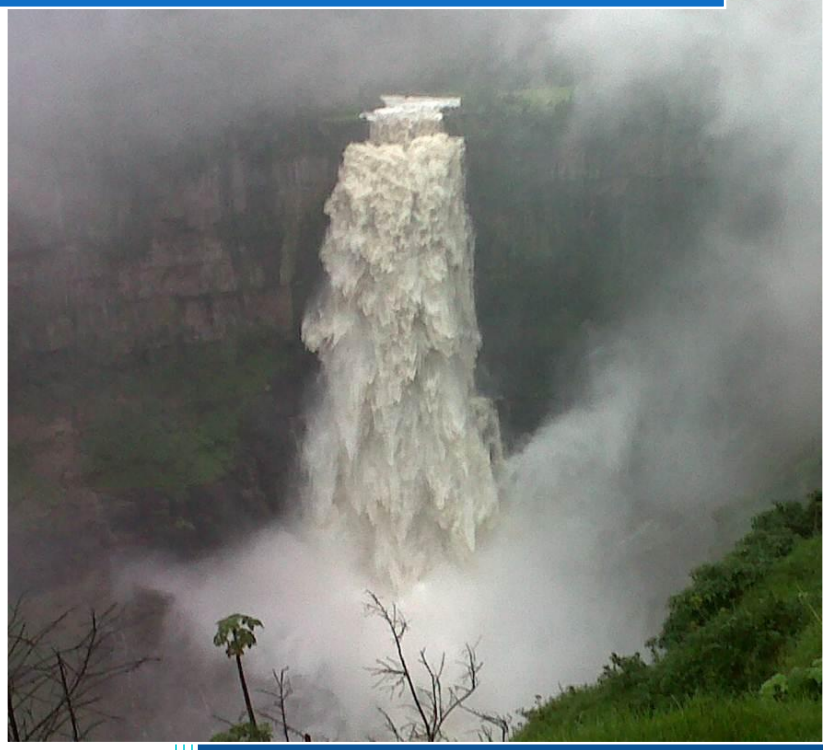
acueducto
AGUA, ALCANTARILLADO Y ASEO DE BOGOTÁ

DEFINICIÓN DE REQUERIMIENTOS FUNCIONALES PARA EL SISTEMA DE INFORMACIÓN REGIONAL DEL RECURSO HÍDRICO (SIRRH) DE LA REGIÓN BOGOTÁ – CUNDINAMARCA Y LAS CUENCAS ABASTECEDORAS Y RECEPTORAS DEL DISTRITO CAPITAL

Producto 4



REALIZAR UNA PROPUESTA DE ESTRATEGIAS, METODOLOGÍAS Y HERRAMIENTAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA EVALUACIÓN REGIONAL DEL AGUA, ASÍ COMO PARA DEFINIR LOS REQUERIMIENTOS FUNCIONALES DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN REGIONAL DEL RECURSO HÍDRICO

ORDEN DE SERVICIO No. 2-02-4300-908-2013

epam s.a. esp
estudios y proyectos ambientales y mecánicos

REALIZAR UNA PROPUESTA DE ESTRATEGIAS, METODOLOGÍAS Y HERRAMIENTAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA EVALUACIÓN REGIONAL DEL AGUA, ASÍ COMO PARA DEFINIR LOS REQUERIMIENTOS FUNCIONALES DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN REGIONAL DEL RECURSO HÍDRICO

ORDEN DE SERVICIO No. 2-02-4300-908-2013

Producto 4

DEFINICIÓN DE REQUERIMIENTOS FUNCIONALES PARA EL SISTEMA DE INFORMACIÓN REGIONAL DEL RECURSO HÍDRICO (SIRRH) DE LA REGIÓN BOGOTÁ- CUNDINAMARCA Y LAS CUENCAS ABASTECEDORAS Y RECEPTORAS DEL DISTRITO CAPITAL

Bogotá, agosto de 2014

epam s.a. esp
estudios y proyectos ambientales y mecánicos

Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN 1

1. INFORMACIÓN UTILIZADA 3

1.1. INFORMACIÓN SECUNDARIA 3

1.2. INFORMACIÓN PRIMARIA 5

2. METODOLOGÍA 6

3. RESULTADOS OBTENIDOS 8

3.1. DIAGNÓSTICO 8

3.1.1. Aspectos generales 8

3.1.2. Diagnóstico de necesidades de información 9

3.1.3. Diagnóstico de disponibilidad de información en las entidades de la Región Capital 15

3.1.4. Sistemas de información 32

3.2. ANÁLISIS DE VIABILIDAD DE UN SISTEMA INTEROPERABLE 52

3.2.1. Conveniencia institucional 52

3.2.2. Viabilidad institucional 53

3.2.3. Viabilidad técnica de implantar un sistema de información interoperable 53

3.2.4. Recomendación de alternativa viable 66

3.3. PROPUESTA DE DISEÑO 68

3.3.1. Aspectos generales 68

3.3.2. Especificaciones funcionales detalladas 71

3.3.3. Requerimientos no funcionales 81

3.4. PLAN DE ACCIÓN DETALLADO 82

3.4.1. Ciclo de vida del proyecto 82

3.4.2. Descripción de las fases y actividades del proyecto 83

3.4.3. Plan de trabajo 92

3.4.4. Recurso técnico asignado 92

3.4.5. Estructura organizacional del diseño 92

3.4.6. Gobernanza del sistema de información 99

3.4.7. Costos 101

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 103

4.1. CONCLUSIONES 103
4.2. RECOMENDACIONES 110
PRINCIPALES DOCUMENTOS CONSULTADOS 112
Anexo 1: TÉRMINOS DE REFERENCIA PARA EL DISEÑO Y DESARROLLO DE LA ALTERNATIVA No 2: ORIENTADA A SERVICIOS 115
Anexo 2: TÉRMINOS DE REFERENCIA PARA EL DISEÑO Y DESARROLLO DE LA ALTERNATIVA No 4: REPOSITORIO CENTRAL EN ENTIDAD 133
Anexo 3 (en medio magnético solamente): PLANTILLA DE METADATOS DEL ANLA

DEFINICIÓN DE REQUERIMIENTOS FUNCIONALES PARA EL SISTEMA DE INFORMACIÓN REGIONAL DEL RECURSO HÍDRICO (SIRRH) DE LA REGIÓN BOGOTÁ- CUNDINAMARCA Y LAS CUENCAS ABASTECEDORAS Y RECEPTORAS DEL DISTRITO CAPITAL

INTRODUCCIÓN

Objetivos y alcance

Este informe forma parte del Producto 4 de la orden de servicios No. 2-02-4300-908-2013, cuyo objeto es "Realizar una propuesta de estrategias, metodologías y herramientas para la implementación de la evaluación regional del agua, así como para definir los requerimientos funcionales del sistema de información regional del recurso hídrico"

Específicamente, el informe tiene por objeto realizar el diagnóstico de los sistemas de información del recurso hídrico, en sus diversos componentes (Plataformas, software, hardware, procesos, herramientas, bases de datos y temas relacionados con tecnología utilizada en los sistemas de información), y proponer alternativas candidatas con la posibilidad de conexión o interoperabilidad de los sistemas, existentes en las siguientes entidades:

- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca –CAR-.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM -.
- Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Bogotá – EAB -.
- Fondo para la Prevención y Atención de Emergencias (FOPAE), hoy Instituto Distrital para la Gestión del Riesgo y el Cambio Climático (IDIGER).
- Secretaría Distrital de Ambiente – SDA -.

Es importante anotar que, con el fin de aclarar el alcance de este producto en relación con los términos de referencia de la contratación, se realizó una reunión con funcionarios de la Dirección de Información Técnica y Geográfica (DITG) y de la Supervisión, en las oficinas de la DITG, en la cual se hicieron los siguientes acuerdos.

La consultoría debe enfocarse a:
- Realizar el estudio de viabilidad (conveniencia de un Sistema de Información compartido).
- Analizar las alternativas.

Esto es lo principal. Con base en ello, se debe elaborar lo propuesta de lo que debe ser el sistema de información y diseñar los términos de referencia para la contratación del diseño del sistema.

Se aclara lo concerniente al modelo de datos, definido como la estructura donde se va a depositar la información para el estudio de los indicadores (registros, longitud de campos y otros aspectos de detalle). En consecuencia, se acuerda que el modelo de datos como tal debe formar parte del diseño del sistema, que no es objeto de la presente Consultoría, pero ésta debe contemplar las características que debe tener el modelo de datos. Las variables con las cuales se alimentará el modelo de datos están en el Acueducto, FOPAE, CAR, IDEAM, SDA, IGAC y otras entidades.

De igual manera, en relación con los metadatos, definidos como la información de los datos, o la hoja de vida del dato, se acuerda que la Consultoría debe entregar las características que deben tener los metadatos del

sistema, para los datos geográficos, según la normativa existente. Pero, dado que el sistema todavía no existe, no es objeto de la consultoría elaborar los metadatos.

De acuerdo con lo anterior, la elaboración del producto contempló:

a) El diagnóstico de los requerimientos de información para la evaluación regional del agua y de la forma como cada entidad aplica los indicadores ERA.

b) Diagnóstico de los sistemas de información en uso en cada una de las entidades (CAR, SDA, EAB, IDIGER, IDEAM).

c) Análisis de viabilidad de un sistema de información interoperable (conveniencia y viabilidad institucional, viabilidad técnica, identificación y análisis de alternativas, recomendación de alternativa viable).

d) Propuesta de requerimientos funcionales del sistema.

e) Plan de acción. Se incluye, además, la propuesta de términos de referencia para el diseño del sistema de información, para las alternativas 2 y 4 por separado

Justificación

La gestión integral del agua requiere antes que nada de una adecuada información, no sólo sobre la oferta y la disponibilidad espacio temporal del recurso, sino sobre el volumen y distribución espacial y sectorial de la demanda, las condiciones de calidad del recurso frente a los requerimientos de uso y los riesgos que afectan tanto al sistema hídrico como al recurso en sí.

Para el logro de estos fines no sólo se requiere contar con redes de monitoreo adecuadas a las distintas necesidades de gestión administrativa y empresarial sino de sistemas de gestión de la información que abarquen desde la recolección, el procesamiento, la revisión, la verificación y la validación de los datos, hasta su almacenamiento y difusión a los usuarios.

En la Región Capital cada una de las entidades (CAR, EAB, SDA, IDIGER e IDEAM) poseen redes propias de monitoreo hidrometeorológico y/o de calidad, pero las mismas son independientes, se duplican en gran parte y, sobre todo, no trabajan con protocolos homologados que permitan hacer comparables los datos. No obstante, para los fines de la gestión del recurso hídrico, estudios anteriores (EPAM, 2013) han demostrado que, por lo menos en el caso de la CAR, las redes son insuficientes.

De igual manera, cada una de las anteriores entidades tiene su (s) propio (s) sistema (s) de información del recurso hídrico, con plataformas y software diferentes. Algunas tienen disponible la información para el público, por lo menos parcialmente (CAR), otras no y otras la venden (caso IDEAM). Si una entidad requiere información de la otra, puede obtenerla después de un trámite administrativo, a veces complejo.

Dado que las distintas entidades traslapan sus funciones y/o tienen requerimientos de información similares en torno al recurso hídrico, se hace necesario disponer de un sistema de información regional del recurso hídrico común e interoperable, a través del cual las entidades puedan compartir la información que genera cada una de ellas, de una manera fácil y amigable.

1. INFORMACIÓN UTILIZADA

1.1. INFORMACIÓN SECUNDARIA

El documento principal de referencia es: "Lineamientos conceptuales y metodológicos para la evaluación regional del agua", 2013, del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible e IDEAM. La información secundaria utilizada proviene principalmente de cuatro informes suministrados por la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA), resultado de sendas contrataciones efectuadas durante el año 2012.

Este es el documento técnico guía de las evaluaciones regionales del agua. Contempla la metodología para el desarrollo de cada uno de los componentes de la ERA, a saber: la oferta, la demanda, la calidad y los riesgos del sistema y recurso hídrico, además de los aspectos básicos del Sistema de Información del Recurso Hídrico SIRH, en cabeza del IDEAM. Asimismo, contiene una descripción de los indicadores correspondientes a cada uno de los componentes temáticos de la ERA. Específicamente en materia de sistemas de información, este documento presenta en el capítulo 3, los elementos conceptuales del Sistema de Información del Recurso Hídrico SIRH, con el siguiente contenido:

3.3. Sistema de información ambiental, componente SIRH
3.3.1. Elementos conceptuales del SIRH
3.3.2. Funcionamiento del SIRH
3.3.3. Conjunto de datos del SIRH
3.3.4. Modelo de datos y tareas de estandarización
3.3.5. Calidad de la información

En el Producto 1, sección 1, Marco Conceptual, se presentan los principales elementos del SIRH. Por su importancia, este es el documento de referencia principal en todas las actividades y productos de la presente consultoría. EPAM ha realizado una síntesis de esta guía, para que los funcionarios involucrados del Distrito dispongan de un documento corto y rápido que les informe sobre los alcances y metodología de la ERA.

Otros documentos principales que han servido de base al presente producto son:

1) SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE – Aída Castro y Pilar Galindo. 2012. "Evaluación regional del agua. Componente de sistemas de información". Bogotá. D.C. Este informe tiene 5 capítulos, así:
   1. Introducción.
   2. Justificación.
   3. Gestión de información para la evaluación regional del agua, ERA.
   4. Avances en la implementación del Sistema de Información del Recurso Hídrico SIRH.
   5. Modelamiento espacial.

   Anexo I: Inventario de cartografía por entidad
   Anexo II: Ficha para la documentación de metadatos.
   Anexo III: Primer ejercicio de documentación de metadatos.

   Este estudio, llevado a cabo por las ingenieras Pilar Galindo y Aida Castro, presenta los resultados del proceso de indagación y sondeo realizado sobre las capacidades humanas y en infraestructura tecnológica que existen en el IDEAM, la CAR, la SDA y la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, para soportar las tareas de sistematización, acceso e intercambio de la información sobre el recurso hídrico de Cundinamarca y que actualmente es empleado para apoyar los procesos institucionales de gestión ambiental y toma de decisiones.

Durante dicho proceso se realizaron entrevistas a dos tipos de actores: i) personal técnico que administra información sobre oferta, demanda y calidad del agua, y ii) al personal que soporta las tareas de almacenamiento y sistematización de la información; con el fin de identificar las herramientas informáticas empleadas y la estructura de la información almacenada.

Como resultado se presentó un resumen básico de los sistemas de información de las entidades, y el avance de implementación del Sistema de Información del recurso Hídrico, SIRH del IDEAM.

2) SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE - Félix Darío Sánchez L. 2012. "Informe final. Diagnóstico, acciones y estrategias para implementar la evaluación regional del agua con énfasis en el componente de oferta hídrica superficial región capital (departamento de Cundinamarca)". Bogotá, D.C.

3) SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE – César Rodríguez N. 2012. "Evaluación regional del agua (ERA). Diagnóstico aguas subterráneas". Bogotá. D. C.

4) SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE. 2012. "Documento de evaluación institucional y de información para la elaboración de la evaluación regional de agua para Bogotá - Región Capital".

5) SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE – Adriana González Vásquez. 2012. "Informe final. Diagnóstico, acciones y estrategias para implementar la evaluación regional del agua con énfasis en el componente calidad de agua". Bogotá. D.C.

6) EPAM SA ESP. – IDEAM, 2007. "Consultoría para la identificación de requerimientos para el subproyecto de mejoramiento, identificación, seguimiento y monitoreo de amenazas hidrometeorológicas para alertas tempranas (inundaciones, deslizamientos e incendios de la cobertura vegetal) en Colombia".

7) EPAM SA ESP. – IDEAM, 2011. "Ajuste del programa nacional de monitoreo del recurso hídrico y la determinación de la estrategia de su implementación respondiendo a los indicadores ambientales de seguimiento del recurso hídrico y un estudio de reingeniería de la red, el cual debe definir la red básica nacional para el monitoreo del recurso hídrico y las necesidades de infraestructura para llevar a cabo su implementación".

Este estudio es de aplicación en la presente consultoría toda vez que contiene todos los elementos metodológicos para el levantamiento, el procesamiento, el análisis, la validación, el almacenamiento y la validación de todos los parámetros necesarios para la estimación de la oferta y la calidad del recurso hídrico. Asimismo, contiene un análisis de la red nacional existente y una propuesta de rediseño de la misma con base en la metodología de la entropía, una de las más modernas en el mundo. Estos y otros elementos son reunidos para la propuesta del plan nacional de monitoreo del recurso hídrico, a sus diferentes niveles (nacional, regional y local).

Se han utilizado otros documentos, a los cuales se hace referencia en el Producto 2 de la presente consultoría.

8) Paralelamente con el desarrollo de esta consultoría, las entidades firmantes del Convenio 011 de 2013 han venido realizando mesas temáticas para discutir y acordar estrategias y planes de acción en torno a cada uno de los componentes de la ERA. Específicamente, la Mesa Temática de Sistemas de Información, produjo y entregó el 14 de agosto de 2014 el documento:

"Proyecto de fortalecimiento de sistemas de información como herramientas de gestión de información para las evaluaciones regionales del agua". Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR. Empresa de Acueducto de Bogotá

– EAB. Instituto Distrital de Gestión del Riesgo y Cambio Climático – IDIGER. Secretaría Distrital de Ambiente – SDA. Bogotá. Abril 2014.

Por constituir la estrategia del Convenio 011 de 2013 para el Sistema de Información, este documento ha sido tenido en cuenta en la elaboración del presente producto.

1.2. INFORMACIÓN PRIMARIA

La información primaria levantada en el marco del producto 4 proviene de las siguientes fuentes:

- Encuesta de necesidades y requerimientos de información, aplicada a los funcionarios responsables de las entidades del Distrito Capital, a saber: la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA), la Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo (EAB) y FOPAE. En la sección de metodología se presenta el procedimiento empleado en esta encuesta.

- Reuniones generales y técnicas realizadas con los funcionarios de las entidades distritales asignados al proceso de la evaluación regional del agua (ERA) en la Región Capital, así como con la CAR y el IDEAM.

- Entre las reuniones, es de resaltar el taller de Visión Compartida realizado el 12 de junio de 2014, entre directivos, asesores y profesionales de las diferentes entidades miembros del Convenio 011 de 2013. Por la importancia de este taller, en la sección 3.4 del Producto 1 y en el Anexo 1 del mismo producto se presenta la metodología y conclusiones del mismo.

La información levantada (estudios, informes, estadísticas hidrometeorológicas y socioeconómicas) fue procesada y empleada para la determinación de cada uno de los componentes de la ERA, en la forma como se indica en la sección de Resultados de este producto.

2. METODOLOGÍA

La metodología empleada cubrió varias etapas:

1) Consulta de la documentación existente, de manera especial el diagnóstico realizado por Aída Castro y Pilar Galindo en 2012 para la SDA, sobre los sistemas de información de las entidades involucradas en la ERA.

2) Visitas técnicas a diferentes entidades involucradas y reuniones temáticas sobre los sistemas de información.

3) Elaboración del diagnóstico de los componentes técnicos y sus diferentes plataformas en cada una de las entidades.

   Mediante un trabajo de investigación, que se fundamentó en un diagnóstico institucional de existencia, pertinencia, acceso de información y conocimiento, para abordar la formulación de la ERA, se aplicó el siguiente plan de trabajo:

   - ✓ Se conformó un grupo de trabajo con base en los principales temas expuestos: recurso hídrico superficial, demanda de agua, oferta, riesgo, calidad del recurso, recursos subterráneos, sistemas y SIG. Con la participación de este grupo se definieron los correspondientes lineamientos para la orientación del diagnóstico institucional.
   - ✓ Se identificaron las instituciones con potencialidad de colectar, analizar, guardar o procesar información referente al agua y sus diversas manifestaciones.
   - ✓ Se diseñaron formatos (fichas) para capturar información básica, bibliográfica y de bases de datos disponibles.
   - ✓ Se realizaron contactos y reuniones con funcionarios, los pares técnicos y especialistas de las diferentes temáticas, en cada entidad identificada, tendientes a ubicar y canalizar la información relevante y disponible.
   - ✓ Se diligenciaron las fichas para el análisis de la gestión de la información.
   - ✓ Se identificaron vacíos de información y temas prioritarios a tener en cuenta en cada una de las respectivas temáticas tratadas.
   - ✓ Recopilación de información secundaria sobre formulación, diseño, desarrollo, operación, mantenimiento y administración de los sistemas de información de las entidades.
   - ✓ Se evaluó la información identificada respecto de las necesidades y requerimientos en cada uno de los temas analizados.
   - ✓ Descripción de módulos y aplicativos, así como de funcionalidades de los sistemas de información de la entidades.
   - ✓ Descripción de la plataforma tecnológica (Software, hardware y comunicaciones) y arquitectura que soporta a los sistemas de información de las entidades.
   - ✓ Finalmente se redactó un informe con el análisis de lo encontrado, lo requerido y lo proyectado con el fin de identificar las acciones y estrategias para formular la ERA

La tabla 1 muestra el formato enviado a las entidades para la captura de información sobre los sistemas de información.

4) Se realizó un taller interinstitucional de visión compartida (12 de junio de 2014), en el cual se confirmó la necesidad para la construcción de un mecanismo interoperable entre entidades para la gestión, monitoreo, control y la toma de decisiones en torno al recurso hídrico (ver Producto 1).

5) Finalmente se identifican describen y analizan las alternativas candidatas teniendo en cuenta las necesidades requerimientos, procesos, procedimientos, restricciones de la ERA, para la construcción de un sistema de información que permita su gestión, monitoreo, control y la toma de decisiones de la entidades.

6) Como resultado de lo anterior se propone un plan de acción, con un cronograma detallado de las actividades a ejecutar para el diseño del sistema de información.

Tabla 1. Información necesaria para la evaluación de los sistemas de información del recurso hídrico (se entregó en formato excel, con los campos específicos para responder cada tipo de información requerida)

Tipo de información		**Guía inventario aplicativos**
	Versión documento	
Generales	Entidad	
	Sigla	
Características	Nombre aplicativo	*Nombre del aplicativo*
	Versión	*Versión del aplicativo*
	Clasificación	*Estratégico, Apoyo, Misional*
	Fabricante	*Fabricante del proveedor del aplicativo*
	Proveedor	*Nombre del proveedor del aplicativo*
	Estado	*Activo / inactivo*
	Localización	*Localización física del aplicativo*
	Ambiente	*Producción, desarrollo, pruebas*
	Propósito de uso	*Propósito del aplicativo*
	Adaptadores y/o Interfaces para el intercambio de datos	*Interfaces propias o externas para el intercambio de datos tanto para el consumo como para publicación (web service, xml, archivos planos, ETL)*
Plataforma tecnológica y ambiente de desarrollo	Número licencias	*Ilimitadas, limitadas, número de licencias*
	Arquitectura	*Cliente servidor, Web, otra (describa cual)*
	Sistema operativo	*Sistema operativo*
	Nombre del servidor / Servidor Web	*Nombre del servidor y/o Servidor Web del aplicativo*
	Lenguaje desarrollo	*Lenguaje(s) de desarrollo*
	Nombre motor base datos	*Nombre del motor de base de datos*
	Nombre servidor base datos	*Nombre del servidor de base de datos*
	Nombre base datos	*Nombre de la base de datos*
Gestión	Area usuaria	*Áreas que usan el aplicativo*
	Proceso de negocio asociado	*Proceso de negocio asociado*
	Ciclo de vida del aplicativo	*Permanente / Transición o Temporal*
	Ciclo de vida de los datos e información	*Vigencia en línea de los datos en el aplicativo*
	Calidad de los datos	*Si requiere depuración los datos y con qué criterios* *No requiere depuración los datos*
	Manejo de históricos	*Gestión de históricos del aplicativo*
	Administración aplicativos	*Quien(es) administra el aplicativo*
	Características de las salidas	*Detalles funcionales y tecnológicas de las salidas del aplicativo*
	Costos de mantenimiento	*Costos de mantenimiento del aplicativo*
	Esquema de mantenimiento	*Esquema de mantenimiento del aplicativo*
	Problemas y dificultades asociados	*Problemas funcionales y operativos actuales del aplicativo*
Seguridad de la información	Seguridad informática	*Gestión y estrategias para garantizar la seguridad de la información*
	Deficiencias en seguridad de la información	*Deficiencias en la seguridad de la información*
	Contingencia	

3. RESULTADOS OBTENIDOS

3.1. DIAGNÓSTICO

3.1.1. Aspectos generales

Los diferentes sistemas de información están diseñados para consolidar la información requerida en procesos de planificación y ordenación del recurso hídrico, y aportar información que permita el análisis y la gestión de los riesgos; sin embargo, en el marco de la Evaluación Regional del Agua existen acciones y funcionalidades que deben ser implementadas para mejorar la participación de las autoridades ambientales, mejorar la disponibilidad de información y facilitar el cálculo de los indicadores sobre el estado actual del recurso tales como índices de escasez, de vulnerabilidad, perfiles de calidad, conflictos de uso o calidad, entre otros. Entre las acciones de fortalecimiento se encuentran:

Funcionalidad

Funcionalidad es la capacidad del software de cumplir y proveer las funciones para satisfacer las necesidades explícitas e implícitas cuando es utilizado en condiciones específicas. Ejemplo, lo que hace el software para satisfacer las necesidades sin tener en cuenta de cómo lo hace y cuando.

La funcionalidad se divide en 5 criterios:

- Adecuación

  Capacidad del software para proveer un adecuado conjunto de funciones que cumplan las tareas y objetivos especificados por el usuario.

- Exactitud

  Capacidad del software para hacer procesos y entregar los resultados solicitados con precisión o de forma esperada.

- Interoperabilidad

  Capacidad del software de interactuar con uno o más sistemas específicos.

- Seguridad

  Capacidad del software para proteger la información y los datos de manera que los usuarios o los sistemas no autorizados no puedan acceder a ellos para realizar operaciones, y la capacidad de aceptar el acceso a los datos de los usuarios o sistemas autorizados.

- Conformidad de la funcionalidad

  Capacidad del software de cumplir los estándares referentes a la funcionalidad.

Según las categorías y criterios mencionados anteriormente los sistemas de información deben estar en la capacidad de disponer de:

- ✓ *Mecanismos de importación masiva de datos:* con el fin de minimizar el tiempo de registro de información en formularios individuales, por parte de los usuarios que cuentan con volúmenes de datos considerables, se sugiere el diseño de plantillas que permitan la estructuración de la información y que puedan ser importados en el sistema.

- ✓ *Formularios de captura:* es necesario hacer que los formularios de captura de información sean fáciles de ingresar en cuanto a la completitud de datos, manejo de conversiones de datos de forma transparente al usuario.

- ✓ *Análisis de los datos:* los sistemas de información deben tener la funcionalidad de generar reportes, salidas de información, gráficos, indicadores sobre la información capturada que puedan ser exportadas a archivos Excel o PDF según necesidad.

- ✓ *Integración de información entre los diferentes sistemas de información:* existen datos y redes de monitoreo gestionadas por diferentes entidades privadas y públicas que constituyen información de una calidad adecuada y valiosa para el cálculo de los indicadores de la ERA; es por esto que, para lograr una visión regional, es necesario integrar la información de estas entidades, quienes realizan tareas de evaluación y monitoreo más frecuentes, pero en diferentes áreas geográficas y que deben ser integradas para lograr una visión global. De acuerdo a lo anterior es necesario diseñar para cada fuente de información mecanismos de intercambio entendidos como i) Webservices u ii) operaciones de envío periódico de información (en línea), que variarán de acuerdo a las capacidades de cada institución.

3.1.2. Diagnóstico de necesidades de información

De acuerdo con el documento del IDEAM, "Lineamientos conceptuales y metodológicos para la evaluación regional del agua", Bogotá, 2013[1], la tabla 2 muestra los indicadores de oferta recomendados, la tabla 3 los indicadores de demanda, la tabla 4 los indicadores de calidad y la tabla 5 los indicadores de riesgo. Si bien estas tablas, así como las 6 a 12, forman parte del Producto 1, se han incluido aquí para atender los requerimientos formulados por miembros de la Mesa Temática de Sistemas de Información del Convenio 011/2013.

En cada una de las tablas se contempla: el nombre del indicador (primera columna), la fórmula de cálculo (segunda columna) y el significado, la información necesaria y la forma de representación (tercera columna).

Los indicadores de oferta son básicamente dos (tabla 2):

- El Índice de retención y regulación hídrica (IRH).
- El Índice de aridez (IA).

Como muestra la tabla 2, el IRH se estima básicamente con datos de las series de caudales disponibles, mientras que el IA se estima con base en datos climatológicos.

Tabla 2. Indicadores de oferta del sistema hídrico natural (adaptado de IDEAM, 2013)

Indicador	Fórmula	Significado, información necesaria y otros aspectos
Índice de retención y	IRH = Vp/Vt	*Significado*: Mide la capacidad de retención de humedad de las cuencas. Varía entre 0 y 1. Mientras más bajos menor regulación.

[1] Ver también EAB-EPAM, 2014. Metodología para la evaluación regional del agua (ERA). Documento síntesis.

Indicador	Fórmula	Significado, información necesaria y otros aspectos
regulación hídrica IRH	Vp = Área por debajo del caudal medio en la curva de frecuencias Vt: = Área rotal bajo la curva de frecuencias acumuladas	*Información necesaria:* Curva de frecuencias acumuladas de caudales medios diarios (o mensuales), para estaciones con más de 15 años de registro. Cartografía básica del IGAC a escala 1:100.000, 1:25.000 o mayor.
		Forma de representación: Mapa de isolíneas de IRH.
Índice de aridez IA	$IA = \frac{\text{ETP} - \text{ETR}}{\text{ETP}}$ ETP = Evapotranspiración potencial (mm) ETR = Evapotranspiración real (mm)	*Significado*: Mide el grado de suficiencia o insuficiencia de la precipitación para el sostenimiento de los ecosistemas de una región. Varía entre 0 y 1. Mientras más altos mayor déficit de precipitación.
		Información necesaria: Precipitación diaria, mensual y anual, para estaciones con más de 15 años de registro. Temperatura media diaria, mensual y anual, para estaciones con más de 15 años de registro. Parámetros necesarios para el cálculo de ETP. ETR se calcula por las fórmulas de Budyko o Turc. ETP se calcula por la fórmula de Penman-Montieh Cartografía básica del IGAC a escala 1:25.000 o mayor.
		Forma de representación: Mapa de isolíneas de IA.

Los indicadores de demanda son cuatro (4) (tabla 3):

- Índice de uso del agua IUA
- Índice de extracción de agua subterránea IEAS
- Índice de agua subterránea para abastecimiento público con respecto al número de habitantes IASAP
- Índice integral de uso del agua IIUA

Tabla 3. Indicadores de demanda: índices de presión por uso del agua (adaptado de IDEAM, 2013)

Indicador	Fórmula	Significado, información necesaria y otros aspectos
Índice de uso del agua IUA	IUA = (Dh/OHRD)*100 Dh = Σ(volumen de agua extraída para usos sectoriales en un período determinado) OHRD = Oferta hídrica superficial regional disponible	*Significado*: Mide la cantidad de agua utilizada por los diferentes sectores usuarios, con respecto a la oferta hídrica regional disponible neta, en un período determinado (mensual, anual) y en una unidad dada de análisis. Varía entre 0 y 100%. Mientras más alta mayor presión de la demanda.
		Información necesaria: Demanda total de agua superficial por los diferentes sectores usuarios (m^3) (ver capítulo de demanda) Oferta hídrica superficial disponible: Se puede calcular por balance hídrico, por modelo lluvia – caudal, o a partir de datos de caudal de la estación hidrométrica (ver capítulo de oferta en Metodología para la evaluación regional del agua). La OHRD se debe calcular para condiciones medias y secas (año típico seco), según las series de caudales medios y mínimos mensuales de más de 15 años de registro. Cartografía básica del IGAC a escala 1:100.000, 1:25.000 o mayor.
		Forma de representación: Mapa de áreas de iguales condiciones de IUA.
Índice de extracción de agua subterránea IEAS	IEAS = Extracción total de agua subterránea/Recarga * 100	*Significado*: Indicador de estado que mide el nivel actual de intensidad de uso que se hace de la oferta renovable de aguas subterráneas de un acuífero o sistema acuífero. Varía entre 0 y 100%. Mientras más alto mayor la intensidad de uso. Se calcula con periodicidad anual.
		Información necesaria: Recarga media anual del acuífero o sistema acuífero, u oferta renovable de agua subterránea (ver capítulo de oferta).

Indicador	Fórmula	Significado, información necesaria y otros aspectos
		La recarga se puede estimar por métodos tales como: balance hídrico, simulación numérica de la infiltración vertical, ley de Darcy para calcular rata recarga/descarga, mediciones de campo con pozos de observación, y modelo hidráulicos de flujo de aguas subterráneas, entre otros (ver capítulo de oferta). Extracción total de agua subterránea para los diferentes usuarios (ver capítulo de demanda) Delimitación unidad de análisis debe ser muy cuidadosa, porque normalmente no coinciden las profundidades y tomas de captación con los límites de las unidades geológicas. Cartografía geológica a escala adecuada. Cartografía hidrogeológica (MHC, mapas de flujos, otros) Cartografía básica del IGAC a escala 1:100.000, 1:25.000 o mayor.
		Forma de representación: Mapa de acuíferos de iguales condiciones de IEAS
Índice de agua subterránea para abastecimiento público con respecto al número de habitantes IASAP	IASAP = Agua subterránea para abastecimiento público/Número habitantes	*Significado*: Indicador de estado que mide la cantidad de agua subterránea por habitante. Se expresa en unidades de volumen o caudal por habitante. Mientras más alto mayor la intensidad de uso. Se calcula con periodicidad anual.
		Información necesaria: Volumen anual de agua subterránea consumido para abastecimiento público, transformado en caudal por día. Población total abastecida con agua subterránea en la unidad Cartografía básica del IGAC a escala 1:100.000, 1:25.000 o mayor.
		Forma de representación: Mapa de unidades de análisis de iguales condiciones de IASAP
Índice integral de uso del agua IIUA	$IIUA = \frac{\mathrm{D}}{\mathrm{Org} + \mathrm{Od}}$ D = Demanda total sectorial O_{rg} = Oferta renovable de aguas subterráneas (recarga). O_d = Oferta de agua superficial disponible	*Significado*: Mide la presión por uso en relación con la oferta disponible de aguas superficiales y la oferta renovable de aguas subterráneas. Se expresa en unidades de volumen o caudal por habitante. Mientras más alto mayor la presión de uso. Se calcula con periodicidad anual.
		Información necesaria: Demanda total de agua de los diferentes sectores usuarios (m^3) (ver capítulo de demanda) Oferta hídrica superficial disponible: Se puede calcular por balance hídrico, por modelo lluvia – caudal, o a partir de datos de caudal de la estación hidrométrica (ver capítulo de oferta). Recarga media anual del acuífero o sistema acuífero, u oferta renovable de agua subterránea (ver capítulo de oferta). La recarga se puede estimar por métodos tales como: balance hídrico, simulación numérica de la infiltración vertical, ley de Darcy para calcular rata recarga/descarga, mediciones de campo con pozos de observación, y modelo hidráulicos de flujo de aguas subterráneas, entre otros (ver capítulo de oferta). Delimitación unidad de análisis para agua subterránea debe ser muy cuidadosa, porque normalmente no coinciden las profundidades y tomas de captación con los límites de las unidades geológicas. Cartografía geológica a escala adecuada. Cartografía hidrogeológica (MHC, mapas de flujos, otros) Cartografía básica del IGAC a escala 1:100.000, 1:25.000 o mayor.
		Forma de representación: Mapa de unidades de análisis de iguales condiciones de IIUA

Los indicadores de calidad del agua son dos (ver tabla 4):

- Índice de calidad del agua ICA
- Índice de calidad biológica del agua por macroinvertebrados acuáticos IMA
- Índice de alteración potencial de la calidad del agua IACAL

Tabla 4. Indicadores de estado de la calidad del agua y presión por contaminación (adaptado de IDEAM, 2013)

Indicador	Fórmula	Significado, información necesaria y otros aspectos
Índice de calidad del agua ICA	ICA = Σ(0,16 OD + 0,14 SST + 0,14 DQO + 0,14 CE + 0,14 N/P + 0,14 pH + 0,14 CF) Los coeficientes representan la ponderación de cada componente del ICA	*Significado*: Representa las condiciones de calidad física, química y bacteriológica de un curso o cuerpo de agua. Varía entre 0 y 1. Mientras más alto mejor es la calidad del agua. Se calcula con periodicidad anual.
		Información necesaria: Concentraciones y/o valores medios de los siguientes parámetros en cada estación de monitoreo de calidad (ver capítulo de calidad): Oxígeno disuelto OD (% de saturación) Sólidos en suspensión SST (mg/l) Demanda química de oxígeno DQO (mg/l) Conductividad eléctrica CE (µS/cm) Nitrógeno total N (mg/l) Fósforo total P (mg/l) Relación N total/P total pH (unidades de pH) Coliformes fecales CF (UFC/100 ml) Cartografía básica del IGAC a escala 1:25.000 o mayor.
		Forma de representación: Mapa de tramos (cursos de agua) o áreas (cuerpos de agua lénticos) de iguales condiciones de ICA (tabla 24).
Índice de calidad biológica del agua por macroinvertebrados acuáticos IMA	IMA = Σ(Fi*Pi) Fi = Familia de macroinvertebrados presente Pi = Puntaje de cada familia (entre 1 y 10)	*Significado*: Representa las condiciones de calidad biológica de un curso o cuerpo de agua. Varía entre menos de 15 y más de 150. Mientras más alto mejor es la calidad del agua. Se calcula con periodicidad anual o la que determine la autoridad regional.
		Información necesaria: Muestreo e identificación de macroinvertebrados acuáticos (bentos) a nivel de familia, con anotación de presencia/ausencia en cada muestreo. Clasificación de las familias encontradas de acuerdo con su nivel de tolerancia a la contaminación, en una escala de 1 a 10. Por ejemplo: familias sensibles, no tolerantes a la contaminación, como Perlidae, Oligoneuriidae, tienen un puntaje de a10; y familias altamente tolerantes, que viven en aguas muy contaminadas, como Tubificidae, tienen un puntaje de 1. La suma de los puntajes de todas las familias presentes proporciona el puntaje total BMWP/Col (método desarrollado por el Biological Monitoring Working Party –BMWP-, adaptado para Colombia por G. Roldán -BMWP/Col). Cartografía básica del IGAC a escala 1:25.000 o mayor.
		Forma de representación: Mapa de tramos (cursos de agua) o áreas (cuerpos de agua lénticos) de iguales condiciones de IMA (tabla 25).
Índice de alteración potencial de la calidad del agua IACAL	1) Cálculo de carga para DBO_5, DQO- DBO_5, SST, NT, PT y otros de interés: $K_P = (1-X_{RT})*\Sigma((F_{iP}*PS)-(F_{iP}*PPS))$ $K_C = (PC*X_{BE}*F_i)+(PC*X_A*X_{PC}*X_{BNE}*F_i)$	*Significado*: Mide la presión por contaminantes sobre la calidad del agua superficial. Se expresa en unidades adimensionales. Mientras más alto mayor la presión de contaminación. Se calcula con periodicidad anual.
		Información necesaria: Población municipal (P). Fracción de población conectada al alcantarillado (X_{PS}). Población conectada al alcantarillado (PS). Población conectada a pozo séptico (PPS)

Indicador	Fórmula	Significado, información necesaria y otros aspectos
	$K_{IND} = ((PI * F_i) + (CMP * F_i)) * (1 - X_{RT})$ $Ks_G = ((WGVP * l_i) + (WGPP * l_i))$ $K_Z = ((P_z * l_i) + (CMP * l_i)) * (1 - X_{RT})$ 2) Cálculo de la carga municipal: $K = K_P + K_C + K_{IND} + Ks_G + K_Z$ 3) Categorización de presión según cargas DBO_5, DQO- DBO_5, SST, NT, PT y otros de interés (en ton/año), a nivel municipal, en 5 categorías: 1: baja, 2: moderada, 3: media alta, 4: alta y 5: muy alta (percentiles 65, 75, 85, 95 y >95) 4) Agregación de cargas DBO_5, DQO- DBO_5, SST, NT, PT y otros de interés (en ton/año), a nivel de la unidad de análisis, y recategorización en 5 categorías: 1: baja, 2: moderada, 3: media alta, 4: alta y 5: muy alta (K_1) (mismos percentiles) 5) Sumatoria jerarquías: IACAL = K_1 /Oferta (carga en ton/año y oferta en MMC para año medio y año seco). Recategorización en las mismas 5 categorías de percentiles.	F_{iP} = Factor de emisión de DBO_5 por persona, según si está conectada a alcantarillado o pozo séptico (18,1 y 6,9 kg/hab.año, según ENA 2010). X_{RT} = Fracción de remoción de materia orgánica, sólidos y nutrientes, en función del tipo de tratamiento del agua residual doméstica. PC = Producción municipal de café, en número de sacos de 60 kg de café pergamino seco (por cada 62,5 kg de café en cereza –cc-, se producen 12,5 kg de café pergamino seco -cps-, según Cenicafé, 2005) X_{BE} = Fracción de beneficio ecológico nacional de café (31% de fincas según Cenicafé, 2005). X_{BNE} = Fracción de beneficio no ecológico nacional de café. PI = Producción industrial (cantidad) para las actividades económicas de interés de la unidad de análisis. CMP = Consumo de materias primas para una industria determinada. X_{RT} = Fracción de remoción de vertimientos según tecnología prototipo de cada subsector. F_i = Factor de emisión para una unidad productiva específica en kg DBO_5, DQO, SST, NT y PT por tonelada de producto final o de materia prima consumida. WGVP = Tonelada de animal vacuno en pie. WGPP = Tonelada de animal porcino en pie. K_P = Carga de DBO_5 proveniente de la población en ton/año. K_C = Carga de DBO_5 proveniente del beneficio del café en ton/año. K_{IND} = Carga de DBO_5 proveniente de la industria (actividades de interés) en ton/año. Ks_G = Carga de DBO_5 proveniente del sacrificio de ganado en ton/año. K = Carga municipal de DBO_5 en ton/año. K_Z = Carga de otra variable de interés de otras actividades económicas de la unidad de análisis. Cartografía básica del IGAC a escala 1:25.000 o mayor.
		Forma de representación: Mapa de unidades de análisis de iguales condiciones de IACAL (tabla 26)

Los indicadores de riesgo son tres (3) (ver tabla 5):

- Índice de vulnerabilidad por desabastecimiento hídrico IVH
- Índice de vulnerabilidad a eventos torrenciales IVET
- Índice de vulnerabilidad intrínseca a la contaminación de aguas subterráneas IVICAS

Tabla 5. Indicadores de riesgo de la ERA (adaptado de IDEAM, 2013)

Indicador	Fórmula	Significado, información necesaria y otros aspectos
Índice de vulnerabilidad por	Matriz de decisión con base en la relación de rangos del índice	*Significado*: Representa el grado de fragilidad del sistema hídrico para mantener una oferta para el abastecimiento de agua, que, ante amenazas como largos períodos de estiaje o eventos como el Fenómeno Cálido del Pacífico /El Niño), podría generar riesgo de desabastecimiento. El IVH varía

Indicador	Fórmula	Significado, información necesaria y otros aspectos
desabastecimiento hídrico (IVH)	de regulación hídrica (IRH) y el índice de uso del agua (IUA) (ver metodología IDEAM y/o EAB-EPAM)	cualitativamente desde muy bajo a muy alto, según una matriz que interrelaciona el IRH y el IUA. Se calcula con periodicidad anual. *Información necesaria:* Mapa y resultados tabulares del índice de regulación hídrica IRH. Mapa y resultados tabulares del índice de uso del agua IUA. Variables y parámetros necesarios para el cálculo de IRH y del IUA. Cartografía básica del IGAC a escala 1:100.000, 1:25.000 o mayor. *Forma de representación*: Mapa de áreas con iguales condiciones de IVH.
Índice de vulnerabilidad a eventos torrenciales IVET	Matriz de decisión entre el índice morfométrico y el índice de variabilidad El índice de variabilidad (IV) se estima así: IV = (Log Qi – Log Qf)/(Log Xi - Log Xf) Qi y Qf = Dos caudales tomados de la curva de duración de caudales. Xi y Xf = Porcentajes de tiempo en que se exceden los caudales Qi y Qf El índice morfométrico se estima mediante matrices de interrelación de los factores morfométricos (ver Metodología IDEAM, 2013; y/o síntesis EAB-EPAM, 2014)	*Significado*: Representa el grado de susceptibilidad de una cuenca a presentar eventos de carácter torrencial. Varía cualitativamente desde vulnerabilidad baja a muy alta. Se calcula con periodicidad anual. *Información necesaria:* Índice de variabilidad, para cuyo cálculo se requiere la siguiente información: - Caudales diarios con series mayores de 15 años - Precipitaciones diarias de estaciones cercanas, con series mayores de 15 años, en caso de que no existan series de caudal (para estimación de caudales por modelos lluvia – caudal). - Temperaturas diarias (si se emplean modelos lluvia – caudal) - Evaporación diaria en estaciones cercanas (si se emplean modelos lluvia – caudal) - Mapa de geología (si se emplean modelos lluvia – caudal) - Mapa de geomorfología (si se emplean modelos lluvia – caudal) - Mapas de suelos (para uso de modelos lluvia – caudal) - Mapa de cobertura vegetal (para uso de modelos lluvia – caudal) - Curva de duración de caudales en papel logarítmico - Caudales mínimos y % tiempo de excedencia - Caudales máximos y % tiempo de excedencia - Las clases del índice de variabilidad se pueden representar en escala de colores (a mayor índice, mayor torrencialidad) (ver metodología IDEAM y/o síntesis EAB-EPAM) Índice morfométrico, para cuyo cálculo se requiere la siguiente información: - Índice de compacidad o de forma - Pendiente media de la cuenca - Densidad de drenaje de la cuenca - Las clases del índice morfométrico se pueden representar en colores en función de estos tres factores (mientras más alto el índice, mayor torrencialidad) (ver metodología IDEAM y/o síntesis EAB-EPAM). Cartografía básica del IGAC a escala 1:100.000, 1:25.000 o mayor. DEM 30 (NASA) *Forma de representación*: Mapa de cuencas y subcuencas con similares condiciones de torrencialidad IVET, dentro de la unidad de análisis.
Índice de vulnerabilidad intrínseca a la contaminación de aguas subterráneas IVICAS	Guía MVDT, 2010. "Propuesta metodológica para evaluación de la vulnerabilidad de los acuíferos a la contaminación". A criterio CARs, AAU.	*Significado*: Mide la susceptibilidad de una acuífero o sistema acuífero a ser contaminado, en función de sus características propias. Es adimensional. Su calificación varía en tres categorías: baja o insignificante, moderada y alta. *Información necesaria*: Recarga neta (m^3). Capacidad de atenuación del suelo (contenido de arcilla y MO, CIC, textura, grosor). Zona no saturada: litología, espesor y conductividad hidráulica vertical. Zona saturada: litología (consolidación y estratificación), conductividad hidráulica, tiempo de residencia de aguas subterráneas. Cartografía geológica a escala adecuada.

Indicador	Fórmula	Significado, información necesaria y otros aspectos
	Se puede emplear algoritmo con variables ponderadas.	Cartografía hidrogeológica (MHC, mapas de flujos, otros) Cartografía de suelos a escala adecuada. Cartografía básica del IGAC a escala 1:100.000, 1:25.000 o mayor.
		Forma de representación: Mapa de áreas de iguales condiciones de vulnerabilidad.
		Forma de representación: Mapa de áreas de iguales condiciones de cobertura vegetal, según la clasificación.

3.1.3. Diagnóstico de disponibilidad de información en las entidades de la Región Capital

En este escenario, se encontró que cada entidad dispone y/o requiere de diferentes indicadores de acuerdo con su misión institucional y necesidades. Las tablas 6 a 9 muestran la información necesaria para los indicadores de la evaluación regional del agua y la disponibilidad de la misma en cada una de las entidades de la Región Capital. A continuación se presenta las generalidades de la información recopilada en cada entidad y los sistemas de información claves para la ERA.

A. Oferta hídrica superficial

De acuerdo con lo dicho en la sección anterior, para el balance hídrico y el índice de aridez se requiere conocer la precipitación, la temperatura, que permiten estimar la evapotranspiración real (ETR), la evapotranspiración potencial (ETP) y el almacenamiento en el suelo, entre otros. Para el indicador de retención y regulación hídrica se requiere conocer los caudales medios diarios y/o los caudales medios mensuales, durante un tiempo suficientemente largo (15 años como mínimo, según IDEAM).

SDA

La SDA por ahora no realiza balances hídricos a escala general. Estos se realizan para estudios específicos como los Planes de Ordenación y Manejo Ambiental de Cuencas (POMCAS) en las principales cuencas adscritas a su jurisdicción. No se calculan de manera regular los indicadores hidrológicos de oferta anotados en el presente documento.

La SDA no cuenta con red de estaciones hidrometeorológicas convencionales, pero sí dispone de una red de monitoreo de 16 estaciones para el análisis de la calidad del aire, que se encuentran distribuidas en sitios representativos de la ciudad capital y que generan alguna información meteorológica básica.

La SDA solamente cuenta con una base de datos donde se almacenan las variables meteorológicas básicas observadas en la red de estaciones de calidad del aire, tales como precipitación, temperatura, vientos y humedad relativa.

Se cuenta con mapas básicos donde se tienen identificadas las cuencas ubicadas dentro del área de jurisdicción de la SDA. La escala de trabajo es de resolución detallada a semidetallada - 1:1.000 a 1:25.000 - de acuerdo con el tamaño de las microcuencas. Para los estudios de suelos se tiene como base el Estudio General de Suelos del IGAC a escala 1:100.000, y en algunos sectores a escala 1:25.000.

En los POMCA, se cuenta con mapas temáticos sobre las condiciones hidroclimáticas de algunas cuencas, como la de Tunjuelo, Salitre y Fucha. Igualmente en la oficina de informática del SDA se cuenta con coberturas relacionadas con la precipitación, temperatura, humedad, viento, que son utilizados para estudios de interés de la SDA.

Aunque se tiene proyectado para más adelante utilizar algunos modelos para generar caudales en las cuencas de la jurisdicción de la Secretaría, en el momento no se ha iniciado esta práctica.

La Secretaria cuenta con una infraestructura tecnológica robusta que le permite soportar tareas de almacenamiento, procesamiento y difusión de la información resultantes de sus tareas de gestión ambiental.

Gobernación de Cundinamarca

No es función de la Gobernación realizar balances hídricos. Siempre se apoya en la información de la CAR; tampoco calculan los indicadores hidrológicos de oferta hídrica, ni cuenta con una red de estaciones hidrometeorológicas, por lo cual la Gobernación no cuenta con banco de datos de variables hidrometeorológicas. Sin embargo, la Gobernación cuenta con cartografía a escala 1:25.000 y, por convenio con el IGAC, se adelanta la elaboración de mapas a escala 1:10.000 (vectorial, fotomosaicos). La base cartográfica, en escala 1:100.000, corresponde al IGAC. Igualmente se cuenta con el mapa de cobertura vegetal y cuerpos de agua para el departamento de Cundinamarca. Esta cobertura se elaboró con base en imágenes de satélite Landsat del 2003 y trabajadas en ARCGIS 10.1. Para las variables hidroclimáticas no se tiene referencia de la existencia de estos mapas temáticos.

CAR

La CAR calcula balances hídricos a partir de la formula convencional, teniendo en cuenta las entradas, salidas y almacenamiento de agua. En el desarrollo del balance no se consideran aspectos como caudales de retorno y de trasvase según la propuesta de la ERA. En relación con los caudales de retorno, estos no son considerados en la metodología de cálculo y no han sido determinados. Otra fuente de consulta, donde aparecen los cálculos de los balances a una escala de mayor resolución, son los Planes de Ordenación y Manejo Ambiental de Cuencas (POMCA), donde las cuencas son clasificadas como subsiguientes; pero igualmente en estos no se consideran los caudales de retorno ni de los trasvases donde estas situaciones se presenten.

La CAR calcula especialmente dos indicadores hídricos, el Índice de Aridez y el Índice de Escasez (Actual Índice de Uso del Agua). Los otros indicadores: Índice de Retención y Regulación Hídrica e índice de Vulnerabilidad por Desabastecimiento Hídrico no se calculan; pero la Corporación cuenta con la información requerida para las respectivas construcciones.

La CAR cuenta con una red muy densa, de más de 400 estaciones, entre climatológicas, hidrológicas y satelitales, que cumplen con todos los estándares de operatividad y que se considera suficiente para adelantar la evaluación regional del agua de manera óptima, mas no para el desarrollo de su función misional.

La CAR cuenta con una base de datos, tanto de información climatológica como hidrológica, actualizada, que garantiza resultados óptimos a una escala de resolución media. Igualmente se cuenta con estudios donde se ha generado información a través de modelos lluvia – caudal que permiten enriquecer la evaluación regional del recurso hídrico.

La publicación de los Atlas Climáticos 2001 y 2012 muestran que la CAR cuenta con mapas temáticos de diferentes variables climatológicas e hidrológicas a escala 1:500.000 y en otros estudios, como los POMCA y los POT, estas mismas variables se presentan en escalas de mayor resolución por el tipo de cuencas que en estos estudios se manejan.

En general, la cantidad y calidad de información básica con que cuenta la Corporación es garantía para el desarrollo de la Evaluación Regional del Agua – ERA.

La CAR cuenta con una infraestructura tecnológica robusta que le permite soportar tareas de almacenamiento, procesamiento y difusión de la información resultantes de sus tareas de gestión ambiental.

EAB

La EAB calcula balances hídricos solamente para fines específicos. Igualmente no tiene la tarea de monitorear los caudales de retorno en las cuencas en que la Empresa tiene actividad de medición hidrometeorológica. La EAB no calcula los indicadores hidrológicos de la ERA, pues no está dentro de las funciones de la entidad.

La Empresa cuenta con una red de estaciones hidrometeorológicas y automáticas así: hidrometeorológicas convencionales 139, automáticas 50, y además cuenta con 15 estaciones de monitoreo permanente sobre el rio Bogotá. Todo este conjunto de estaciones, más la red que opera la CAR y el IDEAM en la región, conforman una red muy significativa para la formulación de la ERA.

La EAB cuenta con un banco de datos donde se encuentran series históricas de datos de variables climatológicas e hidrológicas a nivel diario, mensual y anual desde 1929, lo que garantiza su utilidad para la ERA.

Además de contar con la cartografía básica del IGAC, la EAB dispone de una cartografía digital que puede generar productos a diferentes escalas según los requerimientos de los proyectos que se emprendan.

Para el almacenamiento de las series históricas se cuenta con un banco de datos -SIH-. La información es almacenada en el servidor de la EAB –ESP, en una base de datos SQL-server y tienen salida en EXCEL, lo que la hace compatible con la información de la CAR.

La EAB cuenta con una infraestructura tecnológica robusta que le permite soportar tareas de almacenamiento, procesamiento y difusión de la información resultantes de sus tareas de gestión ambiental.

FOPAE

El Fondo de Prevención y Atención de Emergencias de Bogotá (FOPAE), hoy IDIGER, tiene necesidad de información para pronóstico de riesgos de inundaciones, avenidas torrenciales, remoción en masa, incendios de cobertura vegetal, entre los riesgos de origen hidrometeorológico. Para ello cuenta con un sistema de sistema de información y redes especiales de monitoreo. Esta información es básica para la predicción, prevención y manejo del riesgo en general que, por función, debe realizar el FOPAE a nivel del Distrito Capital. En materia de redes, el FOPAE requiere utilizar las redes generales y específicas de la CAR, el Acueducto y del propio FOPAE.

El FOPAE cuenta con una infraestructura tecnológica robusta que le permite soportar tareas de almacenamiento, procesamiento y difusión de la información resultantes de sus tareas de gestión ambiental.

IDEAM

El IDEAM es el instituto que cuantifica a nivel nacional el recurso hídrico, pero las cuencas de referencia que se evalúan corresponden al grado de sub-zonas (clasificación IGAC – IDEAM) de una escala superior a la requerida por la ERA. De otro lado, no se tienen en cuenta, para el cálculo del balance hídrico, los caudales de trasvase ni de retorno; además, no es función de la entidad llevar a cabo este programa. Sin embargo, la ausencia de la escala requerida propia de la ERA es argumento fundamental para su formulación.

Todos los indicadores propuestos en la ERA son calculados por el IDEAM, pero a una escala general de subzona hidrográfica, con escalas cartográficas menores de 1:500.000.

El IDEAM cuenta, en el departamento Cundinamarca, con una red de 158 estaciones entre hidrológicas, meteorológicas y de recepción satelital que, complementada con las redes operadas por la CAR y la EAB, dan una densidad suficiente para trabajar la ERA a nivel regional. Sin embargo, la distribución de estas redes no es homogénea sobre el territorio obedeciendo a intereses institucionales, lo que puede generar zonas del territorio con escalas diferentes de análisis.

En el banco de datos SISDIN del IDEAM se cuenta con series históricas representativas correspondientes a variables climatológicas, hidrológicas y de sedimentos a nivel diario, mensual y anual. Esta información es garantía para emprender los estudios de la evaluación regional del agua. El IDEAM cuenta, para el almacenamiento de las series históricas, con un banco de datos SISDIN. Actualmente se está realizando la migración de datos hacia una base de datos ORACLE.

El IDEAM cuenta con una gran variedad de cartografía temática, especialmente a escalas pequeñas, 1:1.500.000, 1:500.000 y, para soporte, cuenta con mapas básico a escalas 1:100.000 del IGAC, lo cual permite apoyar los requerimientos para la ERA, pero a nivel referencial.

En el IDEAM se utilizan, como herramientas útiles a la modelación de diferentes variables, modelos y programas como el HIDROSIG y EL ARCGIS, este último para la cartografía temática; cuenta con el DEM- 90 m como modelo digital de altura y para la generación de caudales el modelo “Soil Conservation Service” -SOIL- entre otros.

El IDEAM cuenta con una infraestructura tecnológica robusta que le permite soportar tareas de almacenamiento, procesamiento y difusión de la información resultantes de sus tareas de gestión ambiental a escala nacional.

La tabla 6 muestra el estado de la información para el cálculo de los diferentes indicadores de oferta en cada entidad.

Tabla 6. Análisis de los indicadores de la oferta hídrica superficial por entidad

Indicador de oferta	Variables necesarias	Condición	SDA	CAR (1)	IDEAM (1)	Gober-nación	EAB (1)	FOPAE (IDIGER)
Índice de aridez IA	IA	Aplicación	NO	SI	SI	NO	NO	NO
	Evapotranspiración potencial ETP	Datos suficientes	NO	Parcial	Parcial	NO	Parcial	
	Evapotranspiración real ETR	Datos suficientes	NO	Parcial	Parcial	NO	Parcial	
	Temperatura diaria	Datos suficientes	NO	Parcial	Parcial	NO	Parcial	
	Precipitación diaria	Datos suficientes	NO	Parcial	Parcial	NO	Parcial	
Índice de retención y regulación hídrica IRH	IRH	Aplicación	NO	NO	SI	NO	NO	NO
	Caudales medios diarios	Datos suficientes	NO	Parcial	Parcial	NO	SI	
	Caudales medios mensuales	Datos suficientes	NO	Parcial	Parcial	NO	SI	
Nivel			Local	Cuenca	Subzona	Cuenca	Cuenca	Cuenca
(1) En algunas cuencas y subzonas no se cuenta con información suficiente								

Con respecto de la oferta hídrica superficial ésta es quizás la variable con más facilidades de procesamiento y análisis dado que se fundamenta en información meteorológica y geográfica básica que se ha producido y manejado durante un tiempo importante en el país y que está a disposición de los usuarios. Ahora bien, aun así es necesario revisar y ajustar los datos a los fines propuestos y también es posible que la escala de resolución a la que se pueda llegar en los resultados no sea la misma en toda la región objeto, dado que la cobertura instrumental de la misma no es homogénea.

B. Oferta hídrica subterránea

La evaluación del agua subterránea se fundamenta en primera instancia en la conceptualización y definición de modelos hidrogeológicos conceptuales realizados a partir de información geológica, hidráulica e hidrogeoquímica disponible, hecha con fines generales o específicos. Cuando la información no es suficiente ni adecuada, se requiere complementarla con estudios geofísicos que permitan la identificación de la geometría de los acuíferos involucrados (extensión lateral, espesores, profundidades).

Dicha información, procesada y reinterpretada, con un enfoque hidrogeológico, se complementa con análisis y evaluación de constantes hidráulicas (obtenidas en pozos construidos para la extracción de agua subterránea), las cuales son requeridas para evaluar y cuantificar los recursos de agua existentes en el subsuelo.

Se identificó y seleccionó como pertinente, la información de interés para el desarrollo de la ERA, en las siguientes instituciones:

- En la SDA se han desarrollado tres estudios hidrogeológicos integrados, que servirán de base para la ejecución de la ERA.
- La CAR dispone de una base de datos con un inventario de pozos, niveles estáticos, pruebas de bombeo, y otro tipo de información que será necesario depurar, para obtener los parámetros hidráulicos requeridos para cuantificación de las reservas de aguas subterráneas.
- La Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAB) cuenta con dos estudios hidrogeológicos enfocados al abastecimiento de agua para la ciudad en eventos de contingencia y a la modelación de los acuíferos de Bogotá.

Las bases de datos existentes en la SDA, la CAR y la EAB cuentan con datos de niveles estáticos, caudales y parámetros hidráulicos obtenidos mediante pruebas de bombeo. Gran parte de los parámetros hidráulicos deberán ser revisados y revaluados, con el fin de seleccionar y utilizar únicamente la información filtrada, que haya sido obtenida cumpliendo con los criterios técnicos y el rigor científico requerido.

La mayoría de los parámetros hidráulicos disponibles no son adecuados o suficientes para evaluar las reservas permanentes ni la recarga u oferta disponible. En desarrollo de la ERA, se deberá definir la geometría de las cuencas y acuíferos del Distrito Capital y los parámetros necesarios para la evaluación de la oferta, mediante métodos geofísicos y perforaciones.

No se han desarrollado índices de agua subterránea aplicables a nivel regional o nacional. Será tarea de la ERA, proponer, definir y establecer tales índices, que sean aplicables, no solamente a nivel de la Región Capital, sino para todo el país.

C. Demanda hídrica

Como parte de la gestión integral del recurso hídrico, la caracterización y cuantificación de la demanda de agua regional es una de las dimensiones más importantes por el efecto que puede tener sobre la disponibilidad de agua. Hacer una evaluación regional del agua, implica contar con inventarios y registros completos de usuarios (legales y por legalizar) del recurso hídrico. No obstante, esta no es la realidad de Bogotá y la Región Capital.

Se requiere cuantificar la demanda y calidad del agua requerida para el desarrollo de las actividades de los principales sectores usuarios del recurso hídrico, a nivel sectorial y regional. De manera ideal, esto es posible si se implementa y se hace seguimiento periódico a los sistemas de medición de los consumos de agua para usuarios priorizados.

En el caso de Bogotá y la Región Capital, siendo una de las regiones con mayor información, ésta no se encuentra en el estado adecuado para realizar las evaluaciones regionales de agua. Adelantar evaluaciones regionales de agua útiles a las necesidades de las autoridades ambientales implica ajustar los procesos de gestión de información con el fin de ganar legitimidad en su entorno. Por lo tanto, como proceso de mediano y largo plazo es conveniente adelantar una gestión de calidad y disponibilidad de la información como herramienta para la Gestión Integral del Recurso Hídrico. Esto implica estandarizar procesos de recolección y procesamiento de información. El uso de las tecnologías informáticas y redes de información para su difusión deberán generalizarse.

El cálculo de la demanda propuesto por la metodología de las Evaluaciones Regionales del Agua se sustenta en dos conceptos básicos a saber: balance hídrico y extracción de agua.

El balance hídrico en una región se considera como un balance de entradas y salidas de agua; el segundo concepto - la extracción - define la salida del sistema natural destinada a suplir las necesidades de consumo humano y producción sectorial.

Cada entidad tiene una función misional y organiza la información de acuerdo con sus funciones. Es así como, en relación con la evaluación de la demanda, cada entidad tiene parte de la información, ésta no está completa y tiene temporalidades diferentes. El acueducto tiene información mensual desde 2003 de los consumos de la ciudad y tiene datos de la captación de agua en las fuentes concesionadas. Tiene información de agua superficial. Esta información comprende la ciudad de Bogotá y sólo para el área urbana y para aquellos municipios a los que les vende agua en bloque. La información de consumos del acueducto se clasifica en consumo doméstico, industrial, servicios y comercial, pero esta información es general, a nivel de la ciudad y no está desagregada a nivel de UPZ ni a nivel de cuencas y subcuencas.

La CAR tiene información de la demanda de un censo que se inició en 2005 y terminó en 2010 y es un dato, no una serie, para el área de jurisdicción que comprende 94 municipios de Cundinamarca, 6 municipios de Boyacá y el área rural de Bogotá y existe información para cuencas de 5º orden. El cálculo de la demanda agropecuaria se realiza a partir de los módulos de consumo contenidos en un estudio de Hidroplan en 1993, los cuales se siguen utilizando dado que se realizaron a partir de trabajo de campo. No se diferencia entre consumos industriales, servicios y comerciales, dado que la CAR tiene el valor de las concesiones para los acueductos municipales y no para las actividades urbanas que se desarrollan, aunque existen concesiones otorgadas a industrias específicas que no están conectadas a los acueductos para el uso del agua como insumo.

La CAR tiene información de consumos agrícolas, pecuarios y doméstico y existen actualizaciones de éstos a partir de modelos y de ecuaciones de cálculo. Se han generado inconsistencias dado que los datos arrojados por los módulos son más bajos que los originalmente calculados. También existe una tabla de Excel sobre la extracción de agua en minería para las minas de carbón en la jurisdicción de la CAR.

La SDA tiene información de las concesiones de agua subterránea dentro del perímetro urbano (Producto 3).

La Gobernación tiene cobertura para todos los municipios de Cundinamarca, pero no dispone de información de demanda de agua. Para el presente estudio no fue posible obtener información consolidada a nivel de los municipios de su jurisdicción, ni siquiera para consumo doméstico urbano.

El IDEAM cuenta con las bases de información de nivel nacional para el cálculo de la demanda hídrica para todos los sectores económicos identificados y esta información se recoge en el Estudio Nacional del Agua 2010. Los archivos de Excel contienen datos de 2009 y en algunas de ellas se encuentran 2 años más. En algunos hay periodos más largos pero no supera el año 2005. Dichos archivos contienen información del DANE con respecto a la encuesta anual manufacturera, la encuesta industrial ambiental, el censo con la población por

cabecera-resto y las proyecciones de población a 2020. También contiene la información de coberturas vegetales y la información de algunas actividades post-cosecha y de beneficio con el fin de tener información de consumos de las cadenas productivas.

La tabla 7 muestra el estado de la información para el cálculo de los diferentes indicadores de demanda en cada entidad.

Tabla 7. Análisis de indicadores de la demanda hídrica por entidad

Indicador de oferta	Variables necesarias	Condición	SDA	CAR	IDEAM	Gober-nación	EAB	FOPAE (IDIGER)
Índice de uso del agua IUA	IUA	Aplicación	NO	NO	SI	NO	NO	NO
	Consumo doméstico (1)	Datos suficientes	NO	Parcial	Parcial	NO	SI (2)	
	Consumo de servicios(1)	Datos suficientes	NO	Parcial	Parcial	NO	SI (2)	
	Consumo comercial(1)	Datos suficientes	NO	Parcial	Parcial	NO	SI (2)	
	Caudal ambiental(1)	Datos suficientes	NO	Parcial	Parcial	NO	SI	
	Consumo agrícola(1)	Datos suficientes	NO	Parcial	Parcial	NO	NO	
	Consumo pecuario(1)	Datos suficientes	NO	Parcial	Parcial	NO	NO	
	Consumo recreativo(1)	Datos suficientes	NO	Parcial	Parcial	NO	NO	
	Consumo industrial(1)	Datos suficientes	NO	Parcial	Parcial	NO	SI (2)	
	Consumo energía(1)	Datos suficientes	NO	Parcial	Parcial	NO	NO	
	Consumo pesca(1)	Datos suficientes	NO	Parcial	Parcial	NO	NO	
	Consumo navegación(1)	Datos suficientes	NO	Parcial	Parcial	NO	NO	
	Caudal de transvase (±)	Datos suficientes	NO	Parcial	Parcial	NO	Parcial	
	Oferta hídrica total	Datos suficientes	NO	Parcial	Parcial	NO	SI	
	Oferta hídrica disponible	Datos suficientes	NO	Parcial	Parcial	NO	SI	
Índice de extracción de aguas subterráneas IEAS	IEAS	Aplicación	NO	NO	SI	NO	NO	NO
	Consumo doméstico (3)	Datos suficientes	Parcial	Parcial	Parcial	NO	NO	
	Consumo agrícola (3)	Datos suficientes	Parcial	Parcial	Parcial	NO	NO	
	Consumo pecuario (3)	Datos suficientes	Parcial	Parcial	Parcial	NO	NO	
	Consumo abrevaderos (3)	Datos suficientes	Parcial	Parcial	Parcial	NO	NO	
	Consumo industrial (3)	Datos suficientes	Parcial	Parcial	Parcial	NO	NO	
	Consumo servicios (3)	Datos suficientes	Parcial	Parcial	Parcial	NO	NO	
	Consumo comercial (3)	Datos suficientes	Parcial	Parcial	Parcial	NO	NO	
	Consumo minero (3)	Datos suficientes	Parcial	Parcial	Parcial	NO	NO	
	Consumo recreacional (3)	Datos suficientes	Parcial	Parcial	Parcial	NO	NO	
	Recarga media anual	Datos suficientes	Parcial	Parcial	Parcial	NO	NO	
Índice de agua subterránea para abastecimiento público con respecto al número de habitantes IASAP	IASAP	Aplicación	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	Consumo público (4)	Datos suficientes	SI	Parcial	Parcial	NO	SI	
	Población atendida	Datos suficientes	SI	Parcial	Parcial	NO	SI	
Índice integral de uso del agua IIUA	IIUA	Aplicación	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	Consumo total (ver IUA)	Datos suficientes	NO	Parcial	Parcial	NO	Parcial	
	Oferta hídrica disponible	Datos suficientes	NO	Parcial	Parcial	NO	SI	
	Recarga media anual	Datos suficientes	Parcial	Parcial	Parcial	NO	NO	
Nivel			Local	Cuenca	Subzona	Cuenca	Cuenca	Cuenca

(1)En todos los casos se requiere número de usuarios o población concernida, dotaciones o consumos unitarios por usuario y pérdidas (IANC).
(2)Tiene los datos pero no organizados en la debida forma (se encentran agregados a nivel de ciudad, pero no al nivel de UPZ, cuenca, UGA o sector)
(3) Caudal concesionado y caudal consumido (extraído) (la CAR sólo tiene caudal concesionado).
(4) Caudal concesionado y caudal consumido (extraído) para abastecimiento público solamente.

La observación de la tabla 7 permite concluir que la absoluta mayor parte de los parámetros de demanda no cuentan con información completa en alguna de las entidades del orden regional y local. El IDEAM es la entidad mejor dotada, pero sus datos en buena parte son estimados en forma indirecta, toda vez que los datos a nivel de cuenca y subzona no existen o están incompletos. Lo mismo se puede decir de las cuencas en las que trabaja la CAR. Esto se ha demostrado en la validación de la ERA en la cuenca del Tunjuelo, una de las cuencas mejor conocidas de la Región Capital.

Por tanto, el mayor esfuerzo de la ERA en los próximos tres años debería ser la implementación de los sistemas y métodos necesarios para el levantamiento de la información necesaria para la estimación de los cuatro indicadores de la demanda.

D. Calidad hídrica

En el ENA 2010, el componente calidad de agua estima indicadores físico-químicos que involucran cargas contaminantes y presiones de diferentes actividades industriales. La ERA los complementa con indicadores biológicos para determinar integralmente las condiciones de calidad de los cuerpos superficiales.

A nivel institucional, los conceptos adoptados por las Autoridades Ambientales (CAR y SDA), al igual que el de usuarios (EABB), son los definidos en la legislación aplicable para identificar la calidad del recurso hídrico en relación con los usos potenciales y las características físico-químicas, biológicas, ecológicas y de la capacidad de asimilación y depuración de los cuerpos de agua. Los conceptos aplicados por las instituciones han ido integrando diferentes criterios para definir los diferentes usos: objetivos de calidad, control a los procesos de alteración o de presión ambiental, y para la protección del recurso hídrico: planificación, ordenación y manejo de las cuencas y acuíferos.

Los conceptos desarrollados por la SDA son:

- Unidades de Contaminación Hídrica (UCH): UCH1, UCH2: Grupos de usuarios que no contiene sustancias de interés sanitario y contiene sustancias de interés sanitario, respectivamente (resultante de la relación del valor de la norma de vertimientos respecto al resultado de la caracterización) (IDEAM-DAMA, Alcaldía de Bogotá, 2004).

- Índice de calidad CCME-WQI (Canadian Council Of Ministers of the Environment Water Quality Index): Incorpora 3 factores (alcance, frecuencia y amplitud), aplicado para la evaluación de la variación espacial y temporal de la calidad del agua.

  El índice de calidad hídrica (WQI) adoptado por la SDA facilita verificar el cumplimiento de los objetivos de la calidad del agua de los principales ríos de la ciudad, se calcula como una expresión de las variables F1, F2 y F3:
  F1 (alcance): representa la cantidad de parámetros que no cumplen los objetivos al menos una vez. Los parámetros incluidos en esta variable son: OD, DBO5, DQO, SST, Ntotal, Ptotal, grasas y aceites, SAAM, pH y coliformes fecales.
  F2 (frecuencia): representa la cantidad de datos que no cumplen los objetivos de calidad.
  F3 (amplitud): representa la cantidad por la cual los datos no cumplen los objetivos (Alcaldía Mayor de Bogotá, SDA & Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, 2008).

La CAR ha adoptado el concepto del ICA (metodología del IDEAM) para el indicador de calidad del agua, ICAfa. Para este efecto, la CAR toma las variables recomendadas por la propuesta del IDEAM.

Las AA (CAR, SDA) tienen identificadas, georreferenciadas y caracterizadas las fuentes receptoras de vertimientos.

La EAB tiene identificadas, georreferenciadas y caracterizadas las fuentes abastecedoras de agua cruda para el sistema de tratamiento de agua potable en la ciudad de Bogotá. A su vez la Gobernación cuenta con inventario de las fuentes abastecedoras de agua para los sistemas de acueducto de los municipios en su jurisdicción.

La EAB ha trabajado conjuntamente con la SDA para la definición de los puntos de monitoreo de las cuencas en jurisdicción del perímetro urbano. Se tiene inventario y caracterización de los puntos de vertimiento de la PTAR Salitre y futura PTAR Canoas.

La CAR y la SDA cuentan con bases de datos que consolidan la información general de los usuarios de las fuentes hídricas abastecedoras y receptoras de vertimientos.

La Red Básica de Calidad del agua operada por el IDEAM a nivel nacional consta de 154 puntos, los cuales son monitoreados de 2 a 4 veces por año, de manera que se refleje el comportamiento hidrológico del cauce. La Red Básica de Calidad del agua permite evaluar el estado, la degradación y/o recuperación del recurso hídrico, mediante el monitoreo sistemático en estaciones representativas de la actividad económica del país y la realización de análisis fisicoquímicos que indiquen afectación por vertimientos domésticos, industriales, actividad agrícola y minería. La tabla 8 muestra el estado de la información para el cálculo de los diferentes indicadores de calidad del agua en cada entidad.

Tabla 8. Análisis de indicadores de la calidad del agua por entidad

Indicador de oferta	Variables necesarias	Condición	SDA	CAR	IDEAM	Gober-nación	EAB	FOPAE (IDIGER)
Índice de calidad del agua ICA	ICA	Aplicación	SI (2)	SI	SI	NO	NO	NO
	Oxígeno disuelto OD (mg/L)		SI (3)					
	OD (% saturación)	Datos suficientes	SI (3)	Parcial	Parcial	NO	Parcial	
	SST (mg/L) (1)	Datos suficientes	SI (3)	Parcial	Parcial	NO	Parcial	
	DQO (mg/L)) (1)	Datos suficientes	SI (3)	Parcial	Parcial	NO	Parcial	
	DBO_5 (mg/L)) (1)	Datos suficientes	SI (3)	Parcial	Parcial	NO	Parcial	
	CE (µS/cm)) (1)	Datos suficientes	SI (3)	Parcial	Parcial	NO	Parcial	
	Nitrógeno total (NT)	Datos suficientes	SI (3)	Parcial	Parcial	NO	Parcial	
	Fósforo total (PT)	Datos suficientes	SI (3)	Parcial	Parcial	NO	Parcial	
	Relación NT/PT	Datos suficientes	SI (3)	Parcial	Parcial	NO	Parcial	
	pH (unidades)	Datos suficientes	SI (3)	Parcial	Parcial	NO	Parcial	
	Coliformes fecales (UFC/100)	Datos suficientes	SI (3)	Parcial	Parcial	NO	Parcial	
Índice de calidad biológica del agua por macroinvertebrados acuáticos IMA	IMA	Aplicación	NO	NO	SI	NO	NO	NO
	Bentos a nivel familia	Datos suficientes	SI (4)	Parcial	Parcial	NO	Parcial	
Índice de alteración potencial de la calidad del agua IACAL	IACAL	Aplicación	NO	NO	SI	NO	NO	NO
	Población conectada alcanta	Datos suficientes	NO	Parcial	Parcial	Parcial	SI	
	Población conectada pozo sep	Datos suficientes	Parcial	Parcial	Parcial	Parcial	NO	
	Carga doméstica urbana/rural	Datos suficientes	NO	Parcial	Parcial	NO	Parcial	
	Factor emisión doméstico	Datos suficientes	NO	Parcial	Parcial	NO	Parcial	
	Carga por tipo comercio/serv	Datos suficientes	NO	Parcial	Parcial	NO	NO	
	Factor emisión com/servicio	Datos suficientes	NO	Parcial	Parcial	NO	NO	
	Carga por tipo industrias (5)	Datos suficientes	SI(5)	Parcial	Parcial	NO	NO	
	Factor emisión por tipo ind (5)	Datos suficientes	SI(5)	Parcial	Parcial	NO	NO	
	Carga lixiviados rellenos san	Datos suficientes	NO	SI(5)	Parcial	NO	NO	
	Factor emisión relleno sanit	Datos suficientes	NO	SI(5)	Parcial	NO	NO	
	Carga ganadera por tipo(6)	Datos suficientes	NO	NO	NO	NO	NO	
	Factor emisión tipo ganad(6)	Datos suficientes	NO	NO	NO	NO	NO	
	Carga beneficio prod agríc (7)	Datos suficientes	NO	NO	NO	NO	NO	
	Factor emisión bene agríc (7)	Datos suficientes	NO	NO	NO	NO	NO	
	Carga minería por tipo (8)	Datos suficientes	SI(5)	SI(5)	Parcial	NO	NO	
	Factor de emisión tipo min (8)	Datos suficientes	SI(5)	SI(5)	Parcial	NO	NO	
	Remoción tratamiento/uso (9)	Datos suficientes	SI(10)	SI(10)	Parcial	NO	SI(10)	
Nivel			Local	Cuenca	Subzona	Cuenca	Cuenca	Cuenca

(1) SST: sólidos suspendidos totales. DQO: demanda química de oxígeno. DBO_5: demanda bioquímica de oxígeno 5 días. CE: conductividad eléctrica
(2) SDA calcula el ICA por otro método diferente al de ERA.
(3) Tienen los datos en estaciones de interés (RCHB en caso SDA, o PTAP/PTAR en caso EAB, o red de monitoreo en caso CAR), pero no los utilizan para el cálculo del ICA según metodología de ERA
(4) Datos desactualizados y no en todos los puntos de la RCHB, en caso de las cuencas urbanas (último para año 2009).
(5) Caudales de vertimiento, factores de emisión y cargas parciales (no cubre todos los tipos de usos y/o industrias), además están desactualizados (2008-09 en caso de industrias urbanas).
(6) Caudales y cargas por tipo de ganadería estabulada o en confinamiento (vacunos, cerdos, etc), susceptible de generar vertimientos puntuales.
(7) Caudales y cargas por beneficio de productos agrícolas.
(8) Caudales y cargas por explotación y beneficio de productos mineros (arcillas, gravas, carbón, otros minerales).
(9) Eficiencias de remoción de carga contaminante en cada sector, industria, servicio, etc (en %)
(10) Datos parciales

E. Riesgos

El componente de riesgo de las evaluaciones regionales del agua (ERA) contempla tres indicadores: el índice de vulnerabilidad por desabastecimiento hídrico (IVH), el índice de vulnerabilidad por eventos torrenciales (IVET) y el Índice de vulnerabilidad intrínseca a la contaminación de aguas subterráneas IVICAS[2]. La tabla 9 muestra el estado de la información para el cálculo de estos indicadores en las diferentes entidades.

Tabla 9. Análisis de indicadores de riesgo por entidad

Indicador de oferta	Variables necesarias	Condición	SDA	CAR	IDEAM (5)	Gober-nación	EAB	FOPAE (IDIGER)
Índice de vulnerabilidad por desabastecimiento hídrico IVH	IVH	Aplicación	NO	NO	SI	NO	NO	NO
	Índice de regulación IRH (1)	Datos suficientes	Parcial	Parcial	Parcial	NO	SI	NO
	Índice de uso del agua IUA (2)	Datos suficientes	Parcial	Parcial	Parcial	NO	Parcial	NO
Índice de vulnerabilidad a eventos torrenciales IVET	IVET	Aplicación	NO	NO	SI	NO	NO	NO
	Densidad de drenaje	Datos suficientes	SI	SI	Parcial	SI	SI	SI
	Índice de compacidad	Datos suficientes	SI	SI	Parcial	SI	SI	SI
	Pendiente media cuenca	Datos suficientes	SI	SI	Parcial	SI	SI	SI
	Índice de torrencialidad	Datos suficientes	SI	SI	Parcial	SI	SI	SI
	Caudales medios diarios	Datos suficientes	NO	Parcial	Parcial	NO	SI	NO
	Caudales medios mensuales	Datos suficientes	NO	Parcial	Parcial	NO	SI	NO
	Índice de variabilidad	Datos suficientes	NO	Parcial	Parcial	NO	SI	NO
Índice de vulnerabilidad intrínseca a la contaminación de aguas subterráneas IVICAS	IVICAS	Aplicación	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	Grado confinamiento	Datos suficientes	SI(3)	SI(3)	SI(3)	NO	SI(3)	SI(3)
	Litología zona no saturada	Datos suficientes	SI(3)	SI(3)	SI(3)	NO	SI(3)	SI(3)
	Profundidad acuíferos	Datos suficientes	SI(3)	SI(3)	SI(3)	NO	SI(3)	SI(3)
	Mapa geológico	Datos suficientes	SI(4)	SI(4)	SI(4)	SI(4)	SI(4)	SI(4)
Nivel			Local	Cuenca	Subzona	Cuenca	Cuenca	Cuenca

(1) Ver tabla 6, Índice de retención y regulación hídrica IRH
(2)Ver tabla 7, Índice uso del agua IUA
(3) Datos estimados a partir de información geológica general. Muy pocos datos medidos o ninguno.
(4) Mapa geológico general, casi siempre a escala 1:100.000.
(5) Para algunas subzonas no se cuenta con cartografía de escala adecuada ni series de caudales adecuadas.

Como se observa en la tabla 9, ninguno de los indicadores de riesgo propuestos por la ERA es calculado por las entidades de la región. Sólo el IDEAM ha estimado IVH e IVET, pero a escala de subzona o zona, para el ENA 2010.

El IVH está limitado por la precisión del IUA (ver Producto 3, sección de demanda) y por la existencia de series históricas de caudales medios diarios de suficiente longitud.

De igual manera, existe información cartográfica a escala 1:100.000 a 1:10.000, que permite estimar los parámetros morfométricos. Es necesario, no obstante, tener en cuenta que el índice morfométrico y, por consiguiente, el índice IVET, varían grandemente con la escala, en especial debido a la densidad de drenaje, que es un parámetro muy sensible a la escala.

El IVICAS está limitado igualmente por la calidad y la escala de los mapas geológicos disponibles y por la información litológica incluida en los informes técnicos de los mapas. Por mucho que la cartografía se presente a escala 1:25.000 o 1:10.000, el nivel de precisión será general si la escala del mapa geológico original es 1:100.000. Esto es algo que pareciera lógico pero que, en general, no se comprende bien por los técnicos.

[2] El IVICAS ha sido contemplado en la metodología del IDEAM como un indicador de oferta, pero en este informe se ha considerado como indicador de riesgo, toda vez que se refiere a la vulnerabilidad del recurso hídrico subterráneo a la contaminación.

F. Resumen de la situación actual y futura (imagen prospectiva) de la información necesaria para los indicadores ERA

Situación institucional actual en torno a los indicadores ERA

De acuerdo con las tablas 6 a 9, la tabla 10 muestra el resumen de la situación actual de los indicadores ERA a nivel de cada una de las entidades de la Región Capital. Obsérvese el predominio de los colores rojo y naranja, que indica los indicadores ERA no aplicados en las instituciones de la Región Capital, y/o donde la información necesaria para su estimación no es generada o no está disponible. La entidad con mayor cantidad de azules (indicadores aplicados y/o información disponible) es el IDEAM, pero se destaca que las unidades de análisis de esta entidad son las subzonas hidrográficas, útiles especialmente para el ENA (nivel nacional).

Tabla 10. Resumen de la situación institucional actual de los indicadores ERA

Indicador	SDA		CAR		IDEAM*		Gober-nación		EAAB		IDIGER	
	A	I	A	I	A	I	A	I	A	I	A	I
Índice de retención y regulación hídrica IRH	No	No	No	Sí	Sí	Sí	No	No	No	Sí	No	No
Índice de aridez IA	No	No	Sí	Sí	Sí	Sí	No	No	No	Sí	No	No
Índice de uso del agua IUA	No	No	No	P	Sí	P	No	No	No	P	No	No
Índice de extracción de aguas subterráneas IEAS	No	P	No	No	Sí	No	No	No	No	No	No	No
Índice de agua subterránea para abastecimiento público con respecto al número de habitantes IASAP	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
Índice integral de uso del agua IIUA	No	No	No	P	No	P	No	No	No	P	No	No
Índice de calidad del agua ICA	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No	No	No	Sí	No	No
Índice de calidad biológica del agua por macroinvertebrados acuáticos IMA	No	Sí	No	No	Sí	Sí	No	No	No	Sí	No	No
Índice de alteración potencial de la calidad del agua IACAL	No	P	No	P	Sí	P	No	No	No	No	No	No
Índice de vulnerabilidad por desabastecimiento hídrico IVH	No	No	No	P	Sí	Sí	No	No	No	P	No	No
Índice de vulnerabilidad a eventos torrenciales IVET	No	P	No	P	Sí	Sí	No	No	No	Sí	No	P
Índice de vulnerabilidad intrínseca a la contaminación de aguas subterráneas IVICAS	No	P	No	P	No	Sí	No	No	No	P	No	Sí

Indicador aplicado	Si	Indicador no aplicado	No	Datos suficientes	Sí	Insuficientes	No	Parcial	P

A: Aplicación del indicador. I: Información necesaria.

Situación futura propuesta (imagen prospectiva)

De acuerdo con lo consignado en la tabla 10, se ha elaborado la tabla 11, que muestra la propuesta de visión compartida para la evaluación regional del agua mediante los indicadores ERA en la Región Capital. Para su elaboración se ha contemplado:

- Dado que no todas las instituciones requieren estimar los mismos indicadores para los mismos sitios y/o las mismas cuencas, se propone la distribución de responsabilidades que aparece en la parte inferior de la tabla, según la cual, por ejemplo, a la SDA le corresponderían las cuencas no abastecedoras localizadas dentro del Distrito Capital, a la EAB las cuencas abastecedoras (dentro o fuera del DC), a las CARs (CAR,

CORPOGUAVIO, CORPOCHIVOR, CORPORINOQUIA, CAS) las demás cuencas y al IDIGER los tramos de las cuencas bajo vigilancia para la red de alertas.

- Indicadores a aplicar en cada una de las instituciones (en color azul claro)
- Información a utilizar:
  - Información existente suficiente (en color azul oscuro)
  - Información insuficiente o parcial, a completar o levantar por cada entidad (en color naranja)
  - La información a la que se hace referencia aquí es la indicada en las tablas 6 a 9 y en el Anexo 2 del Producto 1 de esta consultoría.

Tabla 11. Visión de futuro compartida sobre los indicadores ERA

Indicador	SDA		CAR		IDEAM*		Gober-nación		EAAB		IDIGER	
	A	I	A	I	A	I	A	I	A	I	A	I
Índice de retención y regulación hídrica IRH	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí			Sí	Sí		
Índice de aridez IA	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí			Sí	Sí		
Índice de uso del agua IUA	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí			Sí	Sí		
Índice de extracción de aguas subterráneas IEAS	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí			Sí	Sí		
Índice de agua subterránea para abastecimiento público con respecto al número de habitantes IASAP			Sí	Sí	Sí	Sí			Sí	Sí		
Índice integral de uso del agua IIUA	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí			Sí	Sí		
Índice de calidad del agua ICA	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí			Sí	Sí		
Índice de calidad biológica del agua por macroinvertebrados acuáticos IMA	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí			Sí	Sí		
Índice de alteración potencial de la calidad del agua IACAL	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí						
Índice de vulnerabilidad por desabastecimiento hídrico IVH			Sí	Sí	Sí	Sí			Sí	Sí		
Índice de vulnerabilidad a eventos torrenciales IVET	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí			Sí	Sí	Sí	Sí
Índice de vulnerabilidad intrínseca a la contaminación de aguas subterráneas IVICAS	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí			Sí	Sí		

Indicadores a aplicar		Datos suficientes					Datos a completar*					
Responsabilidades compartidas												
SDA: Cuencas no abastecedoras Distrito												
CAR: resto cuencas territorio CARs												
IDEAM: A nivel de subzonas hidrográficas												
EAB: Cuencas abastecedoras Distrito y municipios servidos por EAB												
IDIGER: Red de alertas de inundaciones, avenidas torrenciales, incendios de vegetación y deslizamientos												
A: Aplicación del indicador. I: Información necesaria.												

G. Necesidades de información según entidad

Los requerimientos de información presentados en la sección anterior se refieren exclusivamente al desarrollo de la evaluación regional del agua (ERA). No obstante, para una adecuada gestión del agua por parte de cada entidad, puede ser necesaria alguna información adicional. Por esta razón, tal como se mencionó en la sección de metodología del Producto 1 de esta consultoría, se solicitó a las entidades llenar y completar una encuesta sobre necesidades de información, la cual se presenta en el Anexo 3 del Producto 1.

A continuación se presenta un resumen de la visión compartida desde el punto de vista de la información que cada entidad necesita para el cumplimiento de sus funciones misionales, dentro de las cuales cabe la información necesaria para la ERA. Estas funciones resultan de las leyes de su creación, como es el caso de

la Ley 99 de 1993 para la CAR y la SDA, o de los decretos o acuerdos distritales que les asignan funciones, en el caso de la EAB y el IDIGER (Decreto 364 de 2013, entre otros).

Secretaría Distrital de Ambiente SDA

La Secretaría Distrital de Ambiente (SDA), por su carácter de autoridad ambiental, tiene necesidad de información en materia de oferta de agua superficial y subterránea, demanda, calidad, sistema de información y redes especiales de monitoreo. Esta información es básica para el otorgamiento de concesiones de agua, permisos de vertimiento, permisos de ocupación de cauces y otros, a cargo de la entidad dentro del perímetro urbano del Distrito. Igualmente requiere de redes especiales destinadas al control de vertimientos industriales dentro de la ciudad. La tabla 12 muestra los tipos de información que requiere.

- Oferta hídrica

La encuesta de requerimientos de información para la ERA suministrada por EPAM S.A. para el tema de oferta hídrica en aguas superficiales y subterráneas fue completada por los funcionarios de la entidad. Según los parámetros requeridos y su aplicación, se identificó para cada uno de ellos su procedencia y aplicación tanto para la SDA, como para otras entidades del Distrito. Dentro de los parámetros de oferta hídrica para aguas superficiales requeridos por la SDA se encuentran los parámetros fisiográficos de la cuenca, como mapa geológico, geomorfológico y de coberturas de la tierra; dentro de los parámetros generales se miden datos de calidad del agua en las estaciones de la Red de Calidad Hídrica (RCHB) de su área de jurisdicción. Por otro lado, la información necesaria para el parámetro de caudal diario y sus derivados son mayormente calculados por la EAB, CAR e IDEAM que tienen las redes hidrometeorológicas para realizar éstos cálculos. En cuanto a parámetros de precipitación y temperatura son calculados todos, así como la evaporación anual. La SDA adicionó dentro de la encuesta otros parámetros que son calculados por sus funcionarios como la toma de niveles estáticos multianuales de los puntos de captación de aguas subterráneas, isopiezas promedio por temporada seca-lluvia por acuífero e isopiezas promedio multianuales por acuífero.

Dentro de los parámetros generales de oferta hídrica para aguas subterráneas requeridos por la SDA se encuentran los mapas geológicos y geomorfológicos y de coberturas de la tierra; dentro de los parámetros generales se miden caudales de agua extraída para las concesiones de aguas subterráneas y aunque no calculan el caudal de agua usada de retorno (IDEAM, EAB), sí lo revisa para el cumplimiento de la Ley 357 de 2007. De igual forma se calcula otros parámetros para la elaboración de los modelos geológicos e hidrogeológicos como delimitación de sistemas acuíferos, permeabilidad, porosidad efectiva, niveles piezométricos y recarga de acuíferos.

- Demanda hídrica

La encuesta de requerimientos de información para la ERA suministrada por EPAM S.A. para el tema de demanda hídrica en aguas superficiales y subterráneas fue completada por los funcionarios de la entidad. Según los parámetros requeridos y su aplicación, se identificó para cada uno de ellos su procedencia y aplicación tanto para la SDA, como para otras entidades del Distrito. Dentro de los parámetros generales de demanda hídrica para aguas superficiales calculados por la SDA se encuentran el registro de usuarios del recurso hídrico SIRH, registros de permiso de vertimientos, mapas político- administrativos de municipio y mapa de coberturas de tierra. Los parámetros de consumo doméstico (Ch) son asignados en su mayoría a la EAB y la CAR. Los consumos por servicios (Css) y sus parámetros derivados son asignados a la EAB para la zona urbana y a la CAR para la zona rural, así como los parámetros de consumo de preservación de flora y fauna acuáticos (Cff), consumo agrícola en zonas rurales (Ca) y consumo pecuario (Cp). Para el consumo recreativo (Cr), se tiene que para los humedales con recreación pasiva, la SDA cuenta con información necesaria, pero no para los humedales con recreación activa, en donde es manejada por el IDRD y los distintos clubes. Para el parámetro de consumo industrial (Ci) y sus derivados, la SDA cuenta con información de usuarios y de registro

de permisos de vertimientos, menos en los sitios en donde la CAR tiene jurisdicción. Para los parámetros de consumo de generación de energía (Ce), la SDA no los calcula, ni tampoco los utiliza. En cuanto al consumo por acuicultura y pesca (Cw) en la SDA no es requerido, pero sí es calculado por la CAR en el área rural. El consumo de navegación y transporte acuático (Cn) tampoco es requerido en la SDA, pero sí es calculado por el MADS. Para el consumo de agua según fuente, sólo es calculado el consumo por aguas subterráneas.

Dentro de los parámetros generales de demanda hídrica para aguas subterráneas calculados por la SDA se encuentran los registros de usuarios y los registros de concesiones de aguas; los registros de permisos de vertimientos son registrados por la CAR en la zona rural. De los datos de consumo doméstico (Ch), ninguno es calculado por la SDA (EAB, CAR). Los parámetros de consumo por servicios (Css) son en su mayoría generados por la EAB en la zona urbana y utilizados por la SDA, pero sin análisis. No se generan datos para el cálculo de consumos agrícola, pecuario y recreativo. Para el consumo industrial (Ci) y sus parámetros derivados, la SDA cuenta con información para concesiones para pozos de agua subterránea. Para los parámetros de consumo de generación de energía (Ce), la SDA no los calcula, ni tampoco los utiliza. Para el consumo de minería e hidrocarburos (Cm) se calculan los siguientes parámetros: número de minas, número de pozos de producción, consumo unitario medio en pozos de producción, consumo total de pozos exploratorios y consumo total de pozos de exploración.

- Calidad

La encuesta de requerimientos de información para la ERA suministrada por EPAM S.A. para el tema de calidad fue completada por los funcionarios de la entidad. Según los parámetros requeridos y su aplicación, se identificó para cada uno de ellos su procedencia y aplicación tanto para la SDA, como para otras entidades del Distrito. Dentro de los parámetros generales de calidad, la SDA posee una red de monitoreo de calidad de 28 puntos ubicados en los ríos Torca, Salitre, Fucha y Tunjuelo. Los análisis de calidad de los muestreos se realizan en laboratorios del IDEAM. En cuanto a los índices utilizados se utiliza el WQI, índice canadiense que permite determinar con tres variables si se cumple la norma establecida, para la SDA la resolución 5731 de 2008. La SDA definió las Resoluciones 3956 y 3957 de 2009, para establecer los parámetros y concentraciones en las cuales se puede hacer una descarga a la red de alcantarillado y a los cuerpos de agua. La RCHB de la SDA mide los parámetros de coliformes fecales, coliformes totales, DBO5, DQO, fósforo, grasas y aceites, nitrógeno total, oxígeno disuelto, pH, SAAM, SST, temperatura (tipo I), y alcalinidad, arsénico, bario, cadmio, cianuro, cinc, cobre, conductividad, cromo, dureza, fenoles, manganeso, mercurio, níquel, nitrógeno amoniacal, sulfuros, temperatura, (tipo II).

En cuanto al IMA y IACAL, la SDA no lo ha calculado, pero tiene información para hacerlo. Así mismo, la SDA genera los siguientes parámetros: población conectada a pozo séptico; para los usuarios con permiso de vertimiento se tiene información de producción industrial, consumo de materias primas, porcentaje de remoción de vertimientos de tecnología tipo de cada subsector, el factor de emisión para una unidad productiva específica, en kg de DBO5, DQO, SST, NT y PT/ton de producto final o materia prima consumida, tonelada de animal (vacuno y porcino) en pié, carga de DBO5 de la población (ton/año), carga de DBO5 de la industria (actividades de interés) (ton/año), carga de DBO5 del sacrificio de ganado (ton/año), carga municipal de DBO5 (ton/año). La SDA también genera los siguientes parámetros para el cálculo del índice ICA: oxígeno disuelto (% saturación), SST (mg/l), DQO (mg/l), N total (mg/l), P total (mg/l), conductividad eléctrica (µmhos/cm), pH y coliformes fecales (NMP/100cc). Para el cálculo del IMA, genera datos de organismos bentos a nivel familia (ind/m2).

Dentro de los parámetros generales de calidad para aguas subterráneas calculados por la SDA no existe ninguno que sea calculado por la entidad. Para los parámetros necesarios solamente son calculados los de fosfatos totales, hierro, pH, temperatura, oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno (DBO5), coliformes fecales, sólidos suspendidos totales, dureza y alcalinidad. Además de estos parámetros, la SDA calcula los niveles estáticos y dinámicos para aguas subterráneas, salinidad, amoníaco, aceites y grasas.

- Riesgos

La encuesta de requerimientos de información para la ERA suministrada por EPAM S.A. para el tema de riesgos fue completada por los funcionarios de la entidad. Según los parámetros requeridos y su aplicación, se identificó para cada uno de ellos su procedencia y aplicación tanto para la SDA, como para otras entidades del Distrito. Dentro de los parámetros generales de riesgo, la SDA solamente genera los del mapa geológico y geomorfológico y de coberturas de tierras; los demás parámetros son calculados por la EAB, FOPAE, IGAC y UAECD.

Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Bogotá EAB

La Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Bogotá (EAB), por su carácter de empresa de servicios públicos a cargo de la prestación de los servicios de abastecimiento de agua a la ciudad y a otros municipios de Cundinamarca, del alcantarillado y del tratamiento de las aguas residuales urbanas, tiene necesidad de información en materia de oferta de agua superficial y subterránea, demanda, calidad, riesgos al sistema hídrico y a las infraestructuras, para lo cual cuenta con sistema de información y redes especiales de monitoreo. Esta información es básica para la construcción, operación y mantenimiento de obras de saneamiento ambiental, a cargo de la empresa. Igualmente requiere utilizar las redes nacional y regional de referencia, y administrar redes especiales para la gestión de la oferta hídrica y de la calidad de las fuentes que aprovecha y/o afecta con los vertimientos de aguas residuales urbanas. No obstante, no realizó comentarios ni adiciones a la información de oferta, demanda y riesgos de los formatos entregados. La tabla 12 muestra los tipos de información que requiere.

- Calidad

La encuesta de requerimientos de información para la ERA suministrada por EPAM S.A. para el tema de calidad fue completada por los funcionarios de la entidad. Según los parámetros requeridos y su aplicación, se identificó para cada uno de ellos su procedencia y aplicación para la EAB. Dentro de los parámetros generales de calidad hídrica superficial que genera la entidad en la red de monitoreo de calidad del agua con periodicidad mensual y trimestral y el laboratorio de aguas, se encuentran los exigidos por las autoridades de salud para el cálculo del IRCA. De igual manera para el seguimiento limnológico en embalses y ríos se determinan los siguientes parámetros: oxígeno disuelto, SST, DQO, N total, P total, conductividad eléctrica, pH, coliformes fecales, organismos bentos a nivel familia (en ríos), DBO5 (ríos), coliformes totales, enterococos fecales, manganeso, nitratos, fosfatos, turbiedad, sólidos totales, sólidos disueltos, dureza, alcalinidad, sulfatos, temperatura, plaguicidas, organoclorados totales, cadmio, cromo y plomo.

Parte de la información complementaria que la EAB genera son el seguimiento de la calidad del agua potable (fisicoquímico y bacteriológico), seguimiento de la calidad limnológica de las fuentes superficiales y embalses (fisicoquímico, bacteriológico, biológico), seguimiento en la calidad de los vertimientos en las cuencas Fucha, Tunjuelo, Salitre, Torca y cuenca media del río Bogotá (fisicoquímico y bacteriológico) y en los humedales (fisicoquímico y bacteriológico).

Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático – IDIGER (antes FOPAE)

El Fondo de Prevención y Atención de Emergencias de Bogotá (FOPAE) (hoy Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático – IDIGER) tiene necesidad de información en materia de riesgos de inundaciones, avenidas torrenciales, remoción en masa, incendios de cobertura vegetal, entre los riesgos de origen hidrometeorológico, así como sobre el sistema de sistema de información y redes especiales de monitoreo. Esta información es básica para la predicción, prevención y manejo del riesgo en general que, por función, debe

realizar el FOPAE a nivel del Distrito Capital. En materia de redes, el FOPAE requiere utilizar las redes generales y específicas de la CAR, el Acueducto y del propio FOPAE. La tabla 12 muestra los tipos de información que requiere.

Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR

La Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR), por su carácter de autoridad ambiental regional, tiene necesidad de información en materia de oferta de agua superficial y subterránea, demanda, calidad, riesgos, sistema de información y redes generales y específicas de monitoreo. Esta información es básica para el otorgamiento de concesiones de agua, permisos de vertimiento, permisos de ocupación de cauces y otros, a cargo de la entidad por fuera del perímetro urbano del Distrito. Igualmente requiere de redes especiales destinadas al control de vertimientos urbanos, industriales y mineros, en diversos puntos de la región. La tabla 12 muestra los tipos de información que requiere. Esta entidad no contestó la encuesta de requerimientos de información.

Gobernación de Cundinamarca

La Gobernación de Cundinamarca, por su carácter de entidad promotora de saneamiento básico de los municipios del departamento, en especial a través de su Empresa de Servicios Públicos Departamentales, tiene necesidad de información en materia de oferta de agua superficial y subterránea, demanda, calidad, riesgos al sistema hídrico y a las infraestructuras, sistema de información y redes especiales de monitoreo. Esta información es básica para la construcción, operación y mantenimiento de obras de saneamiento ambiental, a cargo o bajo la supervisión de la Empresa de Servicios Públicos. Igualmente requiere utilizar las redes nacional y regional de referencia, y administrar redes especiales para la gestión de la oferta hídrica y de la calidad de las fuentes que aprovecha y/o afecta con los vertimientos de aguas residuales. La tabla 12 muestra los tipos de información que requiere. Esta entidad no contestó la encuesta de requerimientos de información.

Tabla 12. Síntesis de información requerida por entidad: visión compartida de información necesaria (según sus funciones y/o según diligenciamiento de los formatos)

Tipo de información (ver detalles en tablas 1 a 14)	**SDA**	**EAB**	**IDIGER**	**CAR**	**Gobernación Cundinamarca***
OFERTA					
Información necesaria para la evaluación de la oferta de aguas superficiales, estimada a partir de la serie de caudales medios diarios y la curva de duración correspondiente					
Cartográfica	X	X		X	X
Valores anuales y mensuales de caudales	X	X		X	X
Valores diarios de caudales	X	X		X	X
Valores máximos (avenidas)	X	X		X	X
Valores mínimos (sequías)	X	X		X	X
Otros valores	X	X		X	X
Información necesaria resultante de los análisis de frecuencia					
Hidrológica (caudal índice, crecidas, hidrogramas)	X	X	X	X	X
Información necesaria para los modelos lluvia – caudal					
Cartográfica	X	X		X	
Generales de la cuenca (a partir de mapa topográfico)	X	X		X	
Fisiográficas de la cuenca (a partir de mapas temáticos)	X	X		X	
Climatológicas	X	X		X	
Información necesaria para la estimación del balance hídrico					

Tipo de información (ver detalles en tablas 1 a 14)	SDA	EAB	IDIGER	CAR	Gobernación Cundinamarca*
Cartográfica	X	X		X	
Climatológicas	X	X		X	
Hidrológicas	X	X		X	
Información necesaria para la estimación de la oferta de aguas subterráneas					
Cartográfica básica	X	X		X	
Cartográfica temática	X	X		X	
Información geofísica e hidráulica para MHC	X	X		X	
Uso y manejo (para MHC)	X	X		X	
Hidrológica e hidráulica (del acuífero)	X	X		X	
Climatológica e hidrológica (para balance hídrico)	X	X		X	
DEMANDA					
Método de cálculo de la demanda de agua por sector e información necesaria					
Consumo humano Ch	X	X		X	X
Consumo del sector servicios y comercio	X	X		X	X
Consumo para preservación de fauna y flora	X	X		X	X
Consumo del sector agrícola	X	X		X	X
Consumo del sector pecuario	X	X		X	X
Consumo recreativo	X	X		X	X
Consumo industrial	X	X		X	X
Consumo del sector energía	X	X		X	X
Consumo de minería e hidrocarburos	X	X		X	X
Consumo de pesca, maricultura y acuicultura	X	X		X	X
Consumo para navegación y transporte acuático	X	X		X	X
Todos	X	X		X	X
CALIDAD DEL AGUA					
Información de carácter general necesaria para la evaluación de la calidad del agua					
Información general aguas superficiales	X	X		X	
Uso y manejo aguas superficiales	X	X		X	
Información para cálculo de indicadores calidad aguas superficiales	X	X		X	
Información general aguas subterráneas	X			X	
Información para cálculo de indicadores calidad aguas subterráneas	X			X	
Parámetros mínimos de calidad del agua para un programa de monitoreo					
Parámetros para índices de calidad ERA (ICA, IMA, IACAL)	X	X		X	
Parámetros para índices de calidad básicos (IRCA)		X			X
Otros caracterización general	X	X		X	X
Metales pesados (agua y sedimentos)	X	X		X	X
Plaguicidas organoclorados	X	X		X	X
Plaguicidas organofosforados	X	X		X	X
Triazinas	X	X		X	X
Hidrobiológicos	X	X		X	X
RIESGOS					
Información necesaria para la evaluación de los riesgos					

Tipo de información (ver detalles en tablas 1 a 14)	SDA	EAB	IDIGER	CAR	Gobernación Cundinamarca*
Información general		X	X	X	X
Información para cálculo de indicadores (IAPES, IVH, IVET, IVDA)		X	X	X	X
Información para delimitación zonas de amenaza de inundaciones y pronóstico de inundaciones		X	X	X	X
Información para delimitación áreas de amenaza por remoción en masa y pronóstico de deslizamientos.		X	X	X	X
Información para delimitación de áreas de amenaza incendios de vegetación y pronóstico de incendios			X	X	X
Información para estimación de la vulnerabilidad de infraestructuras		X	X	X	X
Otros tipos de información			X	X	X
SISTEMAS DE INFORMACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO					
Información necesaria para la evaluación de los sistemas de información del recurso hídrico					
Generales	X	X	X	X	X
Características	X	X	X	X	X
Plataforma tecnológica y ambiente de desarrollo	X	X	X	X	X
Gestión	X	X	X	X	X
Seguridad de la información	X	X	X	X	X
REDES HIDROMETEOROLÓGICAS Y DE CALIDAD					
Red nacional	X	X	X	X	X
Red regional de referencia		X		X	
Red específica		X		X	
Red especial	X	X	X	X	X

*Empresa de Servicios Públicos de Cundinamarca.

3.1.4. Sistemas de información

Dado que uno de los objetivos de la ERA es la conformación en el mediano plazo de un sistema de información del recurso hídrico común e interoperable entre las diversas entidades nacionales, regionales y locales con competencia en el tema, es necesario en primer lugar obtener un diagnóstico de los sistemas utilizados en cada entidad. Para este fin se diseñó un formato que se envió a cada entidad en medio digital, para recolectar la información en cada entidad. La tabla 1 de la sección de Metodología muestra el resumen de la información requerida.

Los sistemas de información alfanuméricos y geográficos se han convertido en herramientas que en las temáticas ambientales sirven de soporte fundamental para la toma de decisiones y de esta forma son una ayuda que responde a los requerimientos y demandas de información. La información geográfica siguiendo los lineamientos técnicos y políticos para el manejo de datos, permite evidenciar vacíos de información y diseñar estrategias para la producción de datos, priorizar información para el desarrollo de proyectos, establecer lineamientos técnicos de soporte a la información alfanumérica, y formular mecanismos de articulación entre diferentes temáticas que permiten una adecuada gestión. Por tanto la consolidación adecuada de información aporta al fortalecimiento del proyecto con datos de soporte gráfico, de fácil entendimiento y con datos adecuados al proceso.

Se realizaron entrevistas a dos tipos de actores: i) personal técnico que administra información sobre oferta, demanda y calidad del agua, y ii) al personal que soporta las tareas de almacenamiento y sistematización de la

información; con el fin de identificar las herramientas informáticas empleadas y la estructura de la información almacenada.

Existen una serie de sistemas de información e instrumentos institucionales que constituyen fuentes valiosas para la realización de la Evaluación Regional del Agua, pero sobre los cuales es necesario diseñar estrategias que orienten las acciones de consolidación de datos, empezando desde la planificación, documentación, digitalización, y la puesta a disposición de los mismos. Se encontró que en el momento la información disponible cuenta con diferentes estados de actualización, ha sido generada a partir de múltiples procesos cuyos datos están dispersos dentro de las mismas entidades, digitalizados bajo el uso de diferentes formatos y con algunos vacíos temporales o de ciertas variables.

Así mismo, se encontró que a pesar de que las entidades cuentan con importantes desarrollos de software respaldados por lineamientos de directivas y por los Sistemas de Gestión de calidad, la información con mayor nivel de detalle y valor técnico sigue siendo gestionada en los computadores personales en hojas de Excel. Lo anterior obedece a que en algunos casos los aplicativos tienen cierta complejidad y no facilitan el registro o consulta de datos.

De las reuniones y formatos diligenciados por cada entidad se logra detectar qué sistemas de información tienen para cada componente ERA (tabla 13).

Tabla 13. Sistemas de información por Entidad

Componente	SDA			CAR				EAB						IDEAM			FOPAE
	FOREST	Observatorio	BD y excel	SIGPRA	SAE	Sicl ica	BDS y excel	SAP	SILAB	Hidrológico	Orográfico	Nivelesrío Bogotá	BDS y excel	SIRH	SIS DHIM	RUA	SIRE
OFERTA SUPERFICIAL	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
OFERTA SUBTERRÁNEA	X	X	X	X	X									X			
DEMANDA	X	X	X	X	X		X	X			X			X		X	
CALIDAD	X	X			X		X	X	X				X	X			
RIESGO																	X

A. SDA

La Secretaria cuenta con una infraestructura tecnológica robusta que le permite soportar tareas de almacenamiento, procesamiento y difusión de la información resultantes de sus tareas de gestión ambiental. Cuenta con personal técnico-informático que se encuentra implementando formatos de registro y consulta de información para todas las áreas misionales de la entidad. Dentro de su sistema FOREST se pretende continuar la implementación de formularios asociados a los procesos autorizados por el Sistema de Gestión de calidad de la entidad y continuar realizando capacitaciones entre las diferentes subdirecciones para enriquecer la información geográfica de la entidad a partir de datos técnicos disponibles.

En cuanto a la información cartográfica, la entidad cuenta con el Observatorio Ambiental de Bogotá – herramienta que se apoya en un visor para mostrar el área de Bogotá sobre una cartografía base y con temáticas de agua, aire, control para calidad ambiental, ecosistemas, educación ambiental y participación, gestión ambiental empresarial y planeación y ecoturismo. Sobre dichas capas hace un despliegue básico pero suficiente para conocer el estado de la ciudad en las mismas, y se manejan componentes básicos de un visor que permiten establecer de forma rápida una relación del tema de interés en la ciudad identificando la escala, haciendo un fácil desplazamiento y obteniendo la información general de cada temática.

A.1. FOREST

Sistema web diseñado para apoyar las tareas de gestión de la entidad, realizar la trazabilidad de trámites, gestionar permisos, modificarlos o hacer la revocatoria de éstos. Los tipos de permiso que se gestionan en el sistema son: Licencia Ambiental, Permiso Ambiental, Registro Ambiental o Autorización Ambiental. El sistema radica la solicitud y la dirige hacia la dependencia pertinente creando un proceso.

El diseño de los diferentes formularios web se basa en Business ProcessModeling, técnica que permite diseñar, modelar, e implementar tareas de gestión documental para diferentes procesos de negocio formalizados dentro del Sistema de gestión de calidad de la entidad. Cuenta con información de:

Oferta superficial
No hasta la fecha.
Oferta subterránea
Puntos de agua subterránea con concesión y aquellos a los que se les realiza seguimiento. Se incluye datos del predio, propietario, detalles de su construcción.
Demanda
Datos de usuarios de agua que gestionan trámites ante la SDA o a quienes se les hace algún tipo de monitoreo.
Calidad
Resultados de análisis de calidad de aguas subterráneas y vertimientos.

Infraestructura				
Arquitectura	**Lenguaje desarrollo**	**Base de datos**	**Servidor aplicaciones**	**Adaptador para intercambio de datos**
Web: Capa de Acceso a Datos, Capa de Manejo de Datos, Capa de Presentación.	JAVA	ORACLE	JBoss	Es posible activar mecanismos de RSS y XML para el intercambio de datos.

A.2. Observatorio ambiental

Sistema web que permite conocer a través de indicadores ambientales el estado y la calidad del ambiente en Bogotá, e informar de forma los resultados de gestión ambiental de la entidad.

Este módulo permite gestionar la información del OAB que incluye: información general del observatorio, agendas ambientales, directorio de actores ambientales, preguntas frecuentes, el observatorio con la comunidad -boletines, foros, noticias, eventos-, información para niños, educación ambiental, documentos e investigaciones, formulario de contáctenos, glosario.

El Observatorio cuenta con un visor geográfico (Mapserver) en el que es posible consultar diferentes capas que se encuentran bajo la siguiente jerarquía: Agua, Aire, Cartografía base, Control para calidad del ambiente, Ecosistemas, Educación ambiental, Gestión ambiental empresarial, Planeación y Ecourbanismo.

Sistema de reportes ambientales que permite a la ciudadanía participar en actividades lideradas por la SDA como Techos verdes y jardines verticales, Reciclatón, Concurso de fotografía del día de la tierra, etc. Utiliza el sistema de software libre y código abierto Ushahidi (www.usahidi.com). Cuenta con información de:

Oferta superficial
Información de cuencas del distrito, cuerpos de agua.
Oferta subterránea
Puntos de aguas subterráneas.
Demanda
Concesiones de aguas subterráneas, uso del suelo.
Calidad

Estaciones de calidad, resultados de mediciones de WQI.

Infraestructura				
Arquitectura	**Lenguaje desarrollo**	**Base de datos**	**Servidor aplicaciones**	**Adaptador para intercambio de datos**
Web: Capa de Acceso a Datos, Capa de Manejo de Datos, Capa de Presentación.	Php, Ajax, HTML5	DB2	Apache	Es posible activar mecanismos de RSS y XML para el intercambio de datos.

A.3. Archivos Excel

- ✓ **Base general sobre conceptos:** Datos de los usuarios (predio) del Distrito de tipo industrial a quienes se hace seguimiento a través de visitas desde la Subdirección Recurso Hídrico de la SDA. Se asocian datos como el CIIU, tamaño de la empresa, ubicación por barrio y por cuenca, uso de suelo, vertimientos, residuos peligrosos, entre otros. Cuenta con información de:

  Oferta superficial
  Predio con respecto a la cuenca.
  Demanda
  Usuarios del agua asociados por uso del suelo, descripción del consumo.

- ✓ **Puntos de agua subterránea:** Se relaciona la información de los pozos y aljibes a los cuales se les ha asignado una concesión y por tanto la entidad les hace seguimiento. Cuenta con los datos de contacto, del predio, de sus características de construcción y resultados de las mediciones de calidad del agua. Cuenta con información de:

  Oferta subterránea
  Puntos de aguas subterráneas.
  Calidad
  Mediciones de calidad de agua subterránea.

- ✓ **Modelo hidrogeológico conceptual de Bogotá:** Se cuenta con una serie de archivos en los que se gestionan datos sobre las características del suelo de Bogotá, perfiles geológicos, resultados de más de 30 sondeos eléctricos verticales, pruebas de bombeo y monitoreo de niveles de aguas subterráneas, entre otros. Cuenta con información de:

  Oferta superficial
  Información de balance hídrico, isoyetas (precipitación), isotermas (temperatura), caudales (para los ríos Fucha, Tunjuelo, Bogotá y San Cristóbal).
  Oferta subterránea
  Puntos de aguas subterráneas.

B. CAR

La Corporación cuenta con una plataforma tecnológica robusta tanto en su sede central como en las oficinas provinciales y laboratorios, las cuales cuentan con canales dedicados a la comunicación y transferencia de información que en gran medida se encuentra georreferenciada. Dentro de sus lineamientos de dirección se encuentra promover acciones que faciliten la consulta de información por parte del público general, en tiempo real.

En cuanto a información geográfica se cuenta con un acceso a través de la página web que permite ver Cartografía en Línea, la cual es una aplicación que permite la consulta en línea de la información cartográfica de la CAR dentro de la cual se incluye Cartografía Básica, Mapas Temáticos del Inventario de Recursos Naturales de Ecoforest y los prediales existentes en la región; sin embargo cabe considerar que el mapa base utilizado en esta aplicación es de escala 1:250.000, por lo cual sólo sirve de referencia para consultas generales, si bien los mapas temáticos e imágenes de la zona de influencia CAR corresponden a variables interesantes con su respectiva clasificación en los casos necesarios.

De igual forma la Corporación Autónoma Regional (CAR) cuenta con un Atlas Ambiental 50 años que se constituye una herramienta que permite conocer las temáticas que maneja la Corporación en un documento impreso de fácil entendimiento, pero que a la vez facilita no sólo un soporte en cuanto a datos asociados sino también permite conocer la cartografía disponible por la entidad y su descripción básica.

B.1. SIGPRA

Sistema web que integra información resultante de los diferentes procesos de gestión de la Corporación. Para ello el sistema ha sido conceptualizado a manera de Banco de conocimiento para apoyar a los técnicos a generar sus conceptos, por lo cual el sistema ha dispuesto una serie de formularios web diseñados de acuerdo a procedimientos aprobados por Sistema de Gestión de Calidad.

El sistema se encuentra en producción en la Corporación y se pretende contar datos para los siguientes procesos:

- Procesos misionales para determinar la oferta ambiental, apoyar tareas de ordenamiento del uso de los recursos naturales, la ejecución de evaluaciones control y seguimiento ambiental (SAE),
- Procesos estratégicos
- Procesos de apoyo

Cuenta con información de:
Oferta superficial
Red hidrometeorológica, factores de tasas por uso, balance hídrico superficial.
Oferta subterránea
Concesiones.
Demanda
Censo de usuarios, áreas de reserva, POMCAS, POT.
Calidad
Laboratorio ambiental y red de calidad.

Infraestructura				
Arquitectura	**Lenguaje desarrollo**	**Base de datos**	**Servidor aplicaciones**	**Adaptador para intercambio de datos**
Web	.Net	SQL Server 2008	IIS	Es posible activar mecanismos de XML para el intercambio de datos.

B.2. Sistema de administración de expedientes (SAE)

Sistema web que centraliza la información de todo acto administrativo (trámites permisivos y procesos sancionatorios) realizado por la entidad y que se encarga de llevar el registro cronológico de las acciones de control y seguimiento de la entidad. Su funcionamiento se apoya en la digitalización de expedientes e informes técnicos resultantes de visitas, desde donde es posible conseguir gran variedad de datos de tipo técnico. Cuenta con información de:

Oferta superficial
Concesiones de agua superficial.
Oferta subterránea
Puntos de aguas subterráneas, permisos de exploración de aguas subterráneas.
Demanda
Concesión de aguas subterráneas, inscripción de pozo, permisos de vertimiento, permiso para protección de caudal, reglamentación de corrientes de agua de uso público.

Infraestructura				
Arquitectura	**Lenguaje desarrollo**	**Base de datos**	**Servidor aplicaciones**	**Adaptador para intercambio de datos**
Web	.Net	SQL Server 2008	IIS	Es posible activar mecanismos de XML para el intercambio de datos.

B.3. SICLICA

Sistema de información climatológica e hidrológica que se apoya en una base de datos Oracle para gestionar la información de más de 360 estaciones (convencionales y satelitales) ubicadas en las cuencas de los ríos de su jurisdicción, especialmente en las cuencas de los ríos Bogotá, Ubaté y Suárez, y de las cuales se cuenta con series históricas de parámetros como radiación solar, brillo, precipitación, evaporación, velocidad y dirección del viento, humedad relativa, temperatura, niveles y caudales. Cuenta con información de:

Oferta superficial
Comportamiento de cuencas, cuerpos de agua, y condiciones climáticas.

Infraestructura				
Arquitectura	**Lenguaje desarrollo**	**Base de datos**	**Servidor aplicaciones**	**Adaptador para intercambio de datos**
Cliente/Servidor		ORACLE		Es posible activar mecanismos de XML para el intercambio de datos.

B.4. Archivos Excel

- ✓ **Información del laboratorio ambiental:** Con datos de mediciones sistemáticas desde 2005. Se cuenta con fichas en las que se sistematiza la información de programación del muestro, datos de campo de análisis de la muestra, control primario y secundario, generación de informes. Cuenta con información de:

  Calidad
  Mediciones de calidad.

- ✓ **Red de calidad:** Constituida por 237 estaciones distribuciones en las 9 cuencas de jurisdicción de la CAR. Se encuentran datos desde 2007, resultantes de las dos campañas que realiza la entidad al año. Se incluye el análisis de 5 parámetros: oxígeno disuelto, coliformes, DBO, DQO, SST. Cuenta con información de:

  Calidad
  Mediciones de calidad.

- ✓ **Censo de usuarios del recurso hídrico superficial (CURHS):** Integra datos de los usuarios, predios y los tipos de actividades en donde es utilizado el recurso en toda la jurisdicción de la CAR. Cuenta con información de:

  Demanda
  Uso del agua.

- ✓ **Análisis de muestras puntuales:** Relación de resultados de análisis de muestras de calidad realizados por el Laboratorio Ambiental de la CAR; se asocian los resultados obtenidos por parámetros, unidades de medición, método analítico, georreferenciación de la muestra, fuente hídrica, valor del análisis. Cuenta con información de:

  Calidad
  Mediciones de calidad.

- ✓ **Análisis de calidad de cuencas:** Relación de resultados de análisis de muestras de calidad para el cálculo del ICA en diferentes cuencas de Cundinamarca. Se relacionan los resultados para cada parámetro en diferentes puntos de muestreo de una cuenca: SUMAPAZ, BOGOTA, MINERO, BLANCO, NEGRO, UBATE, GACHETA, y los resultados del ICA en cuanto a rangos determinados para el ICA. Cuenta con información de:

  Calidad
  Mediciones de calidad.

C. EAB

En la EAB, el principal núcleo de almacenamiento y procesamiento de información se realiza a través de SAP (Systeme Anwendungen und Produkte in der Datenverarbeitung, o Sistemas, Aplicaciones y Productos en Procesamiento de Datos), solución tecnológica que ha permitido el análisis y desarrollo del programa que atiende los macro procesos de la empresa y su planificación a nivel de recursos financieros, operaciones logísticas, productos, entre otros, así como la generación de reportes de información a usuarios como el Consejo de Bogotá, Observatorio Ambiental, Secretaria de Hábitat y Secretaria de Salud. Adicional a ello, la EAB cuenta con otros desarrollos puntuales que se encuentran en proceso de integración a la plataforma de SAP como lo es el Sistema de hidrología.

Para la información geográfica se cuenta con el sistema SIGUE Sistema de Información Geográfico Unificado Empresarial, que cuenta con una aplicación de mapas interactivos, activo por medio de un módulo de Mapas Interactivos Vía Internet, a través del cual se puede obtener la información geográfica de la base de datos a través de un navegador que soporte HTML. Tiene la capacidad de mostrar simultáneamente la información de los datos básicos y temáticos del SIG. La superposición gráfica permite realizar análisis visual sin necesidad de otras herramientas.

C.1. Sistema de hidrología (SIH)

Aplicativo en el que se realiza el almacenamiento de los registros de monitoreo de las lluvias y caudales de las fuentes hídricas que abastecen el sistema de agua potable de Bogotá. Se almacenan las series históricas de diferentes variables que sirven para construir estadísticas, realizar modelaciones matemáticas para la operación de los embalses y determinar la probabilidad de abastecimiento de agua para la ciudad. Es un aplicativo de control continuo de los rendimientos hídricos de las fuentes de abastecimiento de la ciudad de Bogotá.

El SIH administra básicamente las observaciones y registros de parámetros relacionados con la cuantificación y utilización del recurso hídrico. Es fundamentalmente una base de datos hidrológicos, dotada con todas las facilidades para consultar, inventariar, importar, exportar y graficar datos seleccionados. Con este fin agrupa los elementos de un sistema hídrico en categorías o grupos, entre las cuales se han definido inicialmente los siguientes:

1. Embalses
2. Estaciones hidrometeorológicas
3. Plantas de tratamiento
4. Tanques de almacenamiento
5. Centros de consumo humano

Cuenta con información de:

Oferta superficial
Comportamiento de cuencas, cuerpos de agua, y condiciones climáticas.

Infraestructura				
Arquitectura	**Lenguaje desarrollo**	**Base de datos**	**Servidor aplicaciones**	**Adaptador para intercambio de datos**
Web	JAVA 1.4.2	SQL SERVER 2008	JBoss 4.0.3sp1	Es posible activar mecanismos de XML para el intercambio de datos.

Es de resaltar que este sistema tiene la capacidad de importar y exportar información del IDEAM, por lo cual puede adaptarse para trabajar con información de otras entidades y, de esta manera, servir de base al Sistema de Información Regional del Recurso Hídrico SIRRH.

C.2. Niveles del rio Bogotá

Aplicativo web disponible desde 2011 en el que es posible consultar la información de 22 puntos de monitoreo de niveles dispuestos desde Gachancipá hasta Canoas, y que reportan datos en línea a través de radiofrecuencia de al menos 8 parámetros con los que se determinan amenazas por inundación. Aplicación que toma la información de la base de datos del SIH (Sistema de Información Hidrológica) y despliega el diagrama gráficamente como un sistema de alertas de control de los niveles del rio de Bogotá. Cuenta con información de:

Riesgo
Comportamiento niveles del rio.

Infraestructura				
Arquitectura	**Lenguaje desarrollo**	**Base de datos**	**Servidor aplicaciones**	**Adaptador para intercambio de datos**
Web	JAVA	SQL SERVER 2008	Jboss	Es posible activar mecanismos de XML para el intercambio de datos.

C.3. SAP

a. Módulo de calidad del agua QM

Se sistematizan los resultados de las mediciones de calidad del agua potable.

b. Modulo PP (planificación de producción)

Se gestiona el funcionamiento de la plantas en sus tareas de producción de agua y se proyecta financieramente los recursos de operación y materias primas. Se evalúan cada 2 horas las condiciones de calidad del agua entrante y saliente (alcalinidad, caudal, cloro residual, color, conductividad, pH, turbiedad) con el fin de establecer el tipo de tratamiento que requiere el agua de acuerdo a la fuente.

Cuenta con información de

Calidad
Mediciones de calidad.

Infraestructura				
Arquitectura	**Lenguaje desarrollo**	**Base de datos**	**Servidor aplicaciones**	**Adaptador para intercambio de datos**
Web	SAP	Oracle 11g		Es posible activar mecanismos de XML para el intercambio de datos.

C4. SIMLAB

Aplicativo que se encarga de recolectar y administrar los resultados de las pruebas de laboratorio de aguas. Almacena toda la información de identificación de las muestras de aguas tanto de clientes internos como externos, así como los respectivos resultados de análisis, fisicoquímicos, bacteriológicos y biológicos. Tiene opciones de validación automática de la información que se ingresa, revisión y auditorías, generación de reportes. Maneja una interfaz con SAP. Cuenta con información de:

Calidad
Mediciones de calidad del agua.

Infraestructura				
Arquitectura	**Lenguaje desarrollo**	**Base de datos**	**Servidor aplicaciones**	**Adaptador para intercambio de datos**
Web	.Net	SQL Server 2008 R2		Es posible activar mecanismos de XML para el intercambio de datos.

C.5. SCADA

Sistema de información de la Dirección Red Matriz de Acueducto, donde se monitorean la red troncal de acueducto y alcantarillado de la ciudad.

Infraestructura				
ARQUITECTURA	**Lenguaje desarrollo**	**Base de datos**	**Servidor aplicaciones**	**Adaptador para intercambio de datos**
		Oracle 11g		Es posible activar mecanismos de XML para el intercambio de datos.

C.6. Registro y control de vertimientos

Aplicación web que registra información sobre los vertimientos (manejo de desechos) para usuarios de tipo empresa, en cumplimiento de la Resolución 3957 de la Alcaldía Mayor de Bogotá.

Infraestructura				
Arquitectura	**Lenguaje desarrollo**	**Base de datos**	**Servidor aplicaciones**	**Adaptador para intercambio de datos**
Web	JAVA	SQL Server 2008		Es posible activar mecanismos de XML para el intercambio de datos.

C.7. Query de la bodega de datos (BW) ZQM_C51_Q50001

Fuente donde se encuentran los análisis consolidados de 1371 muestras de agua tratada que se realizan mensualmente por lotes de inspección, y con los cuales se calcula el IRCA. Cuenta con información de:

Calidad
Mediciones de calidad.

Infraestructura				
Arquitectura	**Lenguaje desarrollo**	**Base de datos**	**Servidor aplicaciones**	**Adaptador para intercambio de datos**
Web		Oracle 10g		Es posible activar mecanismos de XML para el intercambio de datos.

C.8. Sistema orográfico

Conjunto de componentes en el que se gestiona información para tareas de restauración ecológica, planificación predial y reconversión de sistemas productivos. Se pretende realizar recomendaciones a comunidades sobre alternativas para el saneamiento y suministro de agua. Cuenta con información de

Oferta superficial
Fuentes de agua.
Demanda
Uso del agua.

Infraestructura				
ARQUITECTURA	**Lenguaje desarrollo**	**Base de datos**	**Servidor aplicaciones**	**Adaptador para intercambio de datos**
Web		Oracle 10g		Es posible activar mecanismos de XML para el intercambio de datos.

C.9. Archivos en Excel

- ✓ **Quebradas de los Cerros Orientales y de Ciudad Bolívar:** Proyecto de recuperación, estudios de delimitación, diseños y obras para captar aguas residuales, recuperación ecológica para establecer corredores de tránsito entre los Cerros Orientales y el rio Bogotá. Se incluye tipificación de problemáticas. Cuenta con información de:

  Oferta superficial
  Quebradas abastecedoras.
  Riesgo
  Problemáticas sobre uso del agua.

- ✓ **Protocolo seguimiento de la calidad de los sistemas de suministro norte y sur:** Se identifican los protocolos de seguimiento de calidad establecidos por la empresa, indicando los parámetros de calidad que deben tomarse para cada fuente abastecedora de la empresa. Cuenta con información de:

  Calidad
  Medición de calidad del agua.

- ✓ **Análisis de calidad de fuentes:** Se relacionan de forma histórica los resultados de los análisis realizados en los puntos de muestreo para las diferentes fuentes hídricas, el tipo de análisis y el valor obtenido para cada parámetro. Cuenta con información de:

  Calidad
  Medición de calidad del agua.

- ✓ **Puntos de muestreo:** Se relacionan los puntos de monitoreo indicando la frecuencia o programación de captura de datos de calidad. Cuenta con información de:

  Calidad
  Medición de calidad del agua.

D. FOPAE (IDIGER)

El FOPAE (IDIGER) cuenta con una infraestructura tecnológica robusta, lo cual permite facilidad para la gestión de información para la predicción, prevención y manejo del riesgo en general que, por función, debe realizar el FOPAE (hoy IDIGER) a nivel del Distrito Capital. En materia de redes, el FOPAE requiere utilizar las redes generales y específicas de la CAR, del Acueducto y del propio FOPAE.

En cuanto al Geoportal, éste cuenta con estructura funcional del Sistema de Información Geográfica SIG, el cual cuenta con las capas geográficas de las entidades distritales productoras de cartografía, y otras entidades como la CAR, Servicio Geológico, DANE, Ecopetrol, Aeronáutica Civil, así como la información generada por el FOPAE en su misión frente a la gestión de riesgos, información gestionada a través de la Coordinación de Informática.

D.1. SIRE

Es un sistema de información que facilita la gestión de riesgos en Bogotá, a través de la captura, organización, procesamiento y suministro oportuno de la información disponible para tal fin. Los objetivos del SIRE son los siguientes:

- ✓ Apoyar los procesos de gestión de riesgos, mediante la captura, almacenamiento, mantenimiento y distribución de la información generada y requerida en dichos procesos.
- ✓ Facilitar la toma de decisiones relacionadas con la gestión de riesgos, basada en la información almacenada en el SIRE.
- ✓ Apoyar la promoción de la cultura de la gestión de riesgos, como instrumento que permite la comunicación e información públicas sobre el tema, y la participación de los diversos actores que intervienen.
- ✓ Facilitar el seguimiento, monitoreo y control de las diversas acciones de gestión de riesgos en la ciudad.

El SIRE constituye un recurso del que dispone el Sistema Distrital de Prevención y Atención de Emergencias (SDPAE) y las entidades que lo conforman, para realizar procesos de gestión de riesgos, en lo relacionado con la administración de la información.

Infraestructura				
Arquitectura	**Lenguaje desarrollo**	**Base de datos**	**Servidor aplicaciones**	**Adaptador para intercambio de datos**
Web	JAVA	Oracle 10g	Tomcat, WebLogic ArcGis Server API for Flex Versión 1.3	Es posible activar mecanismos de XML para el intercambio de datos.

La gestión de riesgos involucra diferentes procesos administrativos y operativos que, independientemente de la estrategia institucional que se adopte para su aplicación, requieren y generan una gran cantidad de información de diversa índole y en diferentes formatos de presentación, cuya disponibilidad, confiabilidad y facilidad de consulta, contribuyen significativamente en la eficiencia y eficacia con las cuales actúa el SDPAE. El SIRE se presenta como una herramienta de apoyo fundamental a través de la captura, organización, procesamiento y suministro oportuno de la información disponible relacionada con la gestión de riesgos, así como a través de la definición de estándares para el intercambio de información desde y hacia otros sistemas de información y otras entidades en diferentes ámbitos de actuación. El SIRE, por tanto, constituye una herramienta tecnológica al alcance de las mismas instituciones, pero también de la ciudadanía en general, que suministra la información sobre la cual se apoyan los diversos procesos de gestión de riesgos, como la ampliación del conocimiento sobre los riesgos, la reducción de los mismos y la adecuada atención pre y post de las emergencias y desastres en la ciudad.

Uno de los valores fundamentales del sistema, es que permite hacer un seguimiento de las acciones emprendidas en los diversos escenarios de intervención en gestión de riesgos por parte de las entidades, así como la agregación de datos para realizar estadísticas y registra en forma espacial y en la escala del tiempo, las diversas decisiones adoptadas y los recursos empleados.

El SIRE contribuye a la incorporación de la gestión de riesgos en la cultura, por lo que se constituye en un medio para la comunicación directa entre las autoridades y la población de la información pública para la gestión de riesgos.

Además de los módulos de administración y seguridad, el SIRE inició producción con los siguientes módulos:

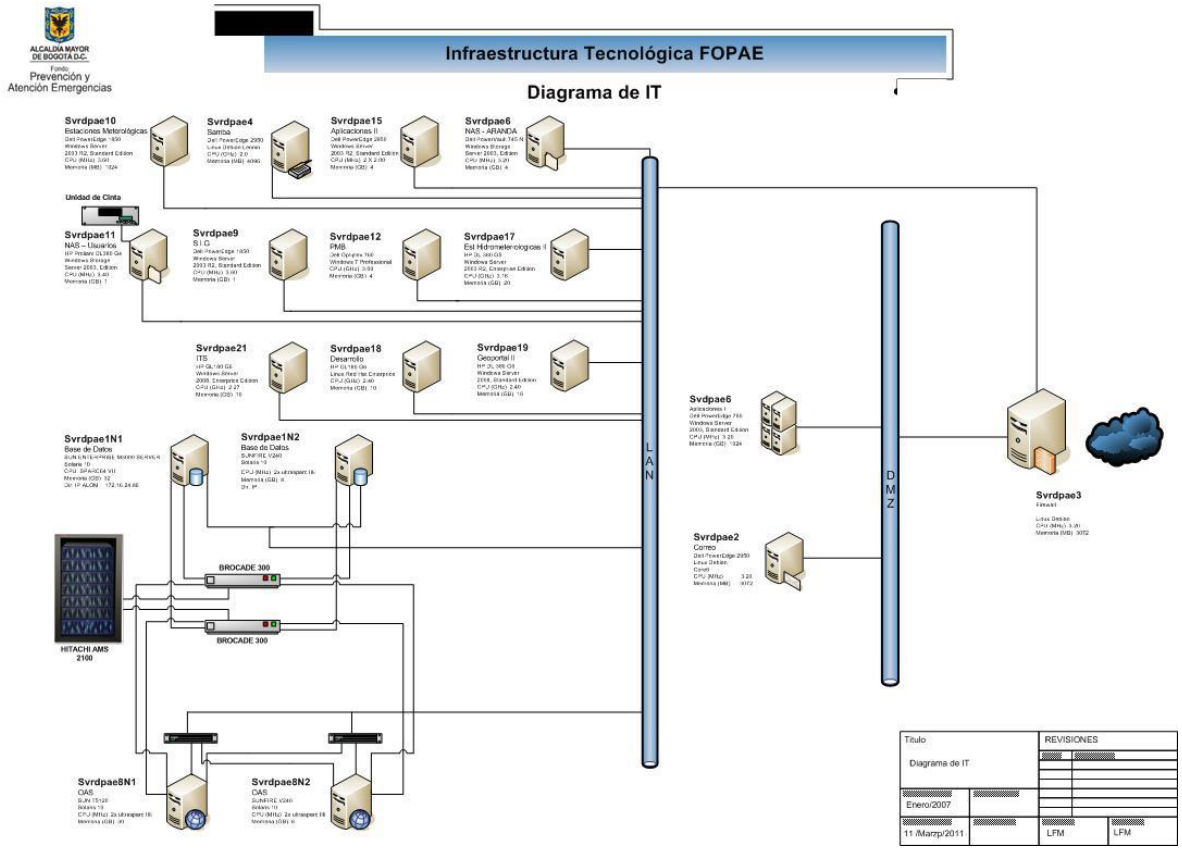
- ✓ En la página pública, 8 módulos principales: Emergencias, Registros Históricos, Biblioteca, SIRE para Niños, Guía para la Comunidad, Novedades, Teléfonos de Emergencia y Mapas, y 5 de Soporte: Acerca del SIRE, SDPAE, Otras fuentes de información, Contáctenos y Ayuda.
- ✓ En ambiente de usuario con contraseña, 10 módulos de usuario: Bodega de Información, Manejo de Solicitudes, Informes, Sondeos, Emergencias, Eventos y Monitoreo, Proyectos, Directorios, Inventarios y Mapas.
- ✓ En la página pública, además de 15 secciones de página (Componentes del SIRE – dos veces -, Mapas, Formación a la Comunidad – dos veces-, Buscar información, SDPAE, ¿Qué es el SIRE?, Legislación, Proyectos, CLE´s, Gestión por tipo de riesgo, Material de interés, Autoevaluación de planes de emergencia y contingencia y La Universidad frente a la gestión del riesgo), hay 20 módulos en el link “Componentes del SIRE”: Aglomeraciones de público, Autoevaluación de planes de emergencia y contingencia, Banco de proyectos, Bodega de información, Emergencias, Evacuación y relocalización transitoria, Evaluación de daños, Geoportal, Informes, Legalización de barrios, Licencias urbanísticas, Matriz de ola invernal, Monitoreo, Plan de acción, Puntos de seguimiento, Reasentamiento de familias, Sistema Integrado de Emergencias, Situacional de afectación, Solicitudes y Sondeos.
- ✓ En ambiente de usuario con contraseña, 11 módulos: Bodega de Información, Manejo de Solicitudes, Informes, Sondeos, Emergencias, Directorios, Inventarios, Reasentamiento de familias, Monitoreo de predios, Eventos y Monitoreo y Geoportal Versión 2.

De acuerdo con las necesidades de los usuarios, el SIRE se diseñó para ofrecer una amplia gama de temas de información, e incluyen información referente a conocimiento de las diferentes amenazas naturales y antrópicas no intencionales; información asociada a las etapas de prevención, mitigación, preparación, alerta, atención, rehabilitación y reconstrucción; estudios a diferentes escalas de amenaza, vulnerabilidad y riesgo; información histórica de eventos catastróficos, al igual que información territorial, administrativa, institucional, socioeconómica y de infraestructura de la ciudad; legislación y normatividad; proyectos de la entidad; planes operativos; guías de comportamiento; información de emergencias; programa de reubicación de familias, etc.

En cuanto a la comunicación existen dos enlaces dedicados de 1 MB con la Empresa de Telecomunicaciones de Bogotá (ETB), uno para los usuarios de la entidad y otro para las aplicaciones del FOPAE. ETB se encarga de filtrado del correo y spam y del balanceo de los canales. Cada canal sale en la última milla por diferente camino.

La plataforma tecnológica del SIRE está constituida por la integración de software, hardware y comunicaciones, como se ilustra en la figura 1.

Figura 1. Infraestructura tecnológica actual del SIRE (SIRE, 2014)



El software se basa en un sistema manejador de base de datos (SMBD), integrado a herramientas de visualización y manejo de información, con apoyo en tecnología web. El hardware comprende los equipos requeridos para el funcionamiento del sistema, como los servidores, las conexiones físicas, los computadores y los dispositivos para la estructuración y archivo de la información. Las comunicaciones, desde el punto de vista tecnológico, corresponden a las conexiones y configuraciones de las diversas redes de internet e intranet que permiten los flujos de información.

A continuación se describe la situación actual de la plataforma tecnológica del SIRE:

Características de los servidores

A continuación se describen las características de los equipos que son usados para toda la operación del SIRE. Se registran las principales características, procesador, memoria disco duro y sistema operativo.

Servidor base de datos principal: Oracle Sun SPARC Enterprise M3000 Server de 64 Bits quad-core de 2.86 GHz, memoria de 16 GB, Disco Duro de 600 GB. Sistema Operativo Solaris 10.

Servidor base de datos respaldo: Oracle Sun SPARC V240 Server de 1.5 GHz, memoria de 16 GB, Disco Duro de 440 GB. Sistema Operativo Solaris 10. Se cuenta con un cluster de 12 Teras Marca Hitachi.

Servidor de aplicación SIRE principal: Oracle Sun SPARC V240 Server de 1.5 GHz, memoria de 8 GB, Disco Duro de 440 GB. Sistema Operativo Solaris 10.

Servidor de otras aplicaciones: HP Proliant DL180 generación 105. Sistema Operativo Linux Red Hat Enterprise v 6.0. Se encuentran instalados SUGA, Registro de participantes.

Servidor del Geoportal: HP Proliant DL180 generación 105. Sistema Operativo Windows 8.0 Enterprise Edition. Se encuentran instalados Arcgis Server V. 10, Tomcat, Weblogic

El geoportal administra la información geográfica generada en la gestión de riesgos y atención de emergencias, permitiendo consultar, georreferenciar o hacer análisis territorial sobre Bogotá Distrito Capital. De acuerdo con la misión de las entidades del SDPAE, y los lineamientos de la Infraestructura de Datos Espaciales IDEC@, encontrará información básica y temática, que le permitirá crear los mapas, seleccionando la información por tema o entidad.

La especificación Web Map Server (WMS) o Servicios de Mapas Web es un estándar definido por el Open Geospatial Consortium que brinda una interfaz común para consultar y acceder a capas de mapas en un Servidor de Mapas. Los clientes y servidores que se adhieren al estándar OGC/WMS pueden comunicarse entre sí sin importar la arquitectura o implementación particular de cada uno.

Los servicios WMS del FOPAE se basan en la especificación WMS 1.1.1 y tienen soporte para las peticiones:

- GetCapabilities (Información del servidor),
- GetMap (Generación de imágenes de mapa)
- GetFeatureInfo (Consulta de atributos, text/plain y text/html únicamente

Nombre	Metadato	imagen PDF	Servicio Web Map Server
Mapa de inundación	X	X	X
Mapa de fenómenos de remoción en masa	X	X	X
Mapa de incendios forestales	X	X	
Localidad			X
Nota: El uso de la información está limitada de acuerdo con la Ley 23 de 1982, y no podrá ser utilizada comercialmente toda vez que esta información es obra intelectual y propiedad de la DPAE - Dirección de Prevención y Atención de Emergencias de Bogotá. En consecuencia en las transcripciones o citas que se			

haga de la misma será obligación mencionar como fuente de la información a la DPAE.

Así mismo, la posición oficial de la Entidad es fijada a través de los Conceptos Técnicos y Diagnósticos Técnicos expedidos por el representante legal de la Entidad o por quien este delegue.

El FOPAE (IDIGER) para las alertas tempranas en la RED HIDROMETEOROLÓGICA cuenta con las redes indicadas en las figuras 2 y 3.

La tabla 14 muestra los parámetros que aplican para la entidad.

Tabla 14. Parámetros del SIRE (FOPAE, 2014)

Información del recurso hídrico requerida		Aplicación técnica	Aplicación institucional	Generada por ENTIDAD		Generada por qué entidad
	Parámetro derivado			SI	NO	
	Existen mapas de vulnerabilidad a eventos torrenciales IVET	Seguimiento técnico	Planificación de la gestión del riesgo	x		Polígonos de avenidas torrenciales para quebradas que se van a intervenir en reasentamiento
	Mapa de distribución de pendientes (DEM)	Estimación sintética de caudales (modelos lluvia - caudal), en caso de que no existan caudales diarios o mensuales, para IVET	Planificación de la gestión del riesgo	X		Curvas de nivel cada 100
	Mapa geológico (litología)		Planificación de la gestión del riesgo	X		
	Mapa geomorfológico (procesos)		Planificación de la gestión del riesgo	X		
	Mapa de suelos y aptitud		Planificación de la gestión del riesgo	X		
	Mapa de amenaza por inundación					
	Mapa de amenaza por remoción en masa					
	Mapa de eventos por encharcamiento e inundación					

E. IDEAM

El IDEAM tiene la responsabilidad de compilar la información a nivel nacional, de operar de la red básica nacional de monitoreo, identificar y desarrollar fuentes de datos, y difundir el conocimiento sobre el recurso hídrico. En tal sentido es responsable de la administración del Sistema de Información Ambiental, SIA, el cual viene siendo implementado para apoyar actividades de seguimiento a la calidad y estado de los recursos naturales, incluyendo el agua, a través de la integración de actores, políticas, procesos y tecnologías que gestionan información sobre el estado, el uso y aprovechamiento, la vulnerabilidad y la sostenibilidad del ambiente, en los ámbitos continental y marino del territorio colombiano.

Asociado al Sistema de Información Ambiental SIA del IDEAM se encuentran entre otros, el Sistema de Información del Recurso Hídrico, SIRH, desarrollado desde el 2010 en cumplimiento del Decreto 1323 de 2007, y que debe apoyar la gestión de información de acuerdo con las siguientes áreas temáticas: disponibilidad hídrica, calidad, gestión y estado del recurso hídrico.

Figura 2. Red de estaciones hidrometeorológicas de FOPAE (IDIGER)

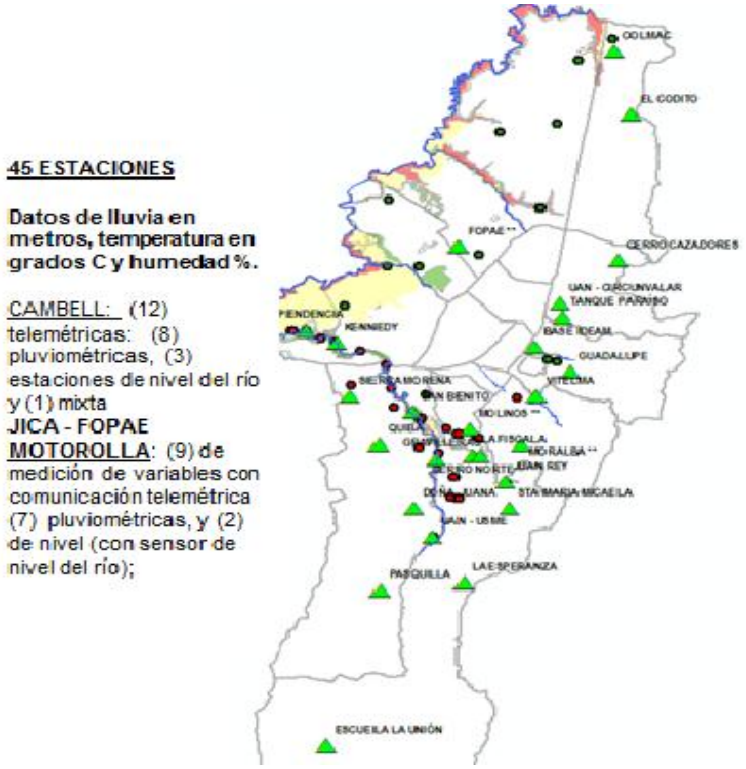
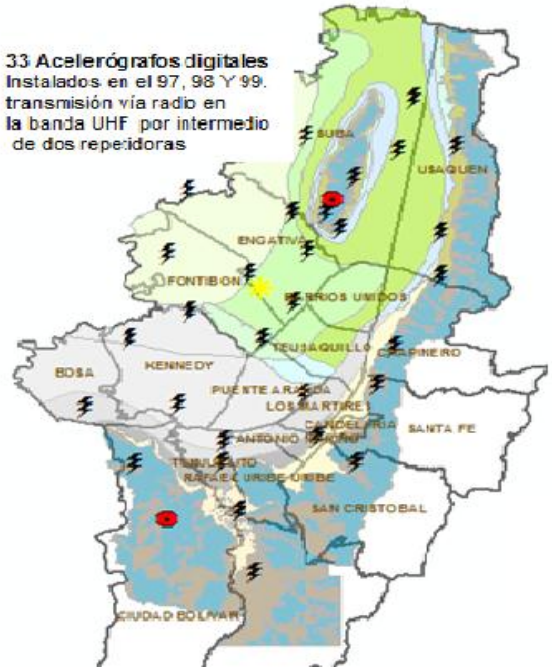


Figura 3. Red de acelerógrafos de FOPAE (IDIGER) para las alertas tempranas



En el área cartográfica se cuenta con mapas y gráficos del tiempo y el clima, se encuentran datos a nivel nacional de las variables de tiempo y clima en mapas que se pueden descargar fácilmente y que se puede ver con variaciones de tiempo y seguimiento diario, decadal, mensual, por seguimiento a fenómenos de El Niño y La Niña, indicadores climatológicos, boletines y predicciones climáticas

Igualmente cuenta con un buscador de servidores de mapas, información geográfica, imágenes de satélites y otros tipos de recursos que, de forma interactiva, permite identificar la zona sobre la cual se quiere obtener información y sobre ésta se puede buscar información sobre temáticas como acreditación de laboratorios, agrometeorología, alertas ambientales, bosques, calidad ambiental, cambio global, climatología, evaluación hidrológica, glaciales, indicadores ambientales, meteorología aeronáutica, modelación, monitoreo hidrológico, ordenamiento ambiental, pronóstico del tiempo, pronósticos hidrológicos, red ambiental, red meteorológica, Redd, sostenibilidad y Suelos y Tierras. Cabe destacar que la mayoría de estos mapas corresponden a interpretación de imágenes a partir de sensores remotos a nivel nacional, por lo cual los requerimientos regionales no presentan un nivel de detalle adecuado por cuanto se habla de mapas Raster.

E.1. SISDHIM

Sistema de Información Hidrometeorológica implementado en COBOL y que, por tanto, funciona bajo el uso de archivos indexados en donde se gestionan los datos reportados por estaciones de monitoreo convencionales. A la fecha, el sistema está siendo migrado a una plataforma web soportada por Oracle como motor de base de datos, en la cual será posible integrar la información de las estaciones satelitales. Cuenta con información de:

Oferta superficial
Comportamiento de cuencas, cuerpos de agua, y condiciones climáticas.

Infraestructura				
Arquitectura	**Lenguaje desarrollo**	**Base de datos**	**Servidor aplicaciones**	**Adaptador para intercambio de datos**
Cliente	COBOL			

E.2. Catálogo de estaciones

Aplicativo web para la gestión de información de las estaciones hidrometeorológicas administradas por autoridades ambientales en el país. El sistema permite hacer consultas por fuentes generadoras entendidas como aquellas entidades dueñas de las estaciones, y por puntos de monitoreo, los cuales son lugares geográficos donde pueden haber varias estaciones que levantan diferentes parámetros. Cuenta con información de:

Oferta superficial
Estaciones de monitoreo

Infraestructura				
Arquitectura	**Lenguaje desarrollo**	**Base de datos**	**Servidor aplicaciones**	**Adaptador para intercambio de datos**
Web		Oracle 10g		Es posible activar mecanismos de XML para el intercambio de datos.

E.3. SIRH

SIRH ofrece una serie de formularios WEB que permiten la centralización de información y cuyo funcionamiento se basa en datos que deben ser diligenciados por las diferentes autoridades ambientales a partir de los expedientes y conceptos que se generen en cumplimiento de sus funciones. Es decir, los usuarios del SIRH son los funcionarios y técnicos de las autoridades ambientales que realizan el monitoreo y control sobre las fuentes hídricas de su jurisdicción. La información que es compilada en los módulos se refiere a: Disponibilidad hídrica, calidad hídrica, gestión integral del recurso hídrico

Los diferentes módulos disponibles en el SIRH están diseñados para consolidar la información requerida en procesos de planificación y ordenación del recurso hídrico y aportar información que permita el análisis y la gestión de los riesgos. Sin embargo, en el marco de la Evaluación Regional del Agua, existen acciones y funcionalidades que deben ser implementadas para mejorar la participación de las autoridades ambientales, mejorar la disponibilidad de información y facilitar el cálculo de los indicadores sobre el estado actual del recurso tales como índices de uso del agua, desabastecimiento hídrico, vulnerabilidad, perfiles de calidad, conflictos de uso o calidad, entre otros.

a. SIRH – FUNIAS

Formulario Único Nacional de Inventario de Puntos de Agua Subterránea (FUNIAS): herramienta web que cuenta con una serie de módulos que permiten describir en detalle las condiciones de un punto de agua subterránea asociando datos de localización, condición general y usos del agua, geología y geomorfología del lugar en donde fue construido el pozo o aljibe, y detalles sobre su construcción y diseño. Este aplicativo también ofrece funcionalidades para realizar el seguimiento al comportamiento del agua en el pozo o aljibe y las condiciones de calidad del agua. Cuenta con información de:

Oferta subterránea
Puntos de aguas subterráneas.
Calidad
Mediciones de calidad de agua subterránea.

b. SIRH – RURH

Sistema de Información para el Registro de Usuarios del Recurso Hídrico (RURH): herramienta Web que facilita a las autoridades ambientales el registro de la documentación de información de personas naturales y jurídicas que hacen uso del recurso hídrico, tanto para el consumo de agua como para generar vertimientos sobre él, consolidar la información requerida en procesos de planificación y ordenación del recurso hídrico, y aportar información que permita el análisis y la gestión de los riesgos. Cuenta con información de:

Demanda
Predios, concesiones, uso del agua.

Infraestructura				
Arquitectura	**Lenguaje desarrollo**	**Base de datos**	**Servidor aplicaciones**	**Adaptador para intercambio de datos**
Web	JAVA	Oracle 11g	JBoss	Es posible activar mecanismos de XML para el intercambio de datos.

c. RUA

Registro Único Ambiental (RUA): aplicativo web que permite el registro de empresas, sus predio, datos legales sobre autorizaciones para el aprovechamiento del recurso, sobre el consumo de energía, aprovechamiento forestal, generación de residuos, acciones de gestión ambiental, concerniente a suelos, aprovechamiento de agua, incluyendo captaciones de agua y vertimientos. Cuenta con información de:

Demanda
Predios, concesiones, uso del agua.

Infraestructura				
Arquitectura	**Lenguaje desarrollo**	**Base de datos**	**Servidor aplicaciones**	**Adaptador para intercambio de datos**
Web	PHP 5	Oracle 11g	OAS	Es posible activar mecanismos de XML para el intercambio de datos.

F. Infraestructura de sistemas de información

F.1. Diagrama de despliegue de sistemas de información

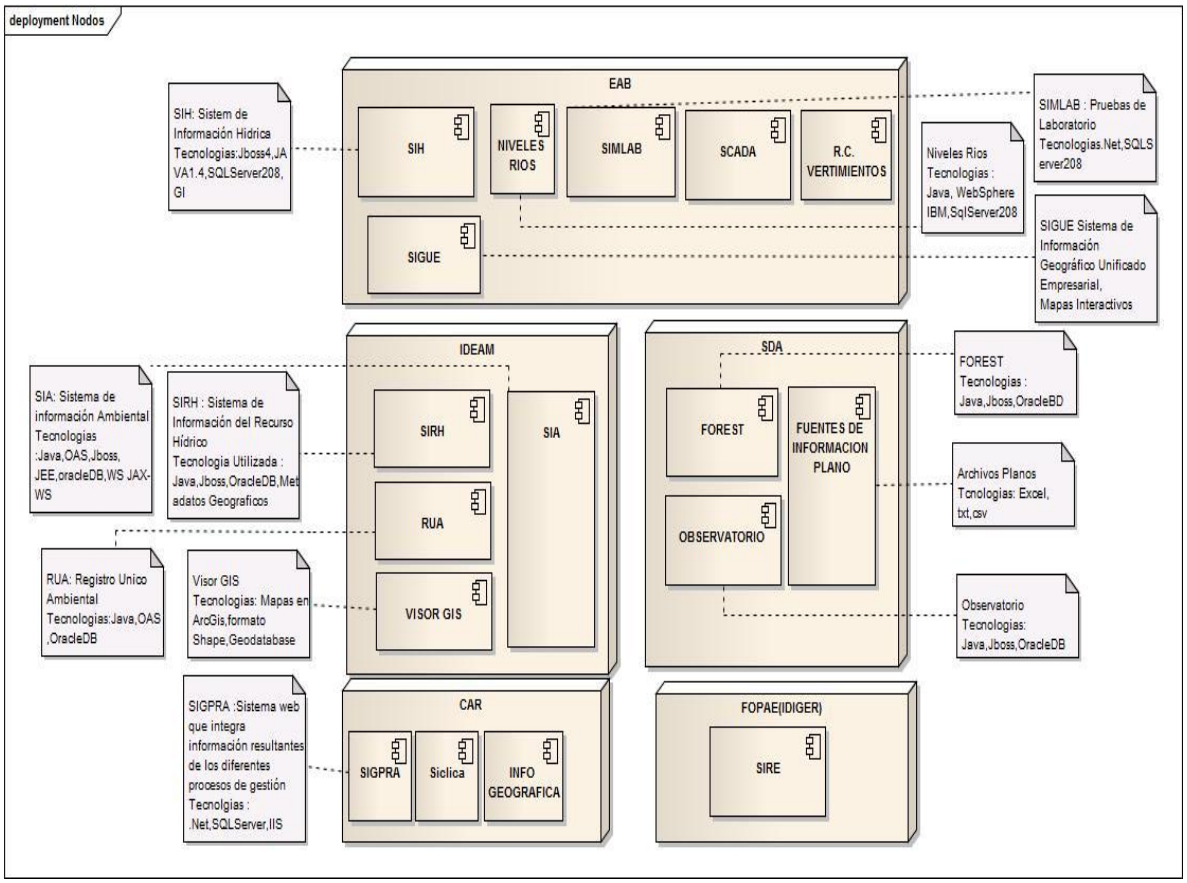
Según información recopilada en cada una de las visitas técnicas para identificar los aspectos claves de los sistemas de información para la evaluación regional del agua ERA, la figura 4 muestra un diagrama donde se especifica el sistema de información y las tecnologías usadas enfocados en una futura integración a mediano plazo.

F.2. Atributos de calidad arquitectónicos

Enfocados en la integración de los diferentes sistemas de información que sirven de insumo para la evaluación regional del agua ERA y con el objetivo de contar con información oportuna para la toma de decisiones, se identifica los atributos de calidad para un sistema de información de integración, así:

- ✓ Interoperabilidad.
- ✓ Calidad de la información.
- ✓ Seguridad (autorización y autenticación).
- ✓ Mantenibilidad.

Figura 4. Diagrama de despliegue para diagnostico técnico del sistema de Información para la ERA



3.2. ANÁLISIS DE VIABILIDAD DE UN SISTEMA INTEROPERABLE

3.2.1. Conveniencia institucional

Tal como se desprende del diagnóstico (sección 3.1), cada una de las entidades de la Región Capital involucradas en la gestión del agua dispone de un sistema de información que maneja diversos aspectos del recurso hídrico, a diferentes escalas y con objetivos similares o complementarios.

Estos sistemas tienen las siguientes características:

- Cada entidad, excepto la Gobernación de Cundinamarca, maneja sus propias redes de levantamiento de información.

- Cada red es independiente una de otra, a pesar de estar midiendo el mismo recurso. Esto lleva a que pueda haber duplicidad, triplicidad o, en algunos casos, cuadruplicidad de empleo de recursos para medir un mismo dato.

- No existe una homologación de equipos, instrumentos y procedimientos, por lo cual en algunos casos la información sobre un mismo parámetro no es comparable. Es decir, la precipitación medida en un mismo punto, por ejemplo, no es la misma si se mide con el equipo y procedimiento adoptado por una entidad, que si se mide con el equipo y procedimiento de otra entidad.

- Cada entidad tiene sus propias reglas de disponibilidad de la información:

    - El IDEAM vende la información, como un mecanismo de autofinanciamiento.
    - La CAR no la vende y publica boletines anuales con la información diaria de cada parámetro hidrometeorológico. Si se requiere de información de un nivel más detallado (subdiaria, pluviogramas, etc), el usuario puede solicitarla y obtenerla, al igual que la información de calidad del agua.
    - La EAB no publica sus datos, ya que éstos son utilizados para fines específicos de operación de sus sistemas de abastecimiento y calidad. Si una entidad los necesita, debe solicitarlos por escrito.
    - La SDA no publica sus datos, pero cuelga resúmenes de los mismos para información pública en la página del Observatorio Ambiental. Si una entidad necesita información más detallada debe solicitarla por escrito.
    - EL FOPAE (hoy IDIGER) no publica sus datos, pues éstos son utilizados para fines específicos de pronóstico de amenazas de origen hidrometeorológico (avenidas torrenciales, deslizamientos, incendios forestales). Si una entidad los necesita debe solicitarlos por escrito.

- Por tanto, no existe intercambio de información entre las redes y/o entidades. Si una entidad necesita información de otra debe adquirirla (caso de la información del IDEAM) o solicitarla formalmente, al igual que cualquier usuario particular.

- Todas las entidades necesitan información de las otras, bien sea para el desarrollo de sus funciones misionales (concesiones de agua, control de vertimientos, gestión de sistemas de aprovechamiento, prevención de amenazas, estudios específicos, conceptos, etc).

Todas estas razones justifican la conveniencia de adoptar un sistema común de información del recurso hídrico en la región, que permita racionalizar el uso de recursos, compartir responsabilidades en la optimización y

gestión de redes de monitoreo, compartir información, adoptar sistemas comunes de difusión o puesta al público de la información, mejorar los sistemas de pronóstico de amenazas, etc.

3.2.2. Viabilidad institucional

Según necesidades de información de cada entidad, el inventario técnico recopilado de las diferentes entidades, las intervenciones técnicas de los funcionarios y de acuerdo con los requerimientos funcionales de los líderes temáticos de cada entidad, se evidencia la viabilidad institucional de implantar un Sistema de Información interoperable entre las distintas entidades con el fin de compartir la información disponible entre ellas, para lo cual se debe tener en cuenta lo siguiente:

- ✓ Cada una de las entidades cuenta con aplicaciones empresariales o sistemas de información que aportan a la ERA, muchas de ellas con tecnologías en común que facilitan en gran medida la integración entre ellas.
- ✓ Las diferentes entidades cuentan con información geográfica clave para las identificaciones de los puntos de monitoreo del recurso hídrico, según sus propias necesidades. cada cuenca donde se realice los diferentes trabajos de campo y demás datos importantes para la ERA.
- ✓ Posibilidades técnicas de interactuar entre los sistemas de información específicos de cada entidad permitiendo integrar la información disponible por cada una de estas entidades.

No obstante, la viabilidad de un sistema interoperable exige tomar decisiones en los siguientes campos por cada una de las entidades:

1) Identificar la información que cada entidad está dispuesta a compartir con las demás, sin que se afecten sus intereses económicos o misionales. Por ejemplo, indicadores ERA, resúmenes anuales, información diaria, información subdiaria, aforos y curvas de calibración, etc.
2) Homologación de equipos y procedimientos de medición. Esto no implica que los equipos sean de la misma marca pero sí que trabajen con las mismas precisiones. Para la homologación de los procedimientos, es necesario adoptar protocolos comunes, acorde con los protocolos de la autoridad nacional hidrometeorológica (IDEAM).
3) Homologación de procedimientos de procesamiento, revisión, verificación y validación de datos, en forma tal que la información cumpla con los estándares, especificaciones y objetivos de las entidades.
4) Adoptar sistemas comunes de difusión o puesta a disposición del público de la información generada.
5) Proteger la información y los datos de manera que los usuarios o los sistemas no autorizados no puedan acceder a ellos para realizar operaciones, y la capacidad de aceptar el acceso a los datos de los usuarios o sistemas autorizados.

Una vez que se tomen las decisiones de los puntos 1 a 5 anteriores, se puede pasar a la selección de la alternativa que cumpla mejor los objetivos de la integración y al diseño del sistema de información interoperable.

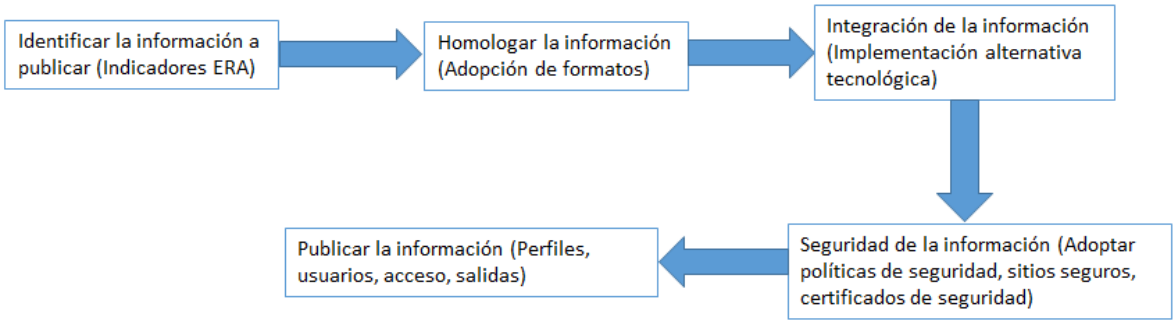
3.2.3. Viabilidad técnica de implantar un sistema de información interoperable

Para determinar si técnicamente es viable implantar un sistema de información interoperable que integre los sistemas de información de las entidades se realizará un análisis de las siguientes actividades:

- Identificación de alternativas tecnológicas.
- Análisis de alternativas.
- Evaluación y comparación de alternativas.
- Recomendación de la alternativa viable.

Con base al diagnóstico de información previo mencionado en el punto 3.1.2. y a la infraestructura detectada a nivel de cada entidad en el punto 3.1.3., en la figura 5 se muestra las fases a tener en cuenta para la interoperabilidad de los sistemas de información entre entidades:

Figura 5. Fases a tener en cuenta para la interoperabilidad de los SI entre entidades



A. Identificación de alternativas tecnológicas para el desarrollo de un sistema de información interoperable

Se han identificado tres alternativas, en función de la información que las entidades estén dispuestas a compartir dentro del sistema:

- A1: Alternativa orientada a indicadores ERA
- A2: Alternativa orientada a servicios
- A3: Alternativa de repositorio central

En las discusiones de socialización se propuso una cuarta alternativa, que busca aprovechar las fortalezas existentes en algunas de las entidades distritales:

- A4: Alternativa de repositorio central en entidad

A.1 Alternativa orientada a indicadores ERA

Modelo

Es la más sencilla de las alternativas. Consiste en que cada entidad abre un módulo o visor dentro de su página web, titulado “Indicadores ERA”, en el cual cuelga la información de los indicadores ERA de cada una de las cuencas, en la medida en que la ERA se vaya desarrollando en las distintas cuencas bajo la responsabilidad de cada entidad (ver figura 6). En el caso específico del Distrito Capital, estas cuencas o unidades análisis son:

1) Cuenca del río Tunjuelo (piloto)
2) Cuenca del río Fucha
3) Cuenca del río Salitre
4) Cuenca de Torca – Guaymaral
5) Cuenca alta del río Teusacá (hasta embalse de San Rafael)
6) Cuenca del Chingaza (hasta el embalse del Chuza)
7) Cuenca alta del río Guayuriba (ríos Chochal y Santa Rosa, cabeceras del río Blanco)
8) Cuenca alta del río Sumapaz (quebradas Las Vegas, Chorreras, El Tunal)

Además del valor de cada indicador, el módulo debe mostrar para cada cuenca:

- Mapa de la cuenca y su localización en la Región Capital
- Descripción, significado, valor y mapa de cada indicador en la cuenca
- Datos básicos empleados para el cálculo del indicador, por ejemplo, ETR, ETP, temperatura y precipitación media anual, en el caso del índice de aridez). En lo posible, mapas de los parámetros básicos empleados.
- Variación histórica del indicador (en el primer año de ERA sólo habrá un dato)

Ventajas

- Exige el mínimo esfuerzo técnico
- Es un comienzo de integración, para futuras etapas posteriores de mayor integración, si así se decide posteriormente.
- Representa un mínimo costo, reducido a diseño del módulo o visor y su integración a la página web de cada entidad, y al ingreso de la información de cada cuenca y sus indicadores en la medida en que se elabore la ERA para cada una de ellas.
- No exige control sobre el uso de información de las distintas entidades.

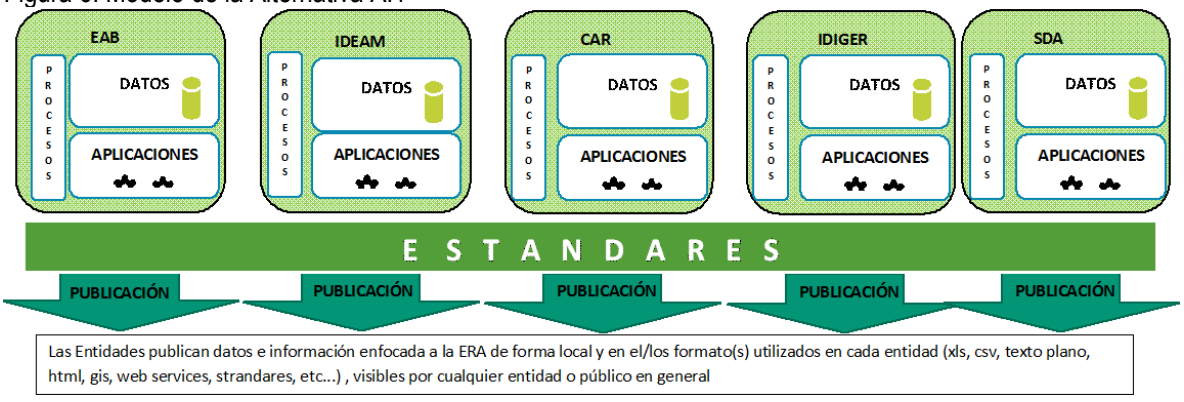
Desventajas

- No representa, en realidad, una integración de servicios ni de los sistemas de información.
- La situación en materia de desintegración de redes y protocolos de medición y procesamiento de datos puede seguir igual.

Riesgos

- Que entidades no elaboren las ERA (por falta de recursos, etc).
- Que entidades se alejen de la metodología IDEAM para el cálculo de los indicadores.
- Dificultad de comparación de indicadores entre cuencas diferentes por diferencias en escalas de los mapas que sirvieron de base.

Figura 6. Modelo de la Alternativa A.1



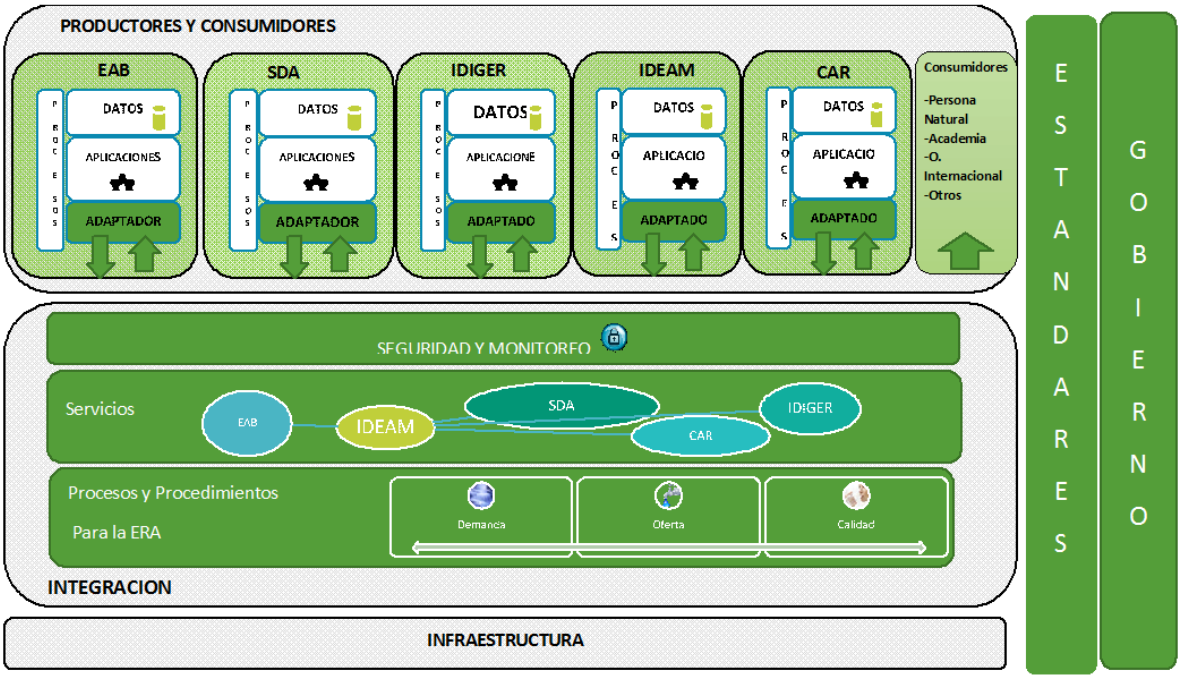
A.2. Alternativa orientada a servicios

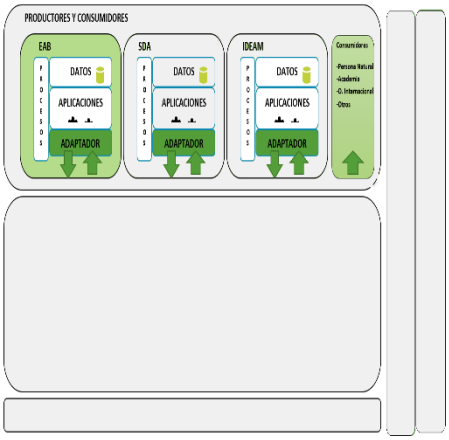
Alternativa de solución para un Sistema de Información descentralizado, donde cada participante o entidad productora es dueña de sus datos exponiendo/compartiendo a su criterio y según sus procesos internos, información como servicios para el beneficio de la comunidad interesada.

Modelo

La figura 7 muestra los esquemas del modelo y descripción de los componentes correspondientes a la alternativa A.2.

Figura 7. Modelo de la alternativa A.2





Productores y consumidores: Son entidades (Inicialmente públicas) que a través de sus procesos internos producen información ambiental, y también en su actividad diaria necesitan información de otras organizaciones.

Para esta alternativa de solución, las entidades que se integren y desean compartir/consumir información, se hace necesario desarrollar un mecanismo de adaptación para exponer parte de la información generada, cabe anotar que son adaptadores externos a sus aplicaciones misionales y no debe generar impacto en los sistemas de información de cada entidad.

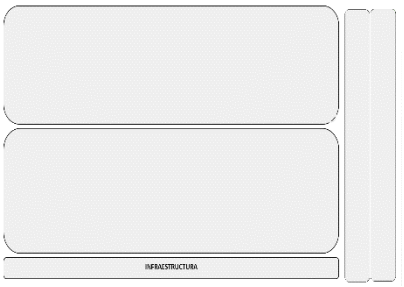
Existen quienes solo consumen información como la academia, personas naturales, organizaciones internacionales y otras, las cuales podrían consumir los servicios prestados, previa explicación de lo expuesto (origen de la información, el tratamiento formulas y demás mecanismos utilizados para su producción etc.).

Integración: Se propone una capa de integración donde se organiza, se listan y se enrutan los diferentes servicios que exponen o comparten las entidades participantes, dejando disponible a la comunidad en general.

La capa de integración permite la interoperabilidad entre las entidades debido a que las diferentes plataformas tecnológicas utilizadas por éstas no generan ninguna restricción para compartir y consumir dichos servicios.

También contempla un componente de seguridad, con el cual se asegura la información y servicios compartidos o expuestos por las entidades, para que ésta no sea alterada por entes externos y sea confiable para su consumo

Dentro de esta capa se propone realizar los procesos y/o procedimientos enfocados a la ERA, donde se alimenta de los servicios expuestos por las diferentes entidades generando indicadores y demás información para la evaluación regional del agua.

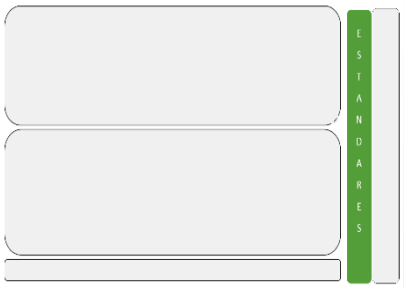


Infraestructura: Plataforma tecnológica que soporta la capa de integración y a su vez toda la alternativa de solución propuesta.

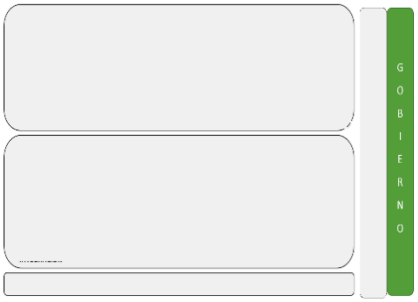
Adoptando un estilo de arquitectura orientada a servicios, transforma la forma de trabajar de los stakeholder y cómo participa dentro de los procesos de la entidad y la integración con otras entidades, exponiendo y consumiendo servicios para lograr sus objetivos.

Para su adopción es necesario una infraestructura que cuente con servidores, balanceadores, unidades de discos, una red de datos y demás hardware con capacidades aceptables que cumplan los requerimientos de las herramientas de software que soportan un estilo SOA.

Estas herramientas son ofrecidas en el mercado por diferentes proveedores en los cuales se listan los más comunes en entidades del estado y privadas en Colombia como los son: IBM, Oracle, Redhat, Microsoft.



Estándares: Es una capa transversal de la alternativa de solución propuesta donde se debe establecer y adoptar estándares para un optima comprensión entre las entidades, también es necesario que las entidades definan en lo posible términos comunes utilizados en sus actividades diarias y compartirlas con la comunicada.



Gobierno: Para soportar toda la alternativa de solución es de suma importancia y carácter obligatorio una gobernabilidad de la solución, externa al tema técnico.

De esta capa de gobierno se establecen lineamientos para las entidades participantes, donde se consigne presupuesto para soportar la operación y futuras actualizaciones y/o adaptaciones al cambio de cualquier índole, resolver diferencia y demás temas que se generan en la integración, que al aumentar los participantes se torna más compleja.

Ventajas

- ✓ Permite fácil escalabilidad.
- ✓ Favorece la reutilización.
- ✓ Agilidad por desarrollo en paralelo.
- ✓ Reduce el nivel de acoplamiento.
- ✓ Clara definición en los roles de seguridad.
- ✓ Permite la interoperabilidad.
- ✓ Agilidad en el mantenimiento.
- ✓ Facilidad para la integración de tecnologías.

Desventajas

- ✓ Tecnologías heterogéneas.
- ✓ Demoras en la implementación de estándares.

Riesgos

- ✓ Demanda de participación activa de las entidades.
- ✓ La estimación de tiempo para la alternativa de solución es amplia.
- ✓ Alto costo de la infra estructura a utilizar para soportar la operación.
- ✓ Los directivos debe concientizarse del costo beneficio de la alternativa de solución.
- ✓ Criterio común entre los directivos de la organización.
- ✓ Interés político y cambio de dirigentes que apoyan el proyecto.

Actividades en las entidades

- De los sistemas de información y BD identificados en el diagnóstico, detectar los componentes candidatos a ser expuestos para la integración entre entidades, por medio de los adaptadores a construir (Esto se realiza en la identificación de servicios por medio de las técnicas como top dow o bottom up aprovechando los sistemas y demás componentes de software de la entidad).
- Construir adaptadores basados en una arquitectura de servicios por medio de servicios web JAX-WS o REST.
- Exponer los servicios web en un medio de fácil consulta transporte e integración como ESB (Bus Empresarial de Servicios).

Actividades en capa de integración

- Conformar mesas de trabajo para la definición y/o adopción de estándares para el intercambio de mensajes entre entidades.
- Definición de mecanismos de seguridad, monitoreo y control de los servicios publicados.
- Disponer de plataforma tecnológica de infraestructura.
- Orquestar los diferentes servicios publicados de las entidades enfocados a la generación de indicadores para la ERA y componentes de toma de decisiones.

Actividades en capa de infraestructura

- Definir entre entidades los mecanismos de selección de la infraestructura a utilizar y/o adquirir para la alternativa de solución.
- Definir roles para el soporte operativo de la infraestructura al momento de producción.
- Definir actividades de contingencia.
- Selección de herramientas a utilizar para la alternativa de solución (seleccionar proveedor como IBM, ORACLE o utilización de herramientas OPENSOURCES) Nota: Herramientas de software que facilitan la puesta en marcha de la alternativa de solución como es el ESB (Bus Empresaria de Servicios), Monitor, Orquestación y otros.

Se identifica la necesidad de un estándar liviano para el intercambio de datos entre aplicaciones de negocio de las diferentes entidades, con las características de un servicio web:

- ✓ Orientado a Mensaje
- ✓ Basado en XML
- ✓ Independiente del lenguaje de programación
- ✓ Accedido por internet
- ✓ Bajo acoplamiento
- ✓ Servicio WEB
- ✓ ESB: es un mediador encargado de entregar mensajes entre componentes de software.

A.3. Alternativa de repositorio central

Alternativa de solución para un Sistema de Información centralizado, al cual cada una de las entidades participantes envía los datos que genera, y donde se clasifica, se organiza, se procesa y finalmente se publica la información para el consumo de las entidades participantes y la comunidad. La figura 8 muestra el modelo y los componentes de esta alternativa.

Ventajas

- ✓ Información centralizada administrada por una sola entidad.
- ✓ Es altamente mantenible al ser administrable a través de una aplicación centralizada.

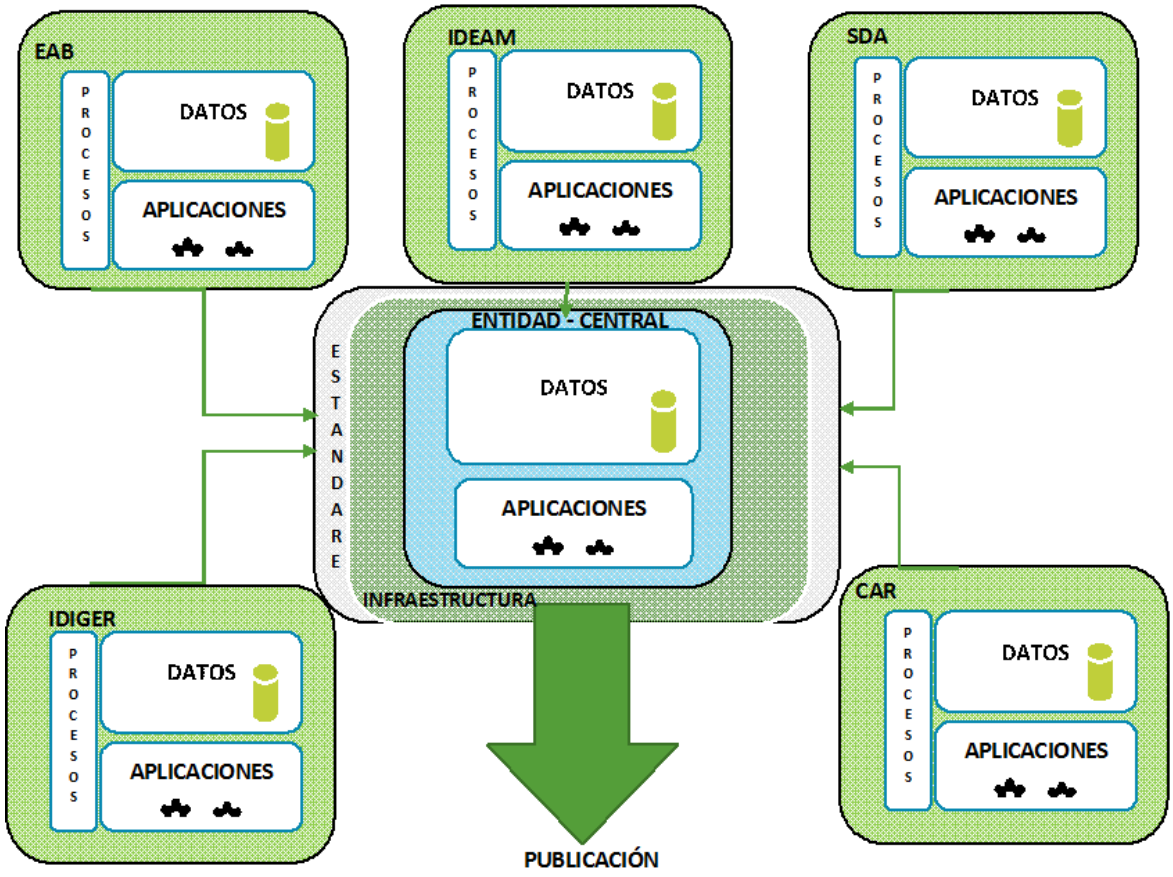
Desventajas

- ✓ Se debe tener un proceso de sincronización y la información no estará disponible en tiempo real.
- ✓ Tiempos altos en los procesos de desarrollo para la implementación de la aplicación centralizada.
- ✓ Puede presentarse atrasos en la entrega de resultados.
- ✓ Definiciones de prioridades pueden afectar a los usuarios.

Riesgos

- ✓ La gobernabilidad de los datos y aplicaciones de las diferentes entidades.
- ✓ La diferencia entre las plataformas tecnológicas de las organizaciones participantes.
- ✓ Sincronización de los tiempos, estructuras y datos solicitados.
- ✓ Sobrecarga de funciones para la entidad centralizada y presupuesto para su plataforma y necesidades técnicas para la publicación y soporte.

Figura 8. Modelo de la alternativa A.3



A.4. Alternativa de repositorio central en entidad

Se diferencia de la Alternativa A3 en que para la conformación del sistema interoperable se parte de un sistema existente (Aplicación legada) en una de las entidades socias del Convenio 011/2013, que podría llamarse la

entidad líder, que ya tenga en marcha un sistema de compartir información hidrometeorológica con otra u otras entidades. De esta forma, el trabajo consistiría en construir módulos y/o formatos para el ingreso de la información de los temas faltantes enfocados a la ERA.

Las entidades se articulan por medio del registro de nuevos usuarios y roles al sistema, interactuando con el sistema vía internet utilizando los nuevos módulos y/o formatos para la ERA.

La figura 9 muestra el modelo y los componentes de esta alternativa.

Ventajas

- ✓ Información centralizada administrada por una sola entidad.
- ✓ Es altamente mantenible al ser administrable a través de una aplicación centralizada.
- ✓ Bajo costos para su modificación
- ✓ Se trabaja sobre los construido aprovechando el software existente de la entidad líder y

Desventajas

- ✓ Disponibilidad de los datos puede tardar.
- ✓ Actualizaciones del sistema con poca frecuencia.
- ✓ Dependencia del sistema con entidad líder.
- ✓ Al presentarse fallas de comunicación en la entidad líder ninguna entidad podrá interoperar con esta entidad.

Riesgos

- ✓ La gobernabilidad de los datos y aplicaciones de las diferentes entidades.
- ✓ Sincronización de los tiempos, estructuras y datos solicitados.
- ✓ Sobrecarga de funciones para la entidad centralizada y presupuesto para su plataforma y necesidades técnicas para la publicación y soporte.

Actividades

1. Selección de la entidad líder.

   Para la selección se propone una entidad líder que cuente con un sistema de intercambio de datos hidrometeorológicos. De acuerdo con el análisis y verificación de las entidades participantes, la situación es la siguiente, la cual debe ser corroborada en la fase de diseño:

   IDEAM. Esta entidad cuenta con diferentes sistemas de información con información hidrometeorológica y se encuentra desde hace varios años en un proceso de migración hacia la base de datos ORACLE, donde sus esfuerzos están centrados en este proceso y una carga adicional como líder no sería oportuna. Además, su naturaleza de autoridad nacional no sería compatible con una responsabilidad de alcance regional.

   SDA. Esta entidad actualmente cuenta con sistemas de información que manejan información hidrometeorológica parcial. Para su empleo como entidad líder sería necesario ampliar

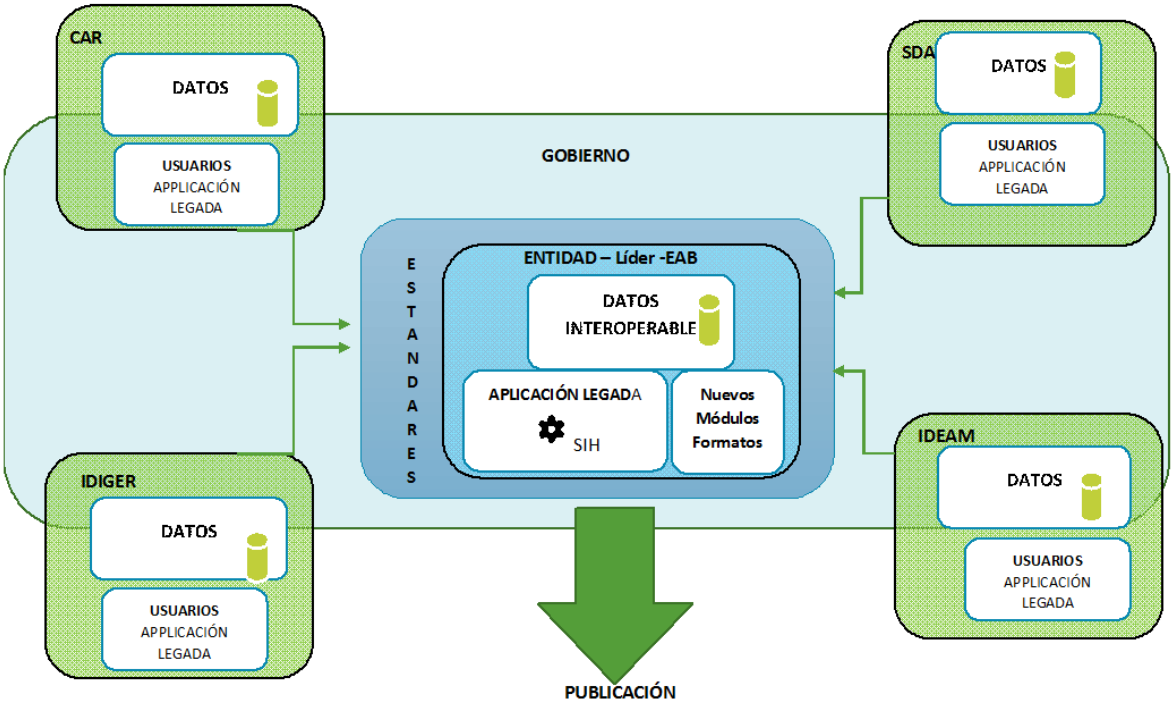
considerablemente la información a manejar y, por tanto, la infraestructura del sistema. La entidad no cuenta con un sistema de intercambio de datos hidrometeorológicos con otras entidades.

CAR. Esta entidad actualmente cuenta con diferentes sistemas de información que manejan en forma independiente información sobre los diversos componentes del sistema hídrico. No obstante, no dispone de un sistema de información de intercambio entre entidades.

EAB. Cuenta con un sistema de información hidrológico, el cual ya inició un proceso de intercambio de datos con el IDEAM y ha logrado avances importantes. Este sistema se puede reforzar con algunas modificaciones y articularlo con las demás entidades, para el manejo de la información de la ERA.

De lo anterior se puede concluir que el SIH de la EAB sería el sistema de información que mejor podría responder a una ampliación para conformar el SIRRH.

Figura 9. Modelo de la alternativa A.4



2. Negociación y suscripción del Convenio o adenda al Convenio 011/2013 y determinación de la gobernanza del sistema a cargo de la entidad líder.

3. Contratación del diseño de los formatos de ingreso y salida de la información que no está aún en el sistema compartido de la entidad líder. Estos formatos tendrán el mismo tipo de los formatos del actual SIRH del IDEAM.

4. Agregar nuevos usuarios al actual sistema compartido.

5. Cada entidad que ingrese como nuevo usuario debe implementar el uso de los formatos y rutinas para ingreso y salida de su información al sistema (la mayoría ya los tiene, como CAR, EAB).

6. Agregar (ingresar) información.

7. Conformación de la base de datos interoperable.

8. Estimación de los indicadores ERA a partir de la base de datos.

9. Utilización de la información de la base de datos para los fines propios de cada entidad.

B. Comparación de alternativas tecnológicas para el desarrollo de un sistema de información interoperable

Para la comparación de las alternativas identificadas y descritas en la sección A de esta sección, se propone una calificación multicriterio, con base en los criterios indicados en la tabla 15. Para cada criterio se proponen varias clases, cada una con un valor, que es el número que entra en la matriz de la tabla 16.

Tabla 15. Criterios para la calificación de las alternativas

Criterio	Clases	Valor
1. Limitaciones por entidad (por venta de información, restricciones actuales de uso, otras)	Muy bajas o pocas	1,0
	Bajas o pocas	0,7
	Moderadas	0,5
	Altas	0,3
	Muy altas	0,1
2. Facilidad de implementación (requerimientos de ajustes tecnológicos en los sistemas actuales)	Muy fácil	1,0
	Fácil	0,7
	Moderadamente difícil	0,5
	Difícil	0,3
	Muy difícil	0,1
3. Nivel de complejidad (integración bases de datos, software, hardware, adopción de protocolos comunes)	Muy poco complejo	1,0
	Poco complejo	0,7
	Moderadamente complejo	0,5
	Altamente complejo	0,3
	Extremadamente complejo	0,1
4. Facilidad de operación y mantenimiento (ingreso de información, procesamiento, disponibilidad)	Muy fácil	1,0
	Fácil	0,7
	Moderadamente difícil	0,5
	Difícil	0,3
	Muy difícil	0,1
5. Valor de inversión inicial por entidad (diseño, adquisición de equipos, software, montaje y puesta en servicio)	Muy bajo (< 10 millones COP)	1,0
	Bajo (10-50 millones COP)	0,7
	Moderado (50-100 millones COP)	0,5
	Alto (100-200 millones COP)	0,3
	Muy alto (>200 millones COP)	0,1
6. Costo de operación y mantenimiento anual por entidad (personal, mantenimiento equipos y software SIRRH, sin incluir operación de redes de monitoreo)	Muy bajo (< 10 millones COP)	1,0
	Bajo (10-20 millones COP)	0,7
	Moderado (20-50 millones COP)	0,5
	Alto (50-100 millones COP)	0,3
	Muy alto (>100 millones COP)	0,1
7. Integración real de los sistemas de información (cantidad y calidad de información realmente compartida)	Muy baja	0,1
	Baja	0,3
	Moderada	0,5
	Alta	0,7

Criterio	Clases	Valor
	Muy alta	1,0
8. Adaptabilidad a nuevos estándares o normativas para integración de datos nacionales e internacionales	Muy baja	0,1
	Baja	0,3
	Moderada	0,5
	Alta	0,7
	Muy alta	1,0
9. Custodia y seguridad de los datos (capacidad de facilitar los datos de forma dinámica y oportuna)	Muy baja	0,1
	Baja	0,3
	Moderada	0,5
	Alta	0,7
	Muy alta	1,0
10. Contingencia y disponibilidad (capacidad de reaccionar después de una eventualidad que impacta el o los sistemas)	Muy baja	0,1
	Baja	0,3
	Moderada	0,5
	Alta	0,7
	Muy alta	1,0
11. Confiabilidad del sistema (los usuarios pueden estar seguros del buen manejo de sus datos y de la calidad de los resultados)	Muy baja	0,1
	Baja	0,3
	Moderada	0,5
	Alta	0,7
	Muy alta	1,0
12. Oportunidad (los usuarios pueden esperar resultados de manera oportuna, según las necesidades de cada entidad)	Muy baja	0,1
	Baja	0,3
	Moderada	0,5
	Alta	0,7
	Muy alta	1,0

Con base en los criterios descritos en la tabla 15, en la tabla 16 se propone la calificación de cada criterio por alternativa.

Tabla 16. Calificación bruta de cada criterio por alternativa

Criterios	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4
1. Limitaciones por entidad	0,70	0,50	0,30	0,30
2. Facilidad de implementación	0,70	0,50	0,30	0,60
3. Nivel de complejidad	0,70	0,50	0,30	0,60
4. Facilidad de operación	1,00	0,50	0,10	0,70
5. Valor de la inversión inicial	1,00	0,10	0,10	0,50
6. Costo anual de operación y mantenimiento	1,00	0,50	0,10	0,70
7. Integración real de los sistemas de información	0,10	0,50	1,00	1,00
8. Adaptabilidad a nuevos estándares	1,00	0,50	0,50	0,50
9. Custodia y seguridad de los datos	1,00	0,50	0,50	0,50
10. Contingencia y disponibilidad	1,00	0,50	0,50	0,50
11. Confiabilidad	0,50	0,70	0,70	0,70
12. Oportunidad	0,70	0,50	0,50	0,70
Promedio	**0,78**	**0,48**	**0,41**	**0,61**

No obstante, es fácilmente observable que no todos los 12 criterios seleccionados deben tener el mismo peso en la calificación global. En efecto, hay dos criterios, el 7 –Integración real de los sistemas de información- que representa el objetivo del sistema interoperable, es decir el objetivo del proyecto, y el 9 – Custodia y seguridad de los datos – que es básico para la calidad del sistema. Por tanto, estos criterios deben tener un valor más

alto. Por ello, se les ha asignado una ponderación del 15%. Otros criterios de importancia relevante son el 2 – facilidad de implementación-, pues representa las resistencias de las entidades a los cambios, surgidas de la inercia de las mismas, y el 8 – adaptabilidad a nuevos estándares –que representa la posibilidad de adecuación tecnológica. Por ello se ha dado a estos criterios una ponderación de 10%. A cada uno de los demás criterios se les ha dado un peso entre 5 y 10%, a criterio del Consultor. La tabla 17 muestra la calificación de los criterios, utilizando las ponderaciones propuestas.

Tabla 17. Calificación ponderada de cada criterio por alternativa

Criterios	Peso %	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4
1. Limitaciones por entidad	5%	0,035	0,025	0,015	0,015
2. Facilidad de implementación	10%	0,070	0,050	0,030	0,060
3. Nivel de complejidad	10%	0,070	0,050	0,030	0,060
4. Facilidad de operación	5%	0,050	0,025	0,005	0,035
5. Valor de la inversión inicial	10%	0,100	0,010	0,010	0,050
6. Costo anual de operación y mantenimiento	5%	0,050	0,025	0,005	0,035
7. Integración real de los sistemas de información	15%	0,015	0,075	0,150	0,150
8. Adaptabilidad a nuevos estándares	10%	0,100	0,050	0,050	0,050
9. Custodia y seguridad de los datos	15%	0,150	0,075	0,075	0,075
10. Contingencia y disponibilidad	5%	0,050	0,025	0,025	0,025
11. Confiabilidad	5%	0,025	0,035	0,035	0,035
12. Oportunidad	5%	0,035	0,025	0,025	0,035
Promedio ponderado	**100%**	**0,750**	**0,470**	**0,455**	**0,625**

De acuerdo con los resultados de la matriz de la tabla 17, la alternativa más favorable económicamente y en tiempo de implementación sería la 1, pero esta alternativa no propone una solución adecuada a la integración dinámica de información entre las entidades.

La alternativa 4 es la más favorable, pero ella se enfrenta a que las entidades acepten la existencia de una entidad líder para el manejo del sistema de información. Por ello, en caso de no llegarse a un acuerdo, se propone la alternativa 2, que ocupa el siguiente lugar en puntaje, debido a que encierra una solución dinámica al problema de integración entre las entidades y además contempla la integración con nuevas entidades ya sean públicas o privadas.

Esta Consultoría considera que una integración total como un servicio exterior a las entidades, como la involucrada en la Alternativa 3, sólo sería posible en el largo plazo, una vez se gane experiencia con una integración de menor nivel. Por tanto, se recomienda trabajar en función de la alternativa 4 – Alternativa de repositorio central en entidad – y, como segunda opción, la alternativa 2 –Alternativa orientada a servicios.

La información a compartir sería la indicada en la tabla 18. Para mayor detalle sobre la información necesaria, ver sección 3.1 y Anexo 2 del Producto 1.

Tabla 18. Información a compartir en las dos alternativas del proyecto ERA, a nivel de cuenca

Componente	Alternativas 2 y 4
OFERTA	Resúmenes multianuales (a nivel mensual) de caudales, precipitación, temperatura, evaporación, ETP y ETR. Caudales ambientales. Caudales disponibles. Balance hídrico por cuenca. Indicadores anuales ERA de oferta.

Componente	Alternativas 2 y 4
DEMANDA	Resúmenes anuales de consumo de agua superficial por sector. Registro de captaciones y concesiones de agua superficial por uso. Caudales de transvase. Mapas de captaciones. Modelo hidrogeológico conceptual (MHC) a nivel de cuenca hidrogeológica y acuífero. Características hidrogeológicas, hidráulicas e hidrogeoquímicas de los acuíferos. Recarga neta anual por acuífero. Registro de pozos y extracción de agua subterránea por uso y/o sector. Indicadores anuales ERA de demanda.
CALIDAD	Registro anual de vertimientos por usuario y sector, caudales y cargas vertidas, factores de emisión por tipo y tamaño de usuario. Mapas de vertimientos. Resúmenes anuales de calidad en los puntos de la red superficial y subterránea. Resúmenes anuales de muestreos hidrobiológicos. Indicadores ERA de calidad.
RIESGOS	Indicadores anuales IRH e IUA. Cartografía de cuencas a escala 1.25.000 mínimo. Mapas de pendientes y red hidrográfica. Índices de densidad de drenaje, compacidad y pendiente. Índice de torrencialidad. Curva de duración de caudales medios diarios multianuales. (y/o curva de duración de caudales medios mensuales multianuales). Índice variabilidad. Mapa geológico, con información sobre litología, suelo y profundidad de los acuíferos, en relación con MHC. Indicadores ERA de riesgo.

3.2.4. Recomendación de alternativa viable

De acuerdo con lo expuesto en la sección anterior, la alternativa recomendada para la implementación inicial del Sistema de Información Regional del Recurso Hídrico interoperable es la Alternativa 4, seguida por la alternativa 2.

Alternativa A-4. Alternativa de repositorio central en entidad

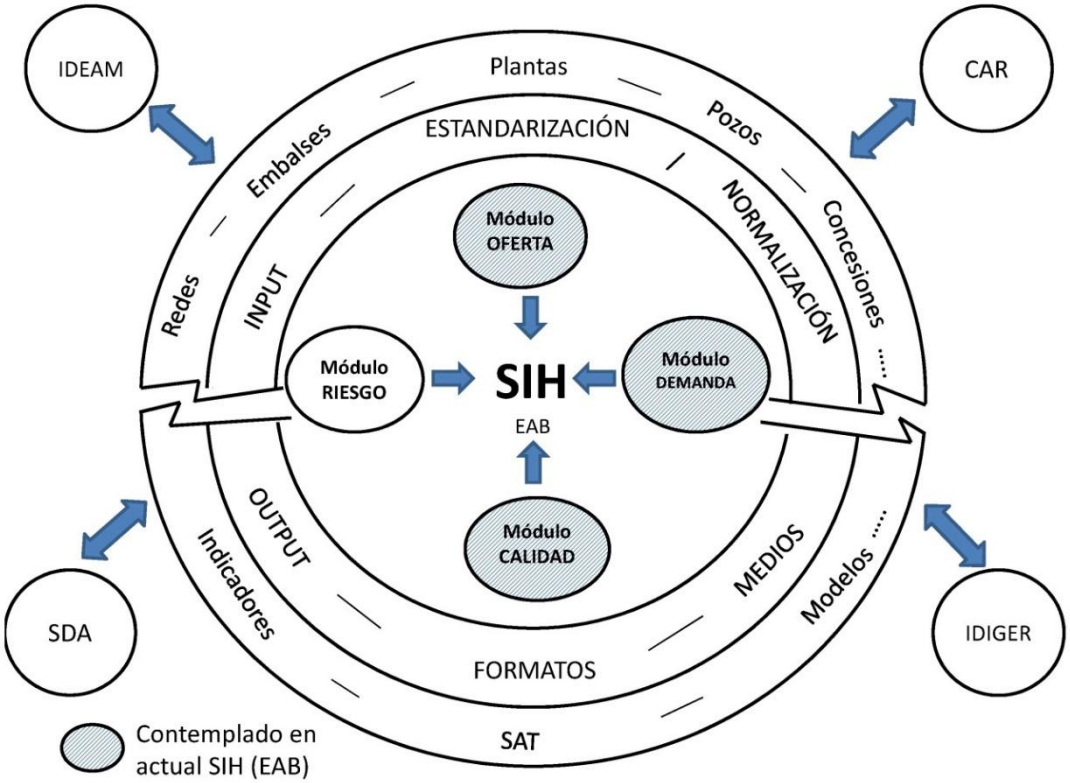
Como se dijo anteriormente, la Alternativa A4*, Alternativa de repositorio central en entidad,* se diferencia de la Alternativa A3 en que para la conformación del sistema interoperable se parte de un sistema existente en una de las entidades socias del Convenio 011/2013, que podría llamarse la entidad líder, que ya tenga en marcha un sistema de compartir información hidrometeorológica con otra u otras entidades. De esta forma, el trabajo consistiría en construir y poner en operación nuevos formatos y aplicativos para el ingreso de la información de los temas que haga falta. La ventaja competitiva reside en que estos servicios, al ser comunes para casi todas las entidades, se pueden reutilizar ajustándolos a las estrategias y necesidades específicas del proyecto, debido a que esta arquitectura posee las siguientes características:

- ✓ Información centralizada administrada por una sola entidad.
- ✓ Es altamente mantenible al ser administrable a través de una aplicación centralizada.
- ✓ Se aprovecha la experiencia existente en materia de compartir información.
- ✓ Sólo implica la ampliación de componentes temáticos y la integración de nuevos usuarios del sistema.
- ✓ Tiempos bajos en el desarrollo de la implementación del sistema.

La figura 10 muestra una esquematización de esta alternativa, en la cual se parte del supuesto de que el sistema base sea el SIH de la EAB. El SIH ya maneja información de oferta, demanda y calidad de agua, si bien no cubre todos los parámetros de la ERA. En la parte superior del esquema se muestran los insumos (input), para cuyo manejo es necesario adelantar labores de estandarización y normalización. La información a procesar

proviene de redes de estaciones, operación de embalses, plantas de tratamiento, pozos de agua subterránea y concesiones. En la parte inferior del esquema se observan los productos (output), en forma de formatos y otros tipos de medios, los cueles pueden abarcar los indicadores ERA u otros, información del Sistema de Alerta temprana (SAT), modelos hidrológicos y de calidad, etc. El corazón (parte central) está conformado por los aplicativos o módulos del SIH para el procesamiento de la información de oferta, demanda, calidad y riesgo del sistema hídrico.

Figura 10. Modelo operativo de la Alternativa 4 con base en el SIH de la EAB



Alternativa A-2. Alternativa orientada a servicios

El proceso de integración de sistemas de información en el sector público es complejo, especialmente cuando se deben cumplir requisitos de interoperabilidad en los niveles semántico y de la lógica del negocio. Para tener éxito en un proyecto de integración de estas características, es fundamental el uso de una metodología de desarrollo unificada que permita analizar de forma separada diferentes aspectos de la arquitectura del sistema, como por ejemplo los procesos de la organización, la información a ser procesada, la distribución de componentes, así como aspectos específicos de las tecnologías a emplear. Al implementar una solución de negocio bajo una arquitectura orientada a servicios, la palabra clave es Servicio, el cual es una unidad de trabajo que se ejecuta por un proveedor para obtener un resultado final y que es requerido o utilizado por un consumidor. Los servicios corresponden a funciones del negocio que, cuando son invocadas, ejecutan una tarea específica. La ventaja competitiva reside en que estos servicios, al ser comunes para casi todas las entidades, se pueden reutilizar ajustándolos a las estrategias y necesidades específicas del negocio, debido a que esta arquitectura posee las siguientes características:

- ✓ Un servicio expone una interface bien definida soportada en estándares.
- ✓ Un servicio oculta detalles relacionados con la implementación del mismo.
- ✓ La invocación del servicio se hace mediante mecanismos basados en estándares abiertos.
- ✓ Un servicio es publicado por un proveedor para que sea consumido por uno o más clientes (aplicaciones, procesos, etc.)
- ✓ Los servicios son desacoplados (modulares), autónomos e independientes.
- ✓ Un servicio es reutilizable al poder ser invocado por diferentes aplicaciones.

3.3. PROPUESTA DE DISEÑO

3.3.1. Aspectos generales

Según las necesidades y requerimientos no funcionales expuestos, es necesario contar con una transformación de un modelo del diseño a implementar, justificando cómo la arquitectura cumple con los requerimientos funcionales y requerimientos no funcionales, donde se evidencie los componentes que se interrelacionan y la participación de cada una de las entidades involucradas y prever a futuro la integración de nuevos involucrados.

Es importante que dentro de la propuesta de diseño, dada su fase temprana, se contemplen, adopten y difundan buenas prácticas, como la utilización de patrones arquitectónicos que se adapten a la construcción de los diferentes componentes de software, y la utilización de notaciones de modelado de software, donde se empleen herramientas y lenguajes de modelado, como lo hace UML, y con las cuales se pueda elaborar diferentes vistas del sistema de información.

Es igualmente importante contextualizar una arquitectura candidata de solución, cuyos puntos se puedan discutir con los líderes técnicos de cada uno de las entidades, y evidenciar posibles riesgos que se puedan presentar antes de iniciar el desarrollo de un componente de alto impacto en la solución y donde también se puedan evidenciar los componentes colaborativos que se pueden encontrar en cada una de las entidades (ver diagnóstico de sistemas de información) a disposición de la solución.

Se espera una descripción del hardware y plataforma de software (se evaluará costo beneficio) con el cual se construirá y se desplegará el sistema de información.

El diseño debe contemplar diagramas de diseño con plantilla para su elaboración, donde el arquitecto de software del proyecto tendrá la decisión de seleccionar las vistas más representativas del sistema de información.

Algunas propuestas para la Alternativa 2 podrían ser las mostradas en la tabla 19, según metodología de referencia SOMA [22 – 40]:

De acuerdo con esta metodología, los artefactos a tener en cuenta son:

- Arquitectura de prueba de concepto
- Arquitectura de referencia
- Componente de servicio
- Directrices específicas del proyecto
    - Documento de arquitectura de software
    - Especificación de migración de datos
- Especificaciones suplementarias
    - Interfaz
- Lista de riesgos

-Modelo de análisis
-Modelo de análisis empresarial
-Modelo de datos
-Modelo de diseño
-Modelo de servicio
-Modelo de servicio de objetivos
-Subsistema de diseño

Tabla 19. Propuesta de diagramas de diseño

Planeación		
Proceso	**Objetivo**	**Procesos - Tareas**
Modelo de transformación empresarial para el sistema interoperable	Este proceso ofrece modelos empresariales de componente y modelos de proceso que representan las funciones centrales y los servicios empresariales necesarios en un determinado dominio o en toda la organización.	1. Define arquitectura para el sistema interoperable (negocio): Describe el estado de la organización, términos de los procesos y se visualiza las tecnologías, aplicaciones, stakeholders, clientes y problemas de las entidades participantes. - Define arquitectura candidata para el sistema interoperable (negocio) (Intercambio de información). - Inicia actividades de administración de proyectos: planeación de actividades, identifica riesgos. 2. Identifica KPI (Key Performance Indicator o Indicador clave de desempeño) y metas: Combinando la técnica (top-down and bottom-up y meet in the middle) para identificar metas del sistema interoperable asociadas a los KPI. - En el modelo top-down se formula un resumen del sistema, sin especificar detalles. Cada parte del sistema se refina diseñando con mayor detalle. Cada parte nueva es entonces redefinida, cada vez con mayor detalle, hasta que la especificación completa es lo suficientemente detallada para validar el modelo. - En el diseño bottom-up las partes individuales se diseñan con detalle y luego se enlazan para formar componentes más grandes, que a su vez se enlazan hasta que se forma el sistema completo. - El enfoque Meet in the middle se centra en contabilizar la descomposición del proceso de interoperabilidad en elementos granulares y a correlacionarlos con las aplicaciones existentes. Siempre que se observe una brecha, es decir un elemento que no encaje en la funcionalidad de las aplicaciones existentes, se vuelve elegible como candidato potencial para un nuevo servicio que requiera la mejora de la aplicación legacy (propietaria) existente para ejecutar las necesidades del sistema de la entidad. - Identifica metas donde se puede planear y administrar. - Se alinea entre objetivos estratégicos a largo plazo y a corto plazo entre las metas operacionales. - Y provee las actividades del sistema interoperable. 3. Selección plantillas y patrones, vocabulario común: Definir un vocabulario común que pueda usarse en todas las descripciones textuales del sistema interoperable, especialmente en las descripciones de los casos de uso de sistema. 4. Reglas de sistema interoperable: Esta tarea describe cómo determinar cuáles y cómo definir las reglas de sistema que deben ser consideradas para el proyecto. 5. Adopción de método de trabajo.

Análisis		
Proceso	**Objetivo**	**Procesos - Tareas**
Identificar servicios	Identificar servicios candidatos para realizar y evitar proliferación de servicios. Los servicios son identificados utilizando los siguientes enfoques: * Técnica top down * Técnica bottom up * Técnica Meet in the middle Se verifica si es posible reutilización de servicios existentes.	1. Goal Service Modeling (Objetivos Modelado por Servicio) SOMA presenta una extensión para la técnica Meet in the middle denominada "Goal Service modeling (GSM)" donde los servicios identificados que utilicen cualquiera de las técnicas top down, bottom up en un entorno táctico se aseguren de estar alineados con la visión estratégica del sistema interoperable. Además, GSM propone etiquetar cada servicio con KPIs (Key Performance Indicators) para medir el desempeño de cada uno. Los KPIs son inicialmente utilizados para realizar el seguimiento de la magnitud del éxito para conseguir el objetivo empresarial señalado. Se debe tener en cuenta que los servicios ofrecen un mecanismo para alcanzar los objetivos. 2. Descomposición de dominios: Una descomposición descendente dirigida por la entidad o empresa para identificar: - Servicios candidatos. - Áreas funcionales que identifiquen límites para subsistemas - Procesos empresariales (flujos de servicios). - Factores comunes y variaciones de funcionalidad empresarial. 3. Análisis de activos existentes: El análisis de activos existentes identifica y valida servicios candidatos, componentes y flujos. Las limitaciones técnicas relacionadas con los sistemas existentes deberían evaluarse tan pronto como sea posible, con el fin de gestionar los riesgos. Esto conduce a que la viabilidad técnica de las decisiones de realización de servicio se ejecute a menudo tan pronto como sea posible después o durante el análisis de activos existentes. - Análisis de activos existentes. - Realizar exploración de viabilidad técnica.

Diseño		
Proceso	**Objetivo**	**Procesos - Tareas**
Especificar servicios	Especificar servicios categorizándolos y definiendo orquestaciones y coreografías	1.Especificar servicios : Aplicar pruebas decisivas de servicio * Dependencias de servicio del modelo * Composición y flujos de servicios del modelo * Requisitos no funcionales de servicio de documentos * Especificar mensajes de servicio * Decisiones de gestión de estado de servicio de documentos 2.Analizar subsistema: * Dependencias del subsistema de modelo * Identificar componente de servicio * Identificar componentes funcionales * Identificar componentes técnicos 3.Especificar componentes: Especifica los servicios y la estructura de una solución orientada a servicios desde el punto de vista de las colaboraciones de elementos de diseño contenidos y subsistemas/interfaces externos.

Diseño		
Proceso	**Objetivo**	**Procesos - Tareas**
		* Realizar especificación de servicio * Realizar análisis de subsistema * Realizar especificación de componentes * Diseñador de base de datos(si aplica)

3.3.2. Especificaciones funcionales detalladas

Según necesidades de información de cada entidad, el inventario técnico recopilado de las diferentes entidades y las intervenciones técnicas de los funcionarios es necesario que en la ejecución del proyecto se realice como parte de la ingeniería de software en la fase de concepción la identificación de procesos orientados a la especificación de los requerimientos funcionales que conllevan a los casos de uso, donde, se debe plasmar la adopción de estándares y homologación de procedimientos de procesamiento, revisión, verificación y validación de datos, en forma tal que la información cumpla con los estándares, especificaciones y objetivos de las entidades para una óptima comprensión entre las mismas y también es necesario que estas entidades definan en lo posible términos comunes utilizados en sus actividades diarias, estos casos de uso y requerimientos serán evaluados por el equipo técnico de la interventoría con una gran participación los usuarios finales.

El sistema de información debe cumplir con dichos requerimientos funcionales y no funcionales los cuales determinan el alcance de sistema de información, dentro del diagnóstico realizado se evidencia la necesidad de algunas funcionalidades bases del sistema como son:

Seguridad: La necesidad de cumplir con roles/perfiles de acceso al sistema o a los servicios prestados por cada entidad o participante (entidades, temáticos, comunidad), identificando las funciones que cumple cada uno de estos roles.

Administración: Se debe cumplir con una funcionalidad de administración de los servicios expuestos por cada entidad o participante donde se pueda realizar el registro, actualización y eliminación de perfiles, usuarios, servicios a publicar entre otros detectados en la fase de concepción.

Monitoreo: Es necesario contar con un monitoreo constante donde sea fácil identificar el estado (Activo, Inactivo) de los servicios expuestos, estadísticas de uso, rendimiento, accesibilidad entre otros detectados en la fase de concepción.

Publicación: La publicación de los datos relevantes identificados en los servicios expuestos de interés general y en el caso de ser geográficos que sean de fácil visualización.

Basados en el documento principal de referencia [41], para especificaciones de requerimientos funcionales se debe tener en cuenta lo siguiente:

A. Entrega de estructuras de intercambio para consolidación de datos

En la fase de diseño, se debe elaborar una propuesta de Estructuras de datos, en principio bajo el sistema Excel, con el conjunto de atributos que deben ser documentados para la consolidación de información en una región y que funcionarán como Estructuras de intercambio en los procesos de interoperabilidad. Dichas estructuras deberán incluir los dominios de información y listas controladas con los posibles valores de datos aceptados en tareas de intercambio. Esto incluye:

- Atributos: registros, longitud de campos, tipo de datos.

- Codificación: estándar para identificar las estaciones de donde provienen los datos.
- Referentes geográficos e hidrológicos: coordenadas, cuenca, subcuenca, etc.
- Listas controladas: listas de divipola, lista de elementos o equipos, etc.

Es de mencionar que las estructuras de datos a disponer, tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

- Oferta: esta estructura deberá relacionar los datos a documentar de estaciones hidrometeorológicas, y mediciones de niveles, caudales y sedimentos.
- Demanda: deberá indicar los datos a recopilar de usuarios del agua en relación a personas naturales, jurídicas y entidades prestadoras de servicios, y sus detalles sobre caudales concesionados en diferentes fuentes hídricas.
- Calidad: esta estructura indicará cómo documentar un punto de monitoreo, sus muestras y mediciones, así como los indicadores asociados.
- Riesgo: esta estructura deberá indicar cómo identificar fuentes hídricas sobre las cuales se han reportado eventos por desabastecimiento, cambios en la oferta o contaminación.

B. Caracterización de los sistemas de información y fuentes de datos

i. Análisis de estructuras de datos institucionales vs. requerimientos ERA:

Teniendo como insumo las Estructuras de datos propuesta, las entidades deberán compararlas con respecto a los datos que son gestionados en sus sistemas de información institucionales y realizar propuestas para la mejora de dichos sistemas o sus procesos de recolección de información, en relación a: creación de nuevos campos, número mínimo de datos requeridos, uso de listas controladas y unidades de medida, entre otros.

Esta identificación de mejoras en las herramientas del software, deberá realizarse mediante la documentación de Requerimientos funcionales, de acuerdo a Metodologías de Modelado de Software referente a "la descripción de objetivos del cambio, detalles técnicos de interfaz, de procesamiento, manipulación de datos y otras funcionalidades específicas que un sistema debe cumplir".3

Es muy importante mencionar que esta identificación de "Requerimientos funcionales" debe ser conocida y aprobada por los directivos de las entidades, con el fin de que comprendan la utilidad de los cambios propuestos en procesos futuros de Evaluación del agua.

ii. Análisis de vacíos de información para el cálculo de indicadores:

Con las indicaciones proporcionadas en el documento de “Lineamientos para el desarrollo de evaluaciones regionales del agua (IDEAM, 2013)” y las mesas temáticas conformadas en el marco del Convenio 011/2013, las entidades deberán realizar tareas de socialización de los resultados obtenidos en la etapa anterior, con el fin de dar detalles sobre el estado de su información y las necesidades de fortalecimiento. De esta forma será posible dimensionar los esfuerzos financieros requeridos para avanzar en la mejora del aplicativo.

Esta información de forma consolidada, dará lugar a un Catálogo en línea de conjuntos de datos de la región, en el que sea posible acceder a Metadatos alfanuméricos y geográficos, y así poder conocer:

- Qué entidades gestionan información.
- Cuáles son los rangos temporales y geográficos de los datos.
- Cuáles son las condiciones de acceso y uso.
- Con qué periodicidad se recopilan datos.

[3] Wiegers, Karl E. (2003).

- Cuál es la metodología de recolección de datos.
- Qué procesos apoyan = qué preguntas responden.
- Si está disponible para intercambio

El diagnóstico presentado en este producto, así como el análisis de requerimientos de información e información disponible que constituye el Producto 1, y la línea base incluida en el Producto 2, contienen la información necesaria para orientar este proceso de consolidación de la información para el diseño.

Con el montaje de este Catálogo, las entidades del Convenio 011, no solamente tendrán claridad sobre las fortalezas o debilidades de su información, sino que permitirán a otros usuarios conocer los avances de la región sobre el tema.

Como unos de los resultados de esta fase, se espera que se defina un Mapa de actores clave en el proceso, en el que se detallen las competencias que adelantará cada entidad, los flujos de datos entre éstos, así como las personas, grupos y organizaciones involucradas. El Mapa documentará sus intereses, su importancia e influencia sobre los resultados del proceso.

Finalmente esta fase generará propuestas para el cambio de equipos de medición, establecimiento de nuevos procedimientos de recopilación de información, y necesidades de actualización de software para el almacenamiento, procesamiento o acceso a los datos.

Este análisis también deberá tener en cuenta las capacidades humanas; como se ha evidenciado durante este proceso que las entidades, a pesar de haber establecido equipos de trabajo para avanzar en el desarrollo de la Evaluación Regional del Agua para Cundinamarca, su trabajo sólo ha podido adelantarse con el apoyo de servidores públicos a cargo de diferentes temas al interior de las entidades y en muchos casos ha sido necesario solicitar el apoyo de otros consultores que han sido contratados para atender otros procesos.

Teniendo en cuenta que las Evaluaciones del agua son un proceso, con actividades continuas de análisis y recopilación de información, que requieren de instrumentos de software que faciliten las consultas y el procesamiento de datos alfanuméricos y geográficos, se requiere establecer un Equipo de trabajo encargado de consolidar y mantener la información estandarizada, para que ésta sea útil para el cálculo en tiempo real de los indicadores ERA. Dicho Equipo humano deberá tener competencias para administrar Bases de datos, consolidar información temática, desarrollar software de acuerdo a las plataformas informáticas de cada entidad, gestionar Sistemas de Información Geográficos y sobre todo, tener una disponibilidad exclusiva en la gestión y mantenimiento de los datos y demás labores vinculadas con el sistema de información asociado, en pocas palabras las entidades deben destinar un grupo de trabajo para las ERA con conocimiento técnico, funciones claras y permanentes

A continuación se describen algunos de los componentes a ser desarrollados en la fase de diseño del sistema.

> Basados en el documento principal de referencia [41], Esta fase hace referencia a las tareas de construcción y mejora de componentes de software, para el establecimiento de servicios que hagan parte del SISTEMA DE INFORMACIÓN REGIONAL DEL RECURSO HÍDRICO (SIRRH). El proceso debe iniciar con la documentación de Casos de uso, dirigidos a equipos desarrolladores de software, en el que la entidad documente en detalle la creación de nuevos formularios de captura, uso de listas controladas como divipolas y otros datos estándar, cambios en interfaces de usuarios, etc., de acuerdo a sus competencias y teniendo en cuenta las Estructuras de intercambio. Asimismo es de vital importancia que se integren validaciones de calidad en la producción de los datos.
>
> Por otra parte, se espera que se identifiquen y diseñen estrategias institucionales a nivel interno para mejorar la recolección o corrección de datos de acuerdo a los vacíos diagnosticados. Es decir, no será

suficiente diseñar aplicativos con nuevos formatos de captura o funcionalidades de consulta, si la entidad no programa actividades para la recopilación o mejora de la calidad de la información. Una vez la entidad implemente los procedimientos para la gestión de información geográfica y alfanumérica de las ERA, es necesario que estos queden debidamente documentados a través de los diferentes diagramas mencionados en la Tabla 19. "Propuesta de diagramas de diseño" y queden consignados en los Sistemas Integrados de Calidad de cada una de las entidades.

Los modelos de diseño a implementar deben tener en cuenta los parámetros y variables de los indicadores para cada uno de los componentes mencionados en los numerales 3.1.2., 3.1.3. y los insumos y productos del sistema (ver Tabla 20. Insumos y productos del sistema).

Modelo de datos o diagrama entidad-relación

Es una herramienta para el modelado de datos, que permite representar las entidades o estructuras relevantes de un sistema de información así como sus interrelaciones y propiedades; a partir de esto se obtiene una serie de esquemas que permiten almacenar información sin redundancia y de fácil acceso, aplicando las formas normales y así lograr un buen diseño, donde se debe definir el nombre, la longitud, el tipo de dato, la obligatoriedad de los campos y la relación entre entidades.

Los modelos de diseño a implementar deben tener en cuenta los parámetros y variables de los indicadores para cada uno de los componentes mencionados en los numerales 3.1.2., 3.1.3, y los insumos y productos del sistema (ver Tabla 20. Insumos y productos del sistema).

En el modelo de datos de la ERA debe contemplar (ver figura 11):

- ✓ Esquema de seguridad como: el registro de usuarios, perfiles, opciones etc.
- ✓ Registro de elementos como: estaciones, plantas, embalses, etc.
- ✓ Registro de grupos de parámetros, variables, fórmulas, mediciones.

Diagrama de componentes lógicos

Los componentes lógicos muestran las dependencias lógicas entre componentes software, sean éstos componentes fuentes, binarios o ejecutables, ilustran las piezas del software, controladores embebidos, etc. Los diagramas de componentes prevalecen en el campo de la arquitectura de software pero pueden ser usados para modelar y documentar cualquier arquitectura de sistema, es decir, para describir la vista de implementación estática de un sistema. Para todo sistema se han de construir una serie de diagramas que modelan tanto la parte estática como dinámica, pero llegado el momento todo esto se debe materializar en un sistema implementado; los diagramas que se recomienda modelar son:

- Vista funcional de procesos: Representa gráficamente las actividades que conforma cada proceso. Un diagrama de actividades representa los flujos de trabajo paso a paso de las actividades operacionales de los componentes en un sistema. Un diagrama de actividades muestra el flujo de control general. Este diagrama utiliza símbolos con significados definidos que representan los pasos del algoritmo, y representan el flujo de ejecución mediante flechas que conectan los puntos de inicio y de fin de proceso (ver figura 12).

Figura 11. Ejemplo de representación de un modelo de datos

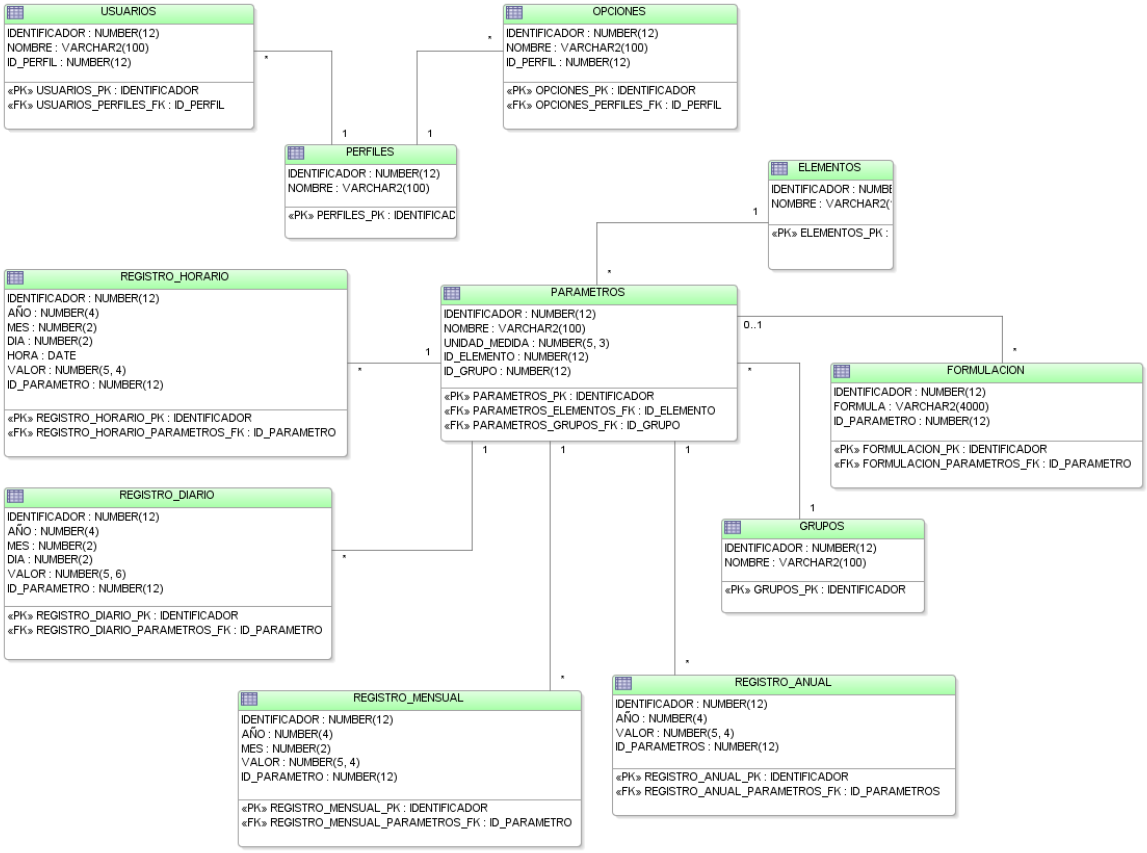
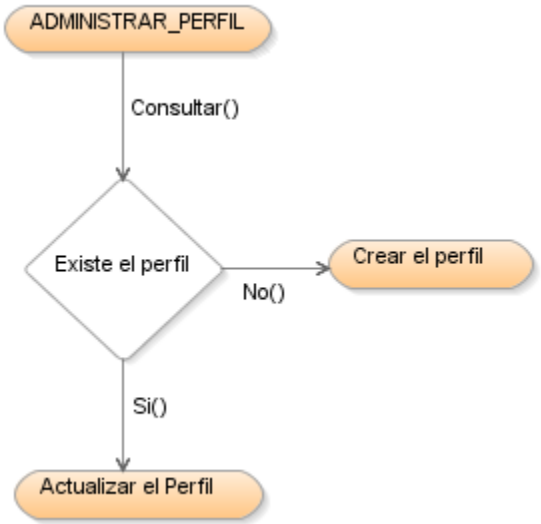
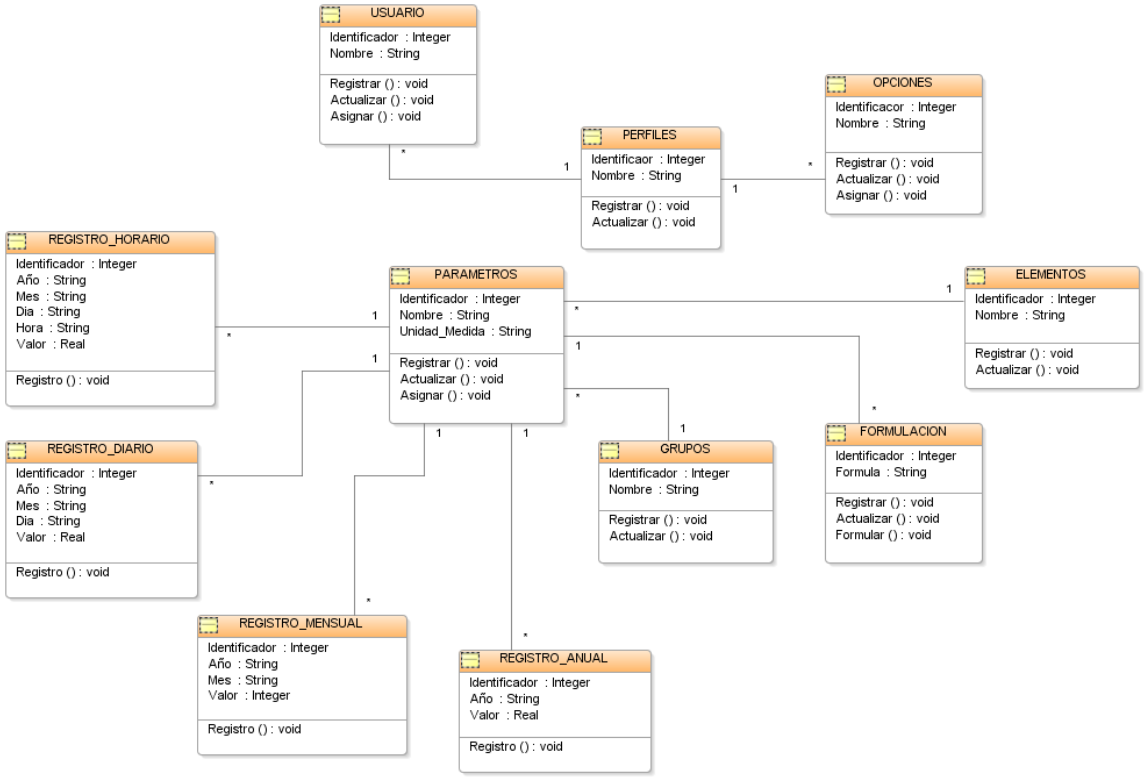


Figura 12. Ejemplo de representación de un diagrama de actividades



- Vista de diseño: Utiliza los diagramas de clases que es un tipo de diagrama estático que describe la estructura de un sistema mostrando sus clases, orientados a objetos. El diagrama de clases incluye información como la relación entre un objeto y otro, la herencia de propiedades de otro objeto, conjuntos de operaciones/propiedades que son implementadas para una interfaz gráfica.

Figura 13. Ejemplo de representación de un diagrama de clases



Diagramas de infraestructura

Modela los nodos de la topología de mapeo del software al hardware sobre la que se ejecuta el sistema y refleja su aspecto distribuido.

Basados en la definición anterior, se debe conocer la distribución tecnológica a través de la cual se accede a los sistemas de información de cada entidad. Se trata de identificar servidores de base de datos, servidores de aplicaciones, infraestructura de red (permisos internos o públicos). Como ilustración en la figura 4 se encuentra el diagrama actual de infraestructura tecnológica para el SIRE del FOPAE (IDIGER).

- Vista de despliegue: Es un diagrama que se utiliza para modelar el hardware utilizado en las implementaciones de sistemas y las relaciones entre sus componentes. Lo que se pretende mostrar en los diagramas de despliegue es la configuración en funcionamiento del sistema incluyendo su software y su hardware. Para cada componente de un diagrama es necesario documentar las

características técnicas requeridas, el tráfico de la red y el tiempo de respuesta. Como ilustración en la figura 4 se encuentra el diagrama actual de despliegue detectado para cada entidad.

Matriz de insumo - producto

De acuerdo con lo dicho arriba, para facilitar el proceso de diseño, en la tabla 20 se han organizado los datos a manejar en el sistema, teniendo en cuenta dos categorías:

- Insumos (input), es decir, los datos de entrada, o aquellos que cada entidad usuaria del sistema decida ingresar al mismo para compartirlos con las demás entidades (IDEAM, CAR, EAB, SDA e IDIGER). Si bien algunos de estos datos se basan en información cartográfica del IGAC, INGEOMINAS y DANE, entre otras, ellos pueden ser estimados previamente e ingresados en forma de información alfanumérica al sistema.

- Productos (output), o sea los datos que debe producir el sistema, los cuales se han organizado en dos subgrupos:

    a) Productos intermedios, o sea datos que deben ser estimados por el sistema a partir de los insumos, como por ejemplo, la evapotranspiración potencial, que se calcula a partir de los datos de precipitación y temperatura ingresados al sistema para las estaciones climatológicas de la cuenca.
    b) Productos finales, o sea aquellos que corresponden al objetivo final o output del sistema, que, en el caso de la ERA, son los indicadores. Por ejemplo, el Índice de aridez (IA), que se calcula con base en los datos de evapotranspiración potencial y evapotranspiración real, estimados como productos intermedios.

En consecuencia, para cada uno de estos procesos, se deben diseñar los correspondientes módulos, formatos y rutinas, que deben ser implementados por cada entidad usuaria.

En función de cada uno de los datos a ingresar y generar, el diseño debe contemplar los registros correspondientes, la longitud de campos y otros aspectos de detalle que sean necesarios, como se dijo arriba.

Tabla 20. Insumos y productos del sistema

<table>
<tr><th colspan="3">OFERTA</th></tr>
<tr><th rowspan="2">Insumos</th><th colspan="2">Productos</th></tr>
<tr><th>Intermedios</th><th>Finales</th></tr>
<tr><td>Series de tiempo de temperatura diaria</td><td rowspan="5">Evapotranspiración potencial ETP
Evapotranspiración real ETR</td><td rowspan="5">Índice de aridez (IA)</td></tr>
<tr><td>Series de tiempo de precipitación diaria</td></tr>
<tr><td>Series de tiempo de radiación solar diaria</td></tr>
<tr><td>Series de tiempo de dirección y velocidad del viento diarias</td></tr>
<tr><td>Series de tiempo de humedad relativa diaria</td></tr>
<tr><td>Series de tiempo de caudales medios diarios</td><td rowspan="2">Curvas de duración.
Caudales característicos para diferentes frecuencias sobre la curva de duración.
Oferta hídrica total.
Oferta hídrica disponible</td><td rowspan="2">Índice de retención y regulación hídrica (IRH)</td></tr>
<tr><td>Series de tiempo de caudales medios mensuales</td></tr>
<tr><td>Series de tiempo de niveles de pozos de agua subterránea</td><td rowspan="3">Coeficiente de almacenamiento.
Porosidad efectiva.
Rendimiento específico.</td><td rowspan="3">Recarga media anual de aguas subterráneas por acuífero</td></tr>
<tr><td>Mediciones discretas de conductividad hidráulica</td></tr>
<tr><td>Mediciones discretas de transmisividad</td></tr>
</table>

DEMANDA		
Insumos	**Productos**	
	Intermedios	**Finales**
Caudales concesionados de agua superficial por uso	Consumo doméstico	Índice de uso del agua (IUA)
Población urbana y rural de la cuenca		
Dotación de consumo residencial per cápita		
Pérdidas (IANC)		
Población de estudiantes, profesores y personal administrativo (1)	Consumo de servicios educativos	
Dotaciones de consumo per cápita		
Pérdidas		
Población médico, administrativo y operativo del sector salud (1)	Consumo de servicios de salud.	
Personal atendido promedio (consulta y hospitalizado)		
Dotaciones de consumo per cápita		
Pérdidas		
Población empleada (1)	Consumo de restaurantes, hoteles y comercios	
Visitantes promedio de restaurantes, hoteles y comercios		
Dotaciones de consumo per cápita		
Pérdidas		
Series de tiempo de caudales medios diarios	Curvas de duración. Caudales característicos según frecuencia. Caudal ambiental	
Población empleada en oficinas públicas y privadas (1)	Consumo de oficinas	
Visitantes promedio		
Dotaciones de consumo per cápita		
Pérdidas		
Población empleada en otros establecimientos (1)	Consumo de otros servicios	
Visitantes promedio		
Dotaciones de consumo per cápita		
Pérdidas		
Superficie irrigada por cultivo	Consumo agrícola	
Módulos de consumo por cultivo		
Toneladas beneficiadas por cultivo		
Consumo unitario por tonelada beneficiada		
Superficie irrigada en pastos	Consumo pecuario	
Módulos de consumo de pastos		
Población pecuaria en confinamiento por sector		
Consumo unitario por cabeza y sector		
Superficie acuática usada en recreación activa	Consumo recreativo	
Series de tiempo de evaporación		
Número de industrias por tipo y tamaño (1)	Consumo industrial	
Producción por tipo de industria y tamaño		
Consumo unitario (por unidad producida)		
Caudal vertido		
Consumos de proceso y pérdidas		
Área construida por año	Consumo de construcción	
Consumo unitario (por m2 de construcción)		
Número y capacidad de centrales térmicas o hidroeléctricas	Consumo energía	
Consumo por central		
Caudal devuelto o vertido		
Número de minas por tipo y tamaño (1)	Consumo minero	
Producción por tipo de mina y tamaño (en ton)		
Volumen consumido en proceso (por ton producida)		
Volumen consumido en actividades auxiliares		
Volumen de agua de mina extraída y no consumida		
El consumo de proceso se puede desglosar en consumo de exploración, explotación, beneficio y/o transformación, de ser el caso		
Área en estanques o piscinas de acuacultura	Consumo pesca y acuacultura	
Series de tiempo de evaporación diaria		

DEMANDA		
Insumos	**Productos**	
	Intermedios	**Finales**
Caudal captado		
Caudal devuelto		
Superficie acuática navegable	Consumo navegación	
Series de tiempo de evaporación		
Caudal consumido para mantenimiento canales navegables		
Caudal promedio trasvasado de otras cuencas	Caudal de transvase (±)	
Número de pozos de producción agua subterránea	Consumo total de aguas subterráneas por acuífero o cuenca hidrogeológica	Índice de extracción de aguas subterráneas (IEAS)
Volumen extraído por pozo para consumo doméstico		
Volumen extraído por pozo para consumo agrícola		
Volumen extraído por pozo para consumo pecuario		
Volumen extraído por pozo para consumo de abrevaderos		
Volumen extraído por pozo para consumo industrial		
Volumen extraído por pozo para consumo de servicios		
Volumen extraído por pozo para consumo comercial		
Volumen extraído por pozo para consumo minero		
Volumen extraído por pozo para consumo recreacional		
Volumen extraído por pozo para abastecimiento público	Consumo de agua subterránea para abastecimiento público	Índice de agua subterránea para abastecimiento público con respecto al número de habitantes IASAP
Población atendida con agua subterránea		
Consumo total (ver IUA)	Consumo total de agua superficial y subterránea en la cuenca	Índice integral de uso del agua IIUA
Oferta hídrica disponible (ver oferta)		
Recarga media anual (ver oferta)		

(1) Alternativamente, en caso de existir estadísticas de facturación: consumo total facturado por establecimiento y por año, pérdidas (IANC), consumo total de los establecimientos de oficinas de la cuenca.

CALIDAD DEL AGUA		
Insumos	**Productos**	
	Intermedios	**Finales**
Series de datos anuales de oxígeno disuelto por estación	Subíndice de OD	Índice de calidad del agua (ICA)
Series de datos anuales de sólidos suspendidos totales por estación	Subíndice de SST	
Series de datos anuales de demanda química de oxígeno por est.	Subíndice de DQO	
Series de datos anuales de conductividad eléctrica por estación	Subíndice de CE	
Series de datos anuales de fósforo total por estación	Subíndice de NT/PT	
Series de datos anuales de nitrógeno total por estación		
Series de datos anuales de pH por estación	Subíndice de pH	
Series de datos anuales de coliformes fecales por estación	Subíndice de CF	
Series de datos anuales de número de familias de macroinvertebrados acu	Número total de familias por estación	Índice de calidad biológica del agua por macroinvertebrados acuáticos (IMA)
Población conectada a alcantarillado en la cuenca	Carga doméstica vertida	Índice de alteración potencial de la calidad del agua (IACAL)
Población conectada a pozo séptico		
Carga per cápita de DBO, DQO, SST, N, P		
Factor de remoción por tratamiento de DBO, DQO, SST, N, P		
Número de industrias por tipo y tamaño (incluidas cárnicas, minas, rellenos sanitarios)	Carga industrial vertida	
Caudales de vertimiento por tipo y tamaño de industria		
Concentraciones en vertimientos de DBO, DQO, SST, N, P		
Fracción de remoción por tratamiento		
Producción de café pergamino seco (ton) por año	Carga agrícola vertida	
Fracción de beneficio ecológico del café		
Fracción de beneficio no ecológico del café		
Carga unitaria por ton de beneficio ecológico y no ecológico		
Número de establecimientos pecuarios de producción confinada	Carga total vertida por sector.	
Población total pecuaria confinada por sector (bovinos, aves, etc)		
Caudales de vertimiento por sector		

CALIDAD DEL AGUA		
Insumos	**Productos**	
	Intermedios	**Finales**
Concentraciones en el vertimiento de DBO, DQO, SST, N, P	Carga total vertida por DBO, DQO, SST, N, P en la cuenca	
Fracción removida por tratamiento por sector		

RIESGOS		
Insumos	**Productos**	
	Intermedios	**Finales**
Pendiente de la cuenca	Índice de torrencialidad	Índice de amenaza de eventos torrenciales (IVET)
Longitud total de cursos de agua de la cuenca		
Área de la cuenca		
Perímetro de la cuenca		
Series de tiempo de caudales medios diarios	Curvas de duración. Caudales característicos para diferentes frecuencias. Índice de variabilidad.	
Consumo total de agua superficial de la cuenca (ver demanda)	Índice de uso del agua (IUA) (ver demanda)	Índice de vulnerabilidad por desabastecimiento hídrico (IVH)
Oferta hídrica superficial disponible (ver oferta)	Índice de retención y regulación hídrica (IRH)	
Profundidad del acuífero	Índice de profundidad (D)	Índice de vulnerabilidad intrínseca a la contaminación de aguas subterráneas (IVICAS).
Grado de confinamiento del acuífero	Índice de confinamiento	
Litología de los materiales superpuestos	Índice de condiciones de la zona no saturada sobre el acuífero	
Grado de consolidación de la roca		
Grado de fracturación de la roca		

Diseño de metadatos

Los metadatos se definen como la información de los datos, o la hoja de vida del dato. En el presente caso, los datos son muy variados, tal como se puede observar en la tabla 20, pero que, por lo general, pueden reducirse a dos grandes categorías:

- Series de tiempo, como los datos hidrometeorológicos (niveles, caudales, precipitación, temperatura, etc).
- Mediciones discretas, como por ejemplo, datos de calidad de agua correspondientes a un parámetro determinado para un punto y fecha determinada, población de un sector urbano o vereda, etc.

Los unos y los otros deberían ser susceptibles de ingresarse en forma de tablas dinámicas que faciliten el cálculo de los productos intermedios y finales.

Por tanto, el diseño debe tener en cuenta la variabilidad y particularidad de los datos para el diseño de los correspondientes metadatos.

No es posible, antes de que el sistema exista, definir el diseño de los metadatos que ingresarán al mismo. Pero este diseño debe ser una de las actividades principales de la fase de diseño. Para este efecto, debe tenerse en cuenta la normativa existente, en especial:

- Para el caso de la gestión de documentos y/o registros en general: Serie ISO 30300 del año 2011.
- ISO 15489 (Records Management).
- ISO 16175 (Principles and functional requirements for records in electronics office environments).
- Serie ISO 19100 para la gestión de información geográfica: 19115 Metadatos de información geográfica, ISO 19139.

- Para Colombia la NTC 4611 (Metadatos de información geográfica).
- ISO 23081 (Record Management processes: metadata for records).
- ISO 26122 (Work process analysis for records).
- ISO 13028 (Implementation guidelines for digitization of records).

En Colombia, algunas instituciones han desarrollado plantillas específicas para importar, subir o actualizar metadatos dentro de sus propias plataformas tecnológicas, usando diferentes formatos de intercambio, entre los que se puede destacar archivos genéricos de excel o plantillas XML. Como ejemplo, se anexo en medio magnético la plantilla de metadato institucional del ANLA para elementos geográficos, acorde a los lineamientos de la NTC 4611

El caso de la administración de datos para series de tiempo como la precipitación, temperatura y otros, se trata usando las normas antes descritas y, de forma general, el software administrador de bases de datos cuenta con módulos para la gestión de metadatos, módulos comúnmente adaptables a un requerimiento especifico o estándar a seguir.

3.3.3. Requerimientos no funcionales

Son atributos de calidad que especifican criterios que pueden usarse para juzgar la operación de un sistema en lugar de sus comportamientos específicos, ya que éstos corresponden a los requisitos funcionales. Por tanto, se refieren a todos los requisitos que no describen información a guardar, ni funciones a realizar. Los requisitos no funcionales que se pueden aplicar son los siguientes:

- ✓ Seguridad
- ✓ Rendimiento
- ✓ Interfaz externa
- ✓ Disponibilidad
- ✓ Accesibilidad
- ✓ Usabilidad
- ✓ Estabilidad
- ✓ Estándares y políticas preestablecidos
- ✓ Confiabilidad
- ✓ Escalabilidad
- ✓ Interoperabilidad
- ✓ Mantenibilidad
- ✓ Concurrencia

3.4. PLAN DE ACCIÓN DETALLADO

Este punto tiene por objetivo presentar las estrategias para abordar e implementar el proyecto de interoperabilidad entre las entidades (IDEAM, EAB, SDA, CAR e IDIGER -anterior FOPAE-), consistente en el diseño e implementación de los requerimientos funcionales y no funcionales para el componente de los indicadores ERA, mediante la aplicación de buenas prácticas de ingeniería de desarrollo de software.

En términos generales, se plantean varias iteraciones que incluyen la ejecución de la etapa de levantamiento de requerimientos y posteriormente el proceso está orientado al análisis, diseño, implementación y pruebas de los casos de uso de los requerimientos, que hayan sido aprobados por la interventoría del proyecto como parte del proceso de elaboración.

La etapa de requerimientos está constituida por una fase inicial de identificación de procesos orientados a ser el insumo necesario para el entendimiento de alto nivel de toda la solución, para actores tanto técnicos como funcionales; teniendo en cuenta que el proyecto se basa en la interoperabilidad entre las entidades (IDEAM, EAB, SDA, CAR e IDIGER) para el componente de los indicadores ERA, se partirá del detalle de la información que suministren las entidades involucradas en la etapa de inicio, de los procesos que aplican, así como manuales de usuario y técnicos de los sistemas involucrados y se acordará para cumplir con los requerimientos funcionales, cuales se mantienen, cuales se modifican y cuales corresponden a requerimientos completamente nuevos, tomando también la normativa que aplique al inicio del proyecto.

Todo proyecto de desarrollo de software es configurado metodológicamente usando un conjunto de activos y buenas prácticas de la industria y propietarias (logradas y mejoradas continuamente a través de la experiencia adquirida por las compañías de desarrollo de software). Con este enfoque se busca responder a las necesidades particulares del negocio y del proyecto sin perder los niveles de calidad exigidos y deseados.

Se sugiere la metodología de desarrollo basada en RUP (Rational Unified Process), la cual recomienda seguir un proceso metodológico iterativo que permite entregar la solución de acuerdo al alcance y los casos de uso definidos en la etapa de levantamiento de requerimientos.

A lo largo de este documento se presenta cada uno de los elementos del levantamiento de requerimientos y del desarrollo de software para el proyecto, se presenta también la metodología para el Gobierno y la ejecución del proyecto, y todas las características que rigen para su desarrollo.

Teniendo en cuenta como referencia el diagnóstico de los sistemas de información presentado en este documento y tomando en cuenta los antecedentes y conceptos involucrados, se procedió a realizar la estimación para la implementación del proyecto, la cual se representa con el equipo técnico propuesto, plan de trabajo, con definición de roles, actividades, duración y costos, y que permiten implementar los requerimientos enlistados en los términos de referencia, con el objetivo de facilitar la evolución del negocio.

3.4.1. Ciclo de vida del proyecto

El ciclo de vida del RUP propuesto significa que el proceso de construcción de software es descompuesto por fases que se ejecutan de forma secuencial. Cada fase está asociada a un hito o a la obtención de un objetivo significativo que sirve como punto de chequeo que determina el paso a la siguiente fase. De esta forma, al final de cada fase se realiza una evaluación para determinar si los objetivos de la fase se han cumplido satisfactoriamente.

Las fases contempladas por el RUP son:

Tabla 21. Ciclo de desarrollo:

Concepción	Elaboración	Construcción	Transición	Estabilización
✓ Preparar el entorno para el proyecto. ✓ Planificar el proyecto. ✓ Conocer el negocio y desarrollar la visión. ✓ Definir arquitectura. ✓ Supervisar y controlar el proyecto.	✓ Planificar iteración. ✓ Supervisar y controlar el proyecto. ✓ Detallar especificación de requerimientos. ✓ Ciclo de desarrollo.	✓ Planificar iteración. ✓ Supervisar y controlar el proyecto. ✓ Ciclo de desarrollo: ✓ Desarrollar componentes. ✓ Integrar y probar. ✓ Asegurar y controlar la calidad.	✓ Integrar y probar versión. ✓ Crear producto release. ✓ Realizar capacitación a usuarios. ✓ Corregir errores y repruebas.	✓ Supervisar iteración. ✓ Ciclo de desarrollo. ✓ Crear producto release.

3.4.2. Descripción de las fases y actividades del proyecto

Dado que se han preseleccionado dos alternativas (la A2 y la A4), a continuación se hace la descripción de cada una de ellas.

ALTERNATIVA 2 A: ALTERNATIVA ORIENTADA A SERVICIOS

A. Fase de concepción

Alcance
Especificación de requerimientos: Identificar los requerimientos funcionales y no funcionales de la solución a desarrollar siguiendo los lineamientos del modelo CMMI for Development para las áreas de proceso.

Actividades
Elaborar un plan de trabajo y revisar el cronograma de actividades propuesto según las obligaciones de la consultoría.
Identificar los requerimientos y alcance preliminar, que consiste en la identificación de los requerimientos funcionales y no funcionales que determinan el alcance de la solución a construir. Incluye:
- ✓ Identificar actores y casos de uso.
- ✓ Elaborar matrices de trazabilidad casos de uso vs proceso.
- ✓ Especificar procesos no funcionales.

Las tareas asociadas a esta iteración contemplan:
- ✓ Detallar casos de uso.
- ✓ Revisar requerimientos.
- ✓ Definir estándares y lineamientos de interfaz de usuario.
- ✓ Revisar especificación de requerimientos con el cliente.
- ✓ Estructurar modelo de casos de uso.
- ✓ Realizar estimación de casos de uso.
- ✓ Realizar entrega al cliente.
- ✓ Si se requiere tiempo adicional para detallar nuevos escenarios en un caso de uso o nuevos requerimientos identificados, estos tiempos estarán dentro de controles de cambio.

Entregables:
- ✓ Actas de reunión e informes de revisión aprobados.
- ✓ Documento de visión.
- ✓ Matrices de trazabilidad.
- ✓ Especificación de requerimientos: caso de uso/requerimiento/registro de solicitud.
- ✓ Estimación de esfuerzo detallada.

B. Fase de elaboración

Alcance
Diseño: Comprende las actividades relacionadas con el diseño detallado por cada requerimiento. Esta disciplina explica cómo transformar los productos de trabajo de los requerimientos en los productos de trabajo que especifiquen el diseño del proyecto a desarrollar.

Actividades
Diseñar el sistema: Esta actividad contempla las tareas relacionadas con el diseño detallado del sistema, que incluye desde el diseño de los componentes de software hasta el diseño del modelo entidad relación. Tareas contempladas:
- ✓ Elaborar diseño detallado de casos de uso.
- ✓ Elaborar modelo de componentes (interfaces, servicios).
- ✓ Elaborar diagramas de clases y de secuencia.
- ✓ Elaborar modelo de entidades o entidad relación.
- ✓ Elaborar matriz casos de uso vs elementos de diseño (tablas modelo de datos, componente, interfaces, prototipo).
- ✓ Revisar modelo de diseño (revisión de pares).
- ✓ Realizar reunión de presentación y revisión análisis y diseño.

Analizar y diseñar requerimientos: Corresponde al diseño detallado de los requerimientos que componen la solución o el ciclo de desarrollo:
- ✓ Elaborar diseño detallado de caso de uso.
- ✓ Realizar ajustes al modelo de diseño.
- ✓ Revisar diseño detallado de caso de uso.
- ✓ Generar esqueletos de código.

Entregables
- ✓ Actas de reunión e informes de revisión aprobados.
- ✓ Modelos de diseño (según la necesidad de diseño y el ambiente de desarrollo: Diagrama de clases, diagrama de estados, diagrama de paquetes, diagramas de secuencia, etc.)
- ✓ Estimación de esfuerzo detallada.

C. Fase de construcción y pruebas

Alcance
Desarrollar los casos de uso de software aprobados por el cliente en cada iteración del proyecto. Probar la funcionalidad del sistema, preparar material de soporte, entrenamiento funcional y despliegue de la solución en ambiente de producción. Este proceso cubre la elaboración y ejecución de las pruebas requeridas para evaluar y valorar la calidad del producto. La tarea de prueba se centra en verificar que para un conjunto de entradas los sistemas responden con los resultados esperados de manera adecuada y confiable.

Actividades

Desarrollar componentes [Dentro del alcance]: Corresponde al ciclo de desarrollo planeado para cada caso de uso aprobado para construcción. La programación de trabajo se realiza a través de WorkItems, los cuales están conformados por las siguientes tareas:

Implementar requerimientos
- ✓ Leer y revisar casos de uso.
- ✓ Realizar codificación.
- ✓ Realizar pruebas unitarias.
- ✓ Desarrollar documentación técnica.
- ✓ Realizar integración continua.
- ✓ Realizar inspección de código.
- ✓ Realizar entrega a soporte.
- ✓ Configurar el entorno de gestión.
- ✓ Realizar ajustes y/o corregir defectos de desarrollo.

Probar requerimientos [Dentro del alcance]
- ✓ Leer y revisar caso de uso.
- ✓ Definir casos de prueba.
- ✓ Aprobar casos de prueba.
- ✓ Revisión diseño de pruebas.
- ✓ Ejecutar pruebas.
- ✓ Asegurar y controlar la calidad.
- ✓ Definir misión o alcance de las pruebas.
- ✓ Examinar lista de ideas de prueba y definir casos de prueba.
- ✓ Ejecutar los casos de prueba.
- ✓ Definir las configuraciones del entorno de pruebas.
- ✓ Ejecutar pruebas.
- ✓ Registrar resultados de la prueba.
- ✓ Examinar todos los defectos y anomalías de la prueba.
- ✓ Analizar y evaluar el estado.
- ✓ Comunicar los resultados de la prueba, comunicar los resultados obtenidos en el ciclo de pruebas a los interesados.
- ✓ Seguimiento y cierre de defectos (esto queda en un ciclo hasta que se confirme la solución de todos los defectos).
- ✓ Verificar solución del defecto.

Entregables
- ✓ Actas de reunión e informes de revisión aprobados.
- ✓ Por requerimiento:
  - ➢ Análisis de impacto.
  - ➢ Modelo de diseño.
  - ➢ Código fuente.
- ✓ Por versión: Informe de pruebas, planes de pruebas, documentación y notas de reléase, scripts de instalación, actas de instalación, casos de pruebas, datos de pruebas, versión del producto.

D. Fase de transición

Alcance
Establecer y mantener la integridad de los productos de trabajo usando la identificación de configuraciones, el control de ambientes de trabajo y las auditorias de la configuración.

Actividades

Configurar el entorno de gestión de la configuración:

- ✓ Planeación de la administración de la configuración.
- ✓ Definición de ambientes.
- ✓ Manejo de versiones.
- ✓ Definición de directorios.
- ✓ Herramientas de desarrollo.

La administración de juntas de control de cambios:

- ✓ Prepare el proceso para control de cambios.
- ✓ Analice y prepare los temas a tratar.
- ✓ Determine viabilidad del cambio y realice la planificación.
- ✓ Cambios no atendidos.
- ✓ Actualizar el estado de los ítems.
- ✓ Documentar e informar.

La administración de la trazabilidad en líneas base involucra:

- ✓ Determine la nueva versión.
- ✓ Identifique los ítems de configuración de la línea base.
- ✓ Apertura de la versión.
- ✓ Liberación y cierre de la versión.
- ✓ Desmonte de la versión.
- ✓ Monitorear y controlar los cambios.

Entregables

- ✓ Versiones, productos de trabajo, entregables, ambientes configurados.
- ✓ Registro de solicitudes y requerimientos en sistema de gestión de requerimientos.

E. Fase de estabilización

Alcance

Pruebas finales [Dentro del alcance]: Las pruebas por caso de uso son realizadas en cada iteración de construcción, esta etapa se enfoca en las pruebas generales del sistema y en los requerimientos generales para la puesta en producción.

Actividades

La programación de trabajo se realiza a través de WorkItems, los cuales están conformados por las siguientes tareas:

- ✓ Realizar repruebas después de corrección de errores.
  - ➢ Integrar y probar.
  - ➢ Realizar integración funcional.
- ✓ Probar y evaluar el sistema.
- ✓ Realizar documentación de usuario.
- ✓ Realizar pruebas de aceptación.
- ✓ Realizar capacitación a usuarios.
- ✓ Realizar corrección de errores de desarrollo.
- ✓ Crear el producto para el reléase.
- ✓ Concluir fase.
- ✓ Reporte de defectos y errores.
- ✓ Pruebas de aceptación.
  - ➢ Pruebas en cliente.

- Alineadas a criterios de aceptación aprobadas.
- Ambiente de preproducción para ejecución de pruebas.
- Documentación de resultado de ejecución de pruebas.
- Ciclos de solución de defectos, seguimiento y cierre de defectos.

✓ Transferencia de conocimiento: Metodológicamente el esquema de transferencia de conocimiento se basa en la aplicación continua del proceso de "Entrenamiento" y en la administración (identificación, recolección, clasificación e institucionalización) de la información generada y relevante como fuente de conocimiento organizacional y por proyecto.
- Panificar entrenamientos.
- Ejecutar el plan de entrenamiento.
- Evaluar plan de entrenamiento.

Entregables

✓ Informe de estado del proyecto. Informe periódico sobre el estado del proyecto en cada una de sus gerencias.
✓ Actas de reunión e informes de revisión aprobados.
✓ Por versión: Informe de pruebas, planes de prueba, documentación y notas de release, scripts de instalación, actas de instalación, casos de pruebas, datos de pruebas, versión del producto.
✓ Material de soporte:
- Manuales de instalación y configuración.
- Material de capacitación.

✓ Informe de capacitación.

Garantía y soporte post implementación

La garantía inicia a partir de la entrada a producción y atenderá la solución de errores del proyecto desarrollado. Se considerará errores, aquellos requerimientos que cumpla con cualquiera de los siguientes criterios:

✓ El producto no cumple con la funcionalidad definida en las especificaciones del levantamiento de requerimientos.
✓ El producto no controla situaciones que pueden ocasionar la terminación no controlada del proceso o un comportamiento inesperado.
✓ Cuando un requerimiento instalado daña funcionalidad de otros requerimientos desarrollados que ya venían funcionando correctamente, o los datos almacenados en las bases de datos. Lo anterior significará que el desarrollo no tuvo en cuenta las implicaciones o que simplemente, se dañaron por omisión de funcionalidades o archivos ya existentes.
✓ Cuando se presenta una diferencia entre el resultado de un cómputo, observación, medición o condición y la verdad especificada o el cálculo teóricamente correcto de acuerdo con las especificaciones aprobadas.

No se consideran errores:

✓ Ambigüedades en la especificación.
✓ Problemas de rendimiento no son errores pero se debe reportar para realizar el seguimiento a los casos cuando se identifique.
✓ Problemas generados por afinamiento en base de datos.
✓ Cuando se requiere adicionar funcionalidad para controlar casos de excepción que no se detectaron en la etapa de definición del requerimiento.
✓ Cuando se requiere adicionar o modificar funcionalidad para mejorar el funcionamiento operativo del proceso o por cambios de ley.

Relación de entregables

Entregables administrativos

1) Plan maestro de gestión del proyecto.
2) Reportes de seguimiento quincenal EDP (Estructura de Desglose del Producto).
3) Reportes de seguimiento quincenal Matriz Entregables.
4) Reportes de seguimiento mensual del proyecto.
5) Informe de cierre del proyecto.

Entregables técnicos

1) Ficha Técnica Requerimientos.
2) Controles de Cambio solicitados.
3) Documento de requerimientos funcionales.
4) Documento de requerimientos no funcionales.
5) Documento de actores.
6) Documento de casos de uso.
7) Documento de arquitectura.
8) Plan de pruebas.
9) Documento de casos de prueba.
10) Documento de resultado de pruebas realizadas por el proveedor.
11) Código fuente (Documentado).
12) Manuales de usuario.
13) Manual técnico.
14) Manual de instalación.
15) Glosario.

Requerimientos no funcionales

1) Seguridad
2) Interfaz externa
3) Usabilidad
4) Rendimiento
5) Estándares y políticas preestablecidos
6) Confiabilidad
7) Software
8) Hardware

ALTERNATIVA A4: REPOSITORIO CENTRAL EN ENTIDAD

A. Concepción: Fase de diagnóstico y acuerdo operativo marco: Producto 1

Alcance
Selección de la entidad líder, sistema de información base y acuerdo operativo.

Actividades
- ✓ Elaborar un plan de trabajo y revisar el cronograma de actividades propuesto según las obligaciones de la consultoría.

- ✓ Definir mesa temática conformada al menos por un profesional informático y un temático de cada entidad, quienes estarán vinculados a las entidades, exclusivamente para atender este proceso, y que serán responsables por el desarrollo de las actividades, en los tiempos y condiciones acordadas.
- ✓ Con base en el estudio de EPAM, el Consultor del SIRRH determinará los requerimientos de información a ser implementados a través del sistema a diseñar, en los componentes de la oferta, demanda, calidad y riesgo
- ✓ Con base en los requerimientos, se realizará un análisis detallado de los sistemas de información de cada una de las entidades, tendiente a determinar cuál de ellos está en mejor capacidad de servir como repositorio central del sistema. En especial, se tendrá en cuenta la existencia de mecanismos o aplicativos para compartir información con otras entidades del Convenio.
- ✓ Realización de entrevistas con los funcionarios del sistema en las entidades que comparten información, para determinar el grado de compatibilidad de los sistemas y la forma como el proceso ha operado hasta el presente, detectando posible fallas en los aplicativos o en la forma de operarlos. En estas entrevistas debe quedar en claro, mediante actas, el compromiso de la entidad de servir como repositorio central, en caso de que sea seleccionada.
- ✓ Selección de la entidad líder, que podría servir como repositorio central del SIRRH, y/o confirmar a la EAB, en caso de que esta entidad sea aceptada por las demás entidades y la EAB acepte ser el repositorio central.
- ✓ Preparación de un documento de acuerdo operativo marco sobre la gobernanza del sistema, en que consten los compromisos de la entidad líder y los de cada una de las demás entidades usuarias del sistema, y los instrumentos de dirección y coordinación del sistema.
- ✓ Suscripción del acuerdo operativo, como un otrosí al Convenio 011 de 2013.

Entregables

- ✓ Actas de reunión e informes de revisión aprobados.
- ✓ Especificación de requerimientos (ficha de requerimientos, casos de uso de requerimientos).

B. Fase de diseño: Producto 2

Alcance

Diseño: Comprende las actividades relacionadas con el diseño detallado por cada uno de los requerimientos identificados en el producto 1.

Actividades

- ✓ Revisar y evaluar el sistema de información base de la entidad líder para el intercambio de información con los demás sistemas de las entidades

- ✓ Diseño detallado de la solución:

    - o Diagrama de componentes lógicos
    - o Diagrama de infraestructura
    - o Diagrama de clases
    - o Diseño de la arquitectura del sistema
    - o Diseño de prototipo funcional
    - o Diagrama entidad – relación
    - o Diseño de metadatos
    - o Especificaciones detalladas

- ✓ Revisión y evaluación de los aplicativos existentes para compartir o intercambiar información en la entidad líder.

- Identificación y revisión de los aplicativos.
- Evaluación de los aplicativos y sus formatos, en función de su capacidad para dar respuesta a los requerimientos de información de la ERA.
- Identificación de necesidades de ajuste de los formatos existentes y de creación de nuevos formatos para el ingreso de información al sistema.

✓ Ajuste de los aplicativos y formatos existentes en el sistema de la entidad líder (en principio el SIH de la EAB), y diseño y estandarización de nuevos y aplicativos para cada uno de los componentes y subcomponentes de la ERA. Dado que este es el corazón del diseño, se debe tener en cuenta la tabla 20, que muestra:
Los insumos: o sea la información para cuyo ingreso se deben diseñar y estandarizar formatos y rutinas.
Los productos, dentro de los cuales se han distinguido dos clases: los productos intermedios, o sea, aquellos para cuyo cálculo a partir de los datos de los insumos se deben diseñar aplicativos, y los productos finales, los cuales deben ser generados a partir de los productos intermedios.
Como se puede observar en la tabla 20, los productos finales, por lo general, corresponden a los indicadores ERA. Pero en fases posteriores del Sistema, no objeto de la presente contratación, se pueden considerar otros productos, como por ejemplo, modelos hidrológicos, modelos de calidad u otros.

Entregables

✓ Aplicativos, formatos y rutinas para ingreso, procesamiento y salidas de la información correspondiente a cada uno de los componentes descritos

C. Fase de pruebas e implementación: Producto 3

Alcance

Implementación de los aplicativos, formatos diseñados en cada una de las entidades y pruebas piloto para validación de los procesos.

Actividades

✓ Elaboración plan de pruebas piloto de intercambio de información para la ERA (mínimo entre 2 entidades).
- Agregar nuevos usuarios al actual sistema compartido de la entidad líder.
- Agregar los nuevos usuarios al actual sistema compartido.
- Determinar las claves de acceso al sistema de los diferentes usuarios.
- Determinar rutinas de salida o consulta de la información.
- Determinar rutinas de ingreso de la información consignada en los formatos.

✓ Implementación del uso de formatos y rutinas en cada entidad.
- Actualizar el uso de formatos y rutinas para ingreso y salida de información al sistema en las entidades que ya los tienen (CAR, EAB, IDEAM).
- Implementar el uso de formatos y rutinas para ingreso y salida de información al sistema en las entidades que no los tienen (SDA, IDIGER)

✓ Elaboración del manual de operación del sistema.
- Con base en la experiencia lograda en las anteriores actividades, se elaborará un manual de operación del sistema interoperable.
- Se entregará este manual para retroalimentación por parte de cada una de las entidades, mediante la realización de talleres.

Entregables

- ✓ Plan de pruebas.
- ✓ Código fuente en el repositorio de versiones designado por la entidad líder.
- ✓ Documentación técnica y documentación de usuario del sistema de información.
- ✓ Documento de aceptación de paso a producción.

D. Fase de operación inicial: Producto 4

Alcance

Consiste en el inicio de operaciones del sistema, mediante un trabajo conjunto del Consultor y los funcionarios encargados de cada entidad, con el fin de asegurar la capacitación práctica del personal de cada entidad en el manejo del sistema de información.

Actividades

- ✓ Transferencia de conocimiento por parte del consultor a los usuarios temáticos del sistema de información.
  - o Administración del sistema.
  - o Captura e intercambio de información sobre cada uno de los componentes de la ERA entre los sistemas de información de las entidades.
  - o Cálculo de los indicadores ERA a partir de la base de datos.
  - o Generación de informes.

- ✓ Transferencia de conocimiento por parte del consultor a los líderes técnicos del sistema de información.
  - o Capa de datos (diseño base de datos, formatos de almacenamiento).
  - o Capa media (aplicaciones).
  - o Capa de integración (componentes utilizados para la integración de del sistema base con los demás).

Esta fase será acompañada por el Consultor durante un período de dos (2) meses, hasta la generación de informes.

Entregables

- ✓ Transferencia de conocimiento.

Garantía y soporte post implementación

Son las mismas señaladas para la Alternativa 2.

Relación de entregables

Entregables administrativos

1) Plan de calidad del proyecto.
2) Reportes de seguimiento mensual.
3) Reportes de seguimiento mensual Matriz Entregables.
4) Reportes de seguimiento mensual del proyecto.
5) Actas de reuniones.
6) Otrosí de acuerdo operativo marco para el sistema de información (al Convenio 011/2013)
7) Informe de cierre del proyecto.

Entregables técnicos

8) Informe Producto 1: Especificación de requerimientos (ficha de requerimientos, casos de uso de requerimientos). Actas de reunión e informes de revisión.
9) Informe Producto 2: Diseño de estándares, aplicativos y formatos.
10) Informe Producto 3: Plan de pruebas, Código fuente en el repositorio de versiones designado por la entidad líder, Documentación técnica y documentación de usuario del sistema de información, Documento de aceptación de paso a producción. Manual de operación.
11) Informe Producto 4: Fase inicial de operación. Transferencia de conocimiento.
12) Glosario.

Requerimientos no funcionales

Mismos que para Alternativa 2

3.4.3. Plan de trabajo

Como en el caso anterior, a continuación se presenten los datos desglosados para cada alternativa

La tabla 22 relaciona la propuesta de cronograma con las actividades macro de acuerdo a la estimación de esfuerzo y metodología presentada, para la Alternativa 2. El cronograma refleja:

- ✓ Las actividades a realizar para la consecución de los productos esperados por cada uno de los ciclos.
- ✓ La secuencia y precedencia entre las actividades.
- ✓ Los recursos asignados y la dedicación.
- ✓ Puntos de control

La tabla 24 muestra el cronograma para la Alternativa 4.

3.4.4. Recurso técnico asignado

La tabla 23 muestra la relación de los recursos técnicos necesarios para la ejecución de la Alternativa 2. La tabla 25 muestra la relación de recursos técnicos para la Alternativa 4.

3.4.5. Estructura organizacional del diseño

La estructura organizacional propuesta para el proyecto se constituye con la definición de un conjunto de equipos de trabajo, los cuales están asociados a disciplinas del proceso de análisis, diseño, desarrollo, construcción e implementación y la conforman personas desempeñando roles afines a la disciplina. Los equipos y roles definidos para el proyecto se muestran en la figura 11 para la Alternativa 2 y en la figura 12 para la Alternativa 4.

La adopción de un estilo de arquitectura orientada a servicios, transforma la forma de trabajar de los stakeholder y participa dentro de los procesos de la entidad y la integración con otras entidades, exponiendo y consumiendo servicios para lograr sus objetivos.

Para su adopción es necesario contar con una infraestructura que cuente con servidores, balanceadores, unidades de discos, una red de datos y demás hardware con capacidades aceptables que cumplan los requerimientos de las herramientas de software que soportan un estilo SOA.

Estas herramientas son ofrecidas en el mercado por diferentes proveedores, entre los cuales se listan los más comunes en entidades del estado y privadas en Colombia como los son: IBM, Oracle, Redhat, Microsoft.

Para esta propuesta es importante aclarar que debe basarse en la decisión de costo beneficio que más se adopte a la arquitectura de solución diseñada previamente y a la entidad. En este documento se menciona las herramientas a utilizar de uno de los proveedores con más presencia en entidades públicas como lo es Oracle.

Tabla 22. Cronograma detallado del proyecto Alternativa 2

Actividad	Meses												
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	n
Concepción													
Realizar lanzamiento	■												
Conocer el negocio y desarrolla la visión	■	■	■										
Realizar entrevistas	■	■	■	■									
Definir modelo de procesos	■	■	■										
Definición preliminar del alcance	■												
Especificación funcional	■	■	■	■	■								
Revisión y ajustes de artefactos cliente				■	■								
Entrega de informes y artefactos concepción					■								
Elaboración													
Elaborar documentos de diseño detallado				■	■								
Revisión y ajustes de artefactos cliente					■	■							
Entrega de informes y artefactos de elaboración						■							
Construcción													
Realizar construcción						■	■	■	■	■			
Realizar pruebas unitarias						■	■	■	■	■			
Realizar entrega a soporte						■	■	■	■	■			
Definir casos de pruebas						■	■	■	■	■			
Ejecutar pruebas						■	■	■	■	■			
Realizar pruebas de integración						■	■	■	■	■			
Revisión y ajustes de artefactos cliente									■	■			
Entrega de informes y artefactos de construcción									■	■			
Transición													
Configurar el entorno de gestión de la configuración									■	■			
Revisión y ajustes de artefactos cliente									■	■			
Entrega de informes y artefactos de transición									■	■			
Estabilización													
Corregir defectos reportados por el cliente							■	■	■	■	■	■	
Transferencia de conocimiento													
Preparar material de entrenamiento												■	
Realizar entrenamiento												■	
Revisión y ajustes de artefactos cliente												■	
Entrega de informes y artefactos de transferencia												■	
Garantía y soporte													
Resolver temas de garantía													■
Entrega de informes y artefactos de garantía													■

Tabla 23. Información equipo técnico propuesto Alternativa 2

Cantidad	Cargo	Formación académica	Experiencia específica	Costo mensual	Dedicación
Uno (1)	Gerente del Proyecto	Profesional en Ingeniería de sistemas, tecnología informática, telecomunicaciones, Sistemas de Información e ingeniería de Software; con posgrado en gerencia de proyectos.	Mínima de seis (6) años, como Líder, Director o Gerente de proyecto, en proyectos de Tecnologías de Información.	$3.800.000	Medio Tiempo
Dos (2)	Arquitecto de Software	Profesional en Ingeniería de sistemas, tecnología informática, telecomunicaciones, Sistemas de Información e ingeniería de Software; con posgrado en ingeniería de software.	Mínima de cinco (5) años, como Arquitecto de Software, en la implementación de arquitecturas para aplicaciones multicapa construidas en Java.	$6.600.000	Tiempo Completo
Uno (3)	Analista de Sistemas de Información	Profesional en ingeniería de sistemas, ingeniería de software, tecnología informática, telecomunicaciones, Sistemas de Información e ingeniería de Software; con posgrado en ingeniería de software.	Mínima de tres (3) años, como Analista de Sistemas, en la especificación de soluciones de software a la medida y aplicación de metodologías de desarrollo de software.	$5.700.000	Tiempo Completo
Cinco (6)	Ingenieros de Desarrollo	Profesional en ingeniería de sistemas, ingeniería de software, tecnología informática, telecomunicaciones, Sistemas de Información e ingeniería de Software; con posgrado en ingeniería de software.	Mínima de tres (3) años, como Ingeniero de Desarrollo, en el análisis, diseño, desarrollo y puesta en producción de sistemas de información en plataformas J2EE, bases de datos (Oracle, SQL Server), lenguajes de programación (PL/SQL) e implementación de aplicativos en servidores de aplicaciones Web.	$4.200.000	Tempo Completo
Tres (3)	Ingeniero de Pruebas	Profesional en ingeniería de sistemas, ingeniería de software, tecnología informática, telecomunicaciones, Sistemas de Información e ingeniería de Software.	Mínima de dos (2) años, como Ingeniero de Pruebas, en aseguramiento de la calidad en soluciones de software a la medida.	$3.100.000	Tempo Completo

Cantidad	Cargo	Formación académica	Experiencia específica	Costo mensual	Dedicación
Uno (1)	Ingeniero asesor	Profesional en hidrología, hidrometeorología, ingeniería geográfica o civil con experiencia en redes y procesamiento de información hidrometeorológica y de calidad del agua	Mínima de cinco (5) años como ingeniero en proyectos de redes, procesamiento hidrometeorológico y afines. Postgrado en ciencias ambientales, hidrología o hidrometeorología	$6.	

Tabla 24. Cronograma detallado del proyecto Alternativa 4

Actividad	Meses									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10-12
Diagnóstico y acuerdo operativo: Producto 1										
Determinación de requerimientos de información	■									
Análisis comparativo de los sistemas de información de cada entidad	■	■								
Entrevistas con funcionarios de entidades y acuerdo de compromisos	■	■								
Selección de entidad líder		■								
Preparación de documento de acuerdo operativo		■								
Suscripción de acuerdo operativo (otrosí al Convenio 011/2013)		■								
Fase de diseño: Producto 2										
Definición de requerimientos funcionales y no funcionales del sistema:			■	■						
- Diagrama de componentes lógicos			■	■						
- Diagrama de infraestructura			■	■						
- Diagrama entidad - relación			■	■						
- Diseño de metadatos			■	■						
- Especificaciones detalladas			■	■						
Revisión y evaluación de aplicativos existentes para compartir información en entidad líder			■	■	■	■				
Ajuste y/o diseño de formatos o aplicativos para cada componente de la ERA:			■	■	■	■				
- Oferta			■	■	■	■				
- Demanda			■	■	■	■				
- Calidad			■	■	■	■				
- Riesgo			■	■	■	■				
Fase de montaje: Producto 3										
Agregar nuevos usuarios al sistema compartido							■	■	■	
Implementación del uso de formatos y rutinas en cada entidad							■	■	■	
Elaboración del Manual de Operación del Sistema							■	■	■	
Fase de operación inicial: Producto 4										
Diseño de la base de datos del sistema										■
- Diseño base de datos										■
- Agregar información										■
- Cálculo indicadores ERA										■
Generación de informes mensuales y anuales										■

Tabla 25. Información equipo técnico propuesto Alternativa 4

Cant.	Cargo	Formación académica	Experiencia específica	Dedicación
Uno (1)	Director del Proyecto	Ingeniero civil, geógrafo o hidrólogo, con postgrados en hidrometeorología y/o sistemas de información.	Mínima de seis (6) años, como Líder, Director o responsable de proyectos de Tecnologías de Información aplicada a las ciencias hidrometeorológicas.	Medio Tiempo
Uno (1)	Arquitecto de Software	Profesional en Ingeniería de sistemas, tecnología informática, telecomunicaciones, Sistemas de Información e ingeniería de Software; con posgrado en ingeniería de software.	Mínima de cinco (5) años, como Arquitecto de Software, en la implementación de arquitecturas para aplicaciones multicapa construidas en Java.	Tiempo Completo
Un (1)	Analista de Sistemas de Información	Profesional en ingeniería de sistemas, ingeniería de software, tecnología informática, telecomunicaciones, Sistemas de Información e ingeniería de Software; con posgrado en ingeniería de software.	Mínima de tres (3) años, como Analista de Sistemas, en la especificación de soluciones de software a la medida y aplicación de metodologías de desarrollo de software.	Tiempo Completo
Un (1)	Ingeniero de Desarrollo 1	Profesional sistemas e ingeniería de software, tecnología informática, telecomunicaciones, Sistemas de Información e ingeniería de Software; con posgrado en ingeniería de software.	Mínima de tres (3) años, como Ingeniero de Desarrollo, en el análisis, diseño, desarrollo y puesta en producción de sistemas de información en plataformas J2EE, bases de datos (Oracle, SQL Server), lenguajes de programación (PL/SQL) e implementación de aplicativos en servidores de aplicaciones Web.	
Dos (2)	Ingenieros de Desarrollo 2	Profesionales en hidrología, hidrometeorología, ingeniería geográfica o civil con experiencia en redes y procesamiento de información hidrometeorológica y de calidad del agua	Mínima de cinco (5) años como ingeniero en proyectos de redes, procesamiento hidrometeorológico y afines. Postgrado en ciencias ambientales, hidrología o hidrometeorología	Tiempo Completo
Dos (2)	Ingeniero de Pruebas	Profesional en ingeniería de sistemas, ingeniería de software, tecnología informática, telecomunicaciones, Sistemas de Información e ingeniería de Software.	Mínima de dos (2) años, como Ingeniero de Pruebas, en aseguramiento de la calidad en soluciones de software a la medida.	Tiempo Completo

Figura 11. Estructura organizacional Alternativa 2

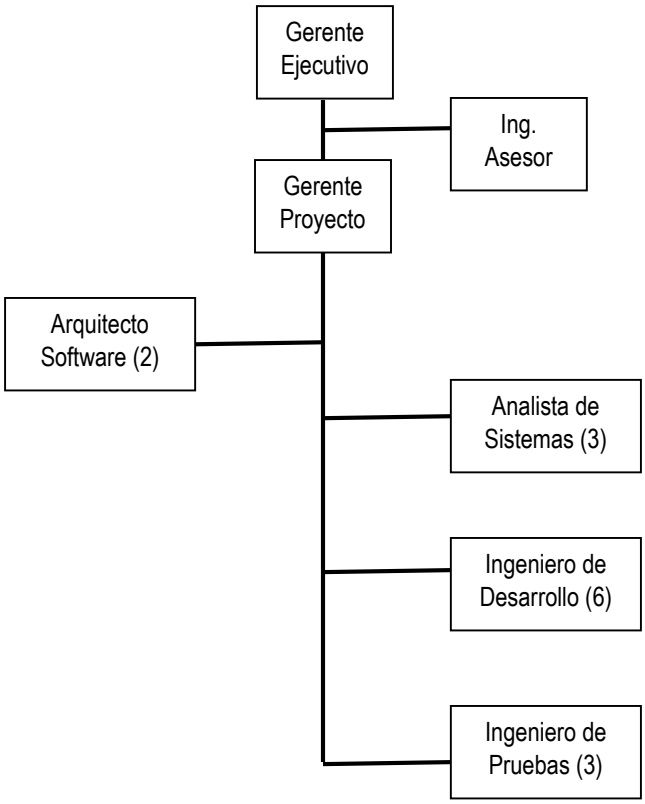
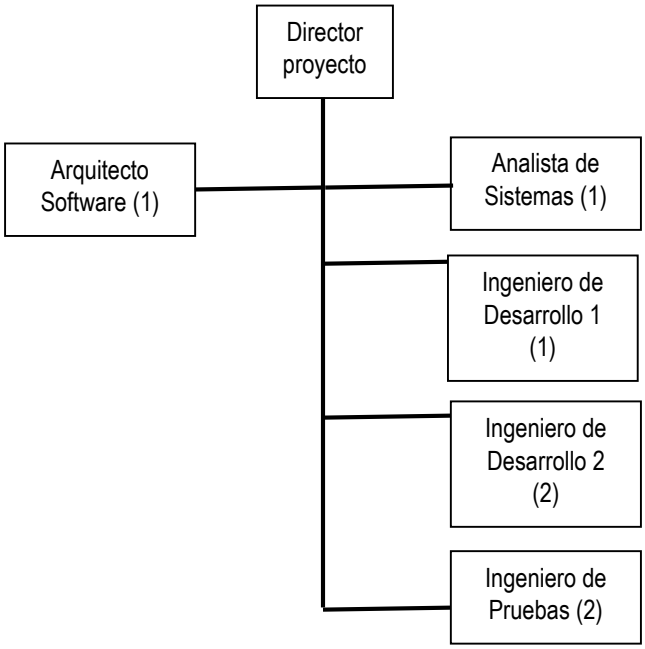


Figura 12. Estructura organizacional Alternativa 4



3.4.6. Gobernanza del sistema de información

Basados en el documento principal de referencia [18], el reto de construir una gestión integrada del ERA que sea efectiva, legítima y participativa es enorme. Ello se debe a la complejidad de la problemática que se debe abordar, a la multiplicidad de actores e intereses en juego y a la ausencia de un marco institucional y organizacional claro que permita que los diferentes actores actúen alrededor de un objetivo común y de manera cooperativa.

La complejidad de la ERA radica en que es una problemática multi-actor, multinivel e interdisciplinaria. Es necesario considerar varios sectores y su relación con ella, las diferentes jurisdicciones y los múltiples actores con sus respectivos intereses y capacidad de influir.

La complejidad se origina también por las fuerzas externas que influyen en el entorno de las políticas públicas del agua, entendida ésta como un bien común y un derecho, y no como un recurso para gastar. Estas fuerzas diversas y cambiantes generan un entorno de incertidumbre que debe ser enfrentado mediante un diseño institucional y organizacional que sea efectivo y pertinente para lograr los fines del desarrollo humano sostenible y la sostenibilidad territorial.

Para resolver adecuadamente la situación actual se requiere del diseño de un marco institucional y organizacional que permita articular la acción de los diferentes actores involucrados alrededor de una visión y unos objetivos comunes y que coordine los esfuerzos entre ellos. Igualmente es necesario resolver el dilema de los múltiples niveles, escalas y jurisdicciones presentes, que hacen que el problema sea aún mucho más complejo. En este trabajo se llama a dicho marco institucional y organizacional el sistema de gobernanza para la ERA. Un primer paso para este diseño consiste en diferenciar claramente los conceptos de instituciones, organizaciones y actores.

- ✓ Por marco institucional se entiende el diseño de reglas de juego entre los actores involucrados que pueden ser gubernamentales, del sector privado y de las organizaciones de la sociedad civil. Este marco institucional debe generar los incentivos correctos para el desarrollo de la visión compartida y los objetivos propuestos por los actores de la ERA. Debe también tener la capacidad de imponer sanciones y hacer cumplir las regulaciones y estándares.

- ✓ Las organizaciones del sistema son todos aquellos sistemas sociales que tienen un objetivo común relacionado con la gestión integral de la ERA y que pueden ser del sector privado, del gobierno y de la sociedad civil.

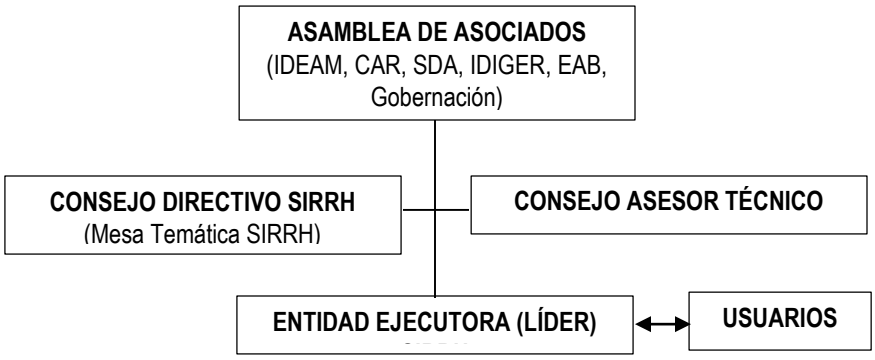
- ✓ Actores son todos aquellos grupos que tienen un interés específico y particular sobre la ERA, reclaman recursos y acciones y cuentan con poder, legitimidad y urgencia para influir sobre el sistema de gobernanza de la ERA o ser influido por el mismo.

Los principios en que se basa el sistema de gobernanza:

- ✓ La participación activa de los involucrados, grupos de interés en el proceso de formulación de planes y toma de decisiones, al igual que en los mecanismos de seguimiento y monitoreo.
- ✓ La suficiente financiación del sistema.
- ✓ La eficiencia en el uso de los recursos financieros.
- ✓ Manejar la complejidad en una perspectiva integral.
- ✓ Las soluciones deben ser propuestas al tiempo que la situación y problemática se va volviendo más inciertas, por factores de forma que es necesario actuar bajo un marco de prevención, urgencia y prioridad.

De estos principios sobresalen como pilares esenciales del modelo propuesto, el sistema de participación en la planeación, formulación y toma de decisiones de actores involucrados y el financiamiento compartido del sistema. El sistema de gobernanza debe actuar también sobre la base de prevenir situaciones antes que intervenir ante crisis y situaciones de hecho (figura 13).

Figura 13. Estructura organizacional de gobernanza



Asamblea de Asociados: Es el órgano máximo de gobierno, donde se discuten y se tratan de generar consensos sobre las visiones de diverso orden que confluyan en la Gestión Integrada de la ERA, con las entidades institucionales del orden nacional, regional, departamental, distrital y municipal.

Consejo Directivo SIRRH: Designado por la Asamblea, se concibe como un órgano de gobierno y de implementación de decisiones vinculado al SIRRH y las entidades, que promoverá procesos amplios de participación para la planificación, generación de consensos, negociación y resolución de conflictos y el desarrollo del sistema de información, generación de conocimientos, resultados e impactos.

Consejo Asesor Técnico: Previsto por la necesidad de contar con estudios y conceptos científicos y técnicos en todo lo ateniente al entendimiento de la dinámica del SIRRH (plataformas, tecnologías, etc), que integrará a los diferentes investigadores, que asesora al Consejo Directivo.

Entidad Ejecutora: Estructurada como el brazo ejecutor y responsable operativo del SIRRH, con la que los usuarios (demás entidades del Convenio) estarán en permanente interacción, por intermedio de las mesas temáticas de oferta, demanda, calidad y riesgo, cada una conformada al menos por un profesional temático de cada entidad, quienes estarán vinculados a las entidades, exclusivamente para atender este proceso, y que serán responsables por el desarrollo de las actividades, en los tiempos y condiciones acordadas por todas las entidades..

Esta forma de gobierno está orientada a la Alternativa 4, Repositorio central en entidad, pero podrá ser adoptada también en caso de ponerse en marcha la Alternativa 2, Orientada a servicios, caso en el cual la entidad ejecutora no sería una sino todas.

La adopción de un estilo de arquitectura orientada a servicios, transforma la forma de trabajar de los stakeholder y participa dentro de los procesos de la entidad y la integración con otras entidades, exponiendo y consumiendo servicios para lograr sus objetivos. Para su adopción es necesario contar con una infraestructura que cuente con servidores, balanceadores, unidades de discos, una red de datos y demás hardware con capacidades aceptables que cumplan los requerimientos de las herramientas de software que soportan un estilo SOA. Estas herramientas son ofrecidas en el mercado por diferentes proveedores, entre los cuales se listan los más comunes en entidades del estado y privadas en Colombia como los son: IBM, Oracle, Redhat, Microsoft.

Para esta propuesta es importante aclarar que debe basarse en la decisión de costo beneficio que más se adopte a la arquitectura de solución diseñada previamente y a la entidad. En este documento se menciona las herramientas a utilizar de uno de los proveedores con más presencia en entidades públicas como lo es Oracle.

A continuación se listan los productos de software necesarios para su licenciamiento e instalación para soportar un estilo SOA, para la Alternativa 2; cabe anotar que puede ser utilizado el total de los productos o parcial según decisiones de diseño de la solución. En el caso de la Alternativa 4, no será necesario adquirir equipo ni software adicional al que ya existe en las entidades usuarias.

Productos - Oracle SOA Suite

Oracle Adapters	http://www.oracle.com/technetwork/middleware/adapters/overview
Oracle B2B	http://www.oracle.com/technetwork/middleware/b2b-integrations/overview
Oracle BPEL Process Manager	http://www.oracle.com/appserver/bpel_home.html
Oracle Business Activity Monitoring	http://www.oracle.com/appserver/business-activity-monitoring.html
Oracle Business Rules	http://www.oracle.com/appserver/rules.html
Oracle Event Processing	http://www.oracle.com/us/technologies/soa/complex-event-processing
Oracle Enterprise Manager	http://www.oracle.com/enterprise_manager
Oracle Enterprise Repository	http://www.oracle.com/technetwork/middleware/repository/overview
Oracle Service Registry	http://www.oracle.com/technetwork/middleware/registry/overview
Oracle Service Bus	http://www.oracle.com/us/technologies/soa/service-bus
Oracle WebLogic Server	http://www.oracle.com/us/products/middleware/application-server

3.4.7. Costos

Una vez obtenido un análisis de las actividades, recursos, posibles actividades, es posible establecer un estimado en el costo para el desarrollo del sistema interoperable para el recurso hídrico en los componentes de oferta, demanda, calidad y riesgo para la ERA. Estos costos se resumen en la tabla 26 para un periodo de 2 años para la Alternativa 2. La tabla 27 muestra el resumen de costos para la Alternativa 4.

Tabla 26. Resumen de costos Alternativa 2

Referencia de costos promedios, productos IBM – Oracle 2013

Recursos	Costo
Personal técnico para desarrollo de procesos	$561.600.000
Infraestructura	$356.538.240

Licenciamiento de software SOA (Herramienta x Core licenciamiento perpetuo , soporte anual)	$650.000.000
Servicios	$110.000.000
TOTAL	$1.678.138.240

Servicios corresponde a:

Capacitación	$85.000.000
Instalación y Afinamiento	$25.000.000
TOTAL	$110.000.000

Infraestructura corresponde a:

Servidor P6 modelo 520 con 64 GB RAM, virtualizable, conexión a la SAN DS4800, 2 HBA con 2 puertos, unidad de DVD, unidad de cinta 4MM, un procesador DUAL CORE a 4.7 GHZ, cache 4MB core.	$296.194.560
Servidor BLADE SERVER HS22, 2 procesadores QUADCORE virtualizados con VMWARE, 64 GB RAM, en módulos de 8 GB y 2 HBAS, 2 HD de 146 GB configurados en BLADE CENTER chasis H, tarjeta ETHERNET ON – BOARD DUAL GIGABYTE NETWORK ADAPTER	$60.343.680
TOTAL	$356.538.240

Recursos	Costo por 2 años
Personal técnico	$591.600.000
Infraestructura	$400.000.000
Licenciamiento de software	$50.000.000
TOTAL (sin IVA)	$1.041.600.000

Tabla 28. Resumen de costos Alternativa 4

Referencia de costos promedios, productos IBM – Oracle 2013

Recursos	Costo
Personal técnico para desarrollo de procesos (1)	$772.800.000
Gastos directos (1)	$137.900.000
Subtotal	$910.700.000
IVA	$145.712.000
TOTAL	$1.056.412.000
(1) Costos de capacitación están incluidos en los costos de personal y directos	

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

El presente estudio abarcó el diagnóstico de los sistemas de información del recurso hídrico existentes en las entidades de la Región Capital, el análisis de viabilidad de implementar un sistema interoperable de información, la identificación, análisis y comparación de alternativas para implementar un sistema interoperable, la propuesta de la alternativa más viable y la elaboración del plan de trabajo para poner en marcha la solución. El estudio termina con la elaboración de los términos de referencia para la contratación del diseño e implementación del sistema. No obstante, los resultados de este producto deben verse en relación con los demás productos de esta consultoría (productos 1, 2 y 3), de los cuales depende.

El diagnóstico muestra que en la región existen sistemas de información del recurso hídrico en el IDEAM, la CAR, la EAB, la SDA y el IDIGER (antes FOPAE). Cada entidad tiene uno o varios sistemas, que manejan en forma independiente información de alguno o algunos de los componentes de la ERA (oferta, demanda, calidad y riesgo), con una capacidad variable para la estimación de los indicadores ERA.

IDEAM

Oferta: La entidad genera y dispone en sus bases de datos de la información necesaria para la estimación de los indicadores IRH e IA (ver definiciones en sección 3.1). Para ello dispone de una red de estaciones hidrométricas en los ríos principales de cada subzona hidrográfica, donde mide niveles diarios y efectúa aforos trimestrales, con base en los cuales genera series de caudales diarios, que facilitan la estimación del IRH. Asimismo, dispone de una red de estaciones meteorológicas y climatológicas que miden parámetros como la precipitación, la temperatura, la evaporación, la radiación y el brillo solar, la dirección y velocidad del viento y otros, mediante los cuales es posible calcular la evapotranspiración potencial y real (ETP y ETR) y, por tanto, el índice de aridez (IA). La entidad estima tanto el IRH como el IA a nivel de subzona hidrográfica, que es un nivel adecuado para la síntesis nacional. No obstante, la información del IDEAM es insuficiente para la estimación de estos indicadores a nivel de cuencas subsiguientes a la subzona. La entidad no genera ni dispone de información hidrogeológica suficiente para la construcción de modelos hidrogeológicos conceptuales a nivel de cuenca hidrogeológica y, por tanto, no estima los parámetros de recarga y recarga a este nivel.

Demanda: La entidad dispone de la información necesaria para la estimación de los indicadores de demanda de agua superficial a nivel de subzona hidrográfica, que es el nivel de jurisdicción del IDEAM. Pero esta información es insuficiente para la estimación de los indicadores a nivel de cuencas subsiguientes, que es el nivel de interés para la Región Capital. Asimismo, estima el IEAS a nivel de subzona, pero no dispone de información de demanda de agua subterránea desagregada a nivel de cuencas subsiguientes y sector. No dispone de datos suficientes para la estimación del IASAP y del IIUA.

Calidad: La entidad genera y dispone de la información necesaria para la estimación del ICA en los ríos principales a nivel de subzona hidrográfica. Igualmente dispone de información para el cálculo del IMA a nivel de subzona. Para el cálculo del IACAL dispone de información para la estimación de la mayor parte de parámetros de carga, a nivel de subzona. Pero la información es insuficiente para la estimación de estos indicadores a nivel de cuencas subsiguientes.

Riesgos: La entidad genera la información de oferta necesaria para el cálculo del IRH a nivel de subzona. Igualmente dispone de la mayor parte de la información necesaria para el IUA, por lo cual puede calcular el índice de desabastecimiento (IVH) a nivel de subzona. Para el IVET, es posible obtener la información necesaria para el subíndice de torrencialidad a partir de las planchas del IGAC, y dispone de la información necesaria

para la estimación del subíndice de variabilidad, con lo cual puede estimar el IVET, pero a nivel de subzona hidrográfica. Pero la información es insuficiente para la estimación de estos indicadores a nivel de cuencas subsiguientes. Para el IVICAS, la entidad no genera la información geológica necesaria, pero dispone de los mapas del INGEOMINAS y de la ANH a nivel de provincias hidrogeológicas, que permiten aproximar los parámetros básicos para la estimación del IVICAS, pero a un nivel por encima de la cuenca hidrogeológica y de los acuíferos de la región.

Sistemas de información:

- Sistema de Información Hidrometeorológica (SISDHIM) implementado en COBOL, el cual a la fecha está siendo migrado a una plataforma web soportada por ORACLE como motor de base.
- Catálogo de estaciones: constituido por un aplicativo web para la gestión de la información de las estaciones hidrometeorológicas administradas por las autoridades ambientales en el país.
- Sistema de Información del Recurso Hídrico (SIRH): ofrece una serie de formularios web que permiten la centralización de información sobre disponibilidad hídrica, calidad hídrica y gestión integral del recurso hídrico
- Formulario Único Nacional de Inventario de Puntos de Agua Subterránea (FUNIAS): herramienta web que cuenta con una serie de módulos que permiten describir en detalle las condiciones de un punto de agua.
- Sistema de Información para el Registro de Usuarios del Recurso Hídrico (SIRH - RURH): herramienta Web que facilita a las autoridades ambientales el registro de la documentación de información de personas naturales y jurídicas que hacen uso del recurso hídrico.
- Registro Único Ambiental (RUA): aplicativo web que permite el registro de empresas, predios y datos legales sobre autorizaciones para el aprovechamiento del recurso hídrico, sobre el consumo de energía, aprovechamiento forestal, generación de residuos, acciones de gestión ambiental, concerniente a suelos, aprovechamiento de agua, incluyendo captaciones de agua y vertimientos.

Secretaría Distrital de Ambiente SDA

Oferta: La entidad no genera ni dispone en sus bases de datos de la información necesaria para la estimación de los indicadores IRH e IA. La entidad realiza aforos de caudal en una red de puntos distribuidos en los tramos urbanos de los ríos Tunjuelo, Fucha, Salitre y Torca – Guaymaral para fines de monitoreo periódico de calidad del agua, pero no dispone en esos puntos de estaciones hidrométricas permanentes. También dispone de una red de estaciones de precipitación, pero sus datos son insuficientes para estimar los distintos parámetros del balance hídrico. La entidad dispone de un modelo hidrogeológico conceptual para la zona urbana, pero es necesario investigar sus parámetros geométricos, hidráulicos e hidrogeoquímicos mediante investigaciones geofísicas y otras que permitan determinar las características de detalle de las cuencas y subcuencas hidrogeológicas donde se ubican los acuíferos de la zona urbana, toda vez que la alimentación (recarga) de estos últimos proviene en su mayor parte de zonas no urbanas de la cuenca hidrogeológica.

Demanda: La entidad no genera ni dispone de la información necesaria para la estimación de los indicadores de demanda de agua superficial (IUA), entre otras razones porque se considera que esta función le corresponde a otra entidad (la EAB en la zona urbana y la CAR en la zona rural). Para la demanda de agua subterránea dispone de la información aportada por los usuarios de los pozos concesionados, la cual permite la estimación de la demanda de agua subterránea para uso doméstico y para uso industrial, comercial y de servicios en la zona urbana.

Calidad: La entidad genera y dispone de la información necesaria para la estimación del ICA en los tramos urbanos y periurbanos de los ríos Tunjuelo, Fucha, Salitre y Torca – Guaymaral. Para el cálculo del IMA dispone información parcial (no en todos los puntos de la red) y desactualizada (2008-09). Para el cálculo del IACAL dispone de información para la estimación de la carga industrial, proveniente de sus programas de caracterización y control de vertimientos, pero ésta no cubre la totalidad de las industrias y está desactualizada (2008-09); no se dispone de la información necesaria para la estimación de la carga comercial y de servicios,

ganadera, agrícola y minera; aunque es posible estimar la población y la carga doméstica por métodos indirectos, no existe información desagregada a nivel de cuenca de población y consumos de agua, que permita estimarla en forma más precisa.

Riesgos: La entidad no genera ni dispone de la información necesaria para el IVH. Para el IVET, es posible obtener la información necesaria para el subíndice de torrencialidad a partir de las planchas del IGAC, pero no dispone de la información necesaria para la estimación del subíndice de variabilidad. Para el IVICAS, la entidad no genera la información geológica necesaria, pero dispone de los mapas del INGEOMINAS que permite aproximar el parámetro de litología, si bien se advierte que la escala de esta última es general (1:100.000); otros datos para este indicador se pueden estimar a partir de la información geológica, pero no se dispone de medidas directas de profundidad y grado de confinamiento de los acuíferos.

Sistemas de información:
- FOREST: sistema web diseñado para apoyar las tareas de gestión de la entidad, realizar la trazabilidad de trámites, gestionar permisos, modificarlos o hacer la revocatoria de éstos.
- Observatorio ambiental: sistema web que permite conocer a través de indicadores ambientales el estado y la calidad del ambiente en Bogotá, e informar de forma los resultados de gestión ambiental de la entidad.
- Archivos Excel sobre.
  Base general sobre conceptos
  Puntos de agua subterránea
  Modelo hidrogeológico conceptual de Bogotá

CAR

Oferta: La entidad genera y dispone en sus bases de datos de la información necesaria para la estimación de los indicadores IRH e IA. Para ello dispone de una red de estaciones hidrométricas en la mayor parte de ríos de su jurisdicción, donde mide niveles diarios y efectúa aforos mensuales, con base en los cuales genera series de caudales diarios, que facilitan la estimación del IRH, si bien la entidad no estima este indicador. Asimismo, dispone de una red de estaciones meteorológicas y climatológicas que miden parámetros como la precipitación, la temperatura, la evaporación, la radiación y el brillo solar, la dirección y velocidad del viento y otros, mediante los cuales es posible calcular la evapotranspiración potencial y real (ETP y ETR) y, por tanto, el índice de aridez (IA). La entidad estima este último indicador en sus cuencas de interés. En el pasado, la entidad contrató la elaboración de modelos hidrogeológicos regionales, con la cooperación de INGEOMINAS, pero éstos están desactualizados tecnológicamente. Por tanto, la entidad no dispone de un modelo hidrogeológico conceptual para sus distintas cuencas hidrogeológicas, que permita estimar con un buen nivel de aproximación los parámetros de recarga y descarga, por lo cual es necesario investigar los parámetros geométricos, hidráulicos e hidrogeoquímicos a nivel de cada una de sus cuencas hidrogeológicas, mediante investigaciones geofísicas y otras.

Demanda: La entidad no genera ni dispone de la información necesaria para la estimación de los indicadores de demanda de agua superficial, si bien es posible estimar algunos tipos de demanda, como la agrícola y la pecuaria, a través de métodos indirectos como los módulos de consumo y el área con riego. El caudal concesionado es un indicador pero no representa el consumo, además de que la mayor parte de las captaciones son, por lo general, ilegales. Asimismo, es posible estimar la demanda para generación eléctrica mediante datos de los generadores (EMGESA) y existen datos que permiten el cálculo de la demanda de agua para recreación. Por tanto, si bien se puede calcular con buen nivel de detalle la oferta hídrica y el caudal ambiental, la entidad no estima el IUA de manera regular en sus cuencas. Para la demanda de agua subterránea dispone de información aportada por los usuarios de los pozos concesionados, la cual permitiría la estimación de la demanda de agua subterránea para distintos usos, pero tal información es parcial e insuficiente. Por tanto, no se estiman los indicadores IEAS, IASAP e IIUA.

Calidad: La entidad genera y dispone de la información necesaria para la estimación del ICA en los ríos principales de su jurisdicción (en especial en el río Bogotá). Para el cálculo del IMA no dispone de información suficiente. Para el cálculo del IACAL dispone de información para la estimación de la carga industrial, proveniente de sus programas de caracterización y control de vertimientos, pero ésta no cubre la totalidad de las industrias y está desactualizada; no se dispone de la información necesaria para la estimación de la carga comercial y de servicios, ganadera, agrícola y minera; aunque es posible estimar la población y la carga doméstica por métodos indirectos, no existe información desagregada a nivel de cuenca de población y consumos de agua, que permita estimarla en forma más precisa.

Riesgos: La entidad genera la información de oferta necesaria para el cálculo del IRH, pero no estima este indicador. Tampoco genera ni dispone de la información necesaria para el IUA, por lo cual no calcula el índice de desabastecimiento (IVH). Para el IVET, es posible obtener la información necesaria para el subíndice de torrencialidad a partir de las planchas del IGAC, y dispone de la información necesaria para la estimación del subíndice de variabilidad, pero no estima el IVET para sus cuencas. Para el IVICAS, la entidad no genera la información geológica necesaria, pero dispone de los mapas del INGEOMINAS que permite aproximar el parámetro de litología, si bien se advierte que la escala de esta última es general (1:100.000); otros datos para este indicador se pueden estimar a partir de la información geológica, pero no se dispone de medidas directas de profundidad y grado de confinamiento de los acuíferos.

Sistemas de información:

- SIGPRA: sistema web que integra información resultante de los diferentes procesos de gestión de la Corporación.
- Sistema de administración de expedientes (SAE): sistema web que centraliza la información de todo acto administrativo (trámites permisivos y procesos sancionatorios) realizado por la entidad y que se encarga de llevar el registro cronológico de las acciones de control y seguimiento de la entidad.
- SICLICA: Sistema de información climatológica e hidrológica que se apoya en una base de datos Oracle para gestionar la información de más de 360 estaciones hidrometeorológicas (convencionales y satelitales) ubicadas en las cuencas de los ríos de su jurisdicción.
- Archivos excel sobre:
  Información del laboratorio ambiental
  Red de calidad: constituida por 237 estaciones distribuciones en las 9 cuencas de jurisdicción de la CAR.
  Censo de usuarios del recurso hídrico superficial (CURHS)
  Análisis de muestras puntuales de calidad realizados por el Laboratorio Ambiental.
  Análisis de calidad de cuencas: relación de resultados de análisis de muestras de calidad para el cálculo del ICA en diferentes cuencas de Cundinamarca.

EAB – Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Bogotá

Oferta: La entidad genera y dispone en sus bases de datos de la información necesaria para la estimación del indicador IRH en las cuencas abastecedoras del acueducto. Para ello dispone de una red de estaciones hidrométricas en la mayor parte de ríos de estas cuencas, donde mide niveles diarios y efectúa aforos periódicos, con base en los cuales genera series de caudales diarios, que facilitan la estimación del IRH, si bien la empresa no estima este indicador. Asimismo, dispone de una red de estaciones meteorológicas y climatológicas que miden parámetros como la precipitación, la temperatura, la evaporación, la radiación y el brillo solar, la dirección y velocidad del viento y otros, mediante los cuales es posible calcular la evapotranspiración potencial y real (ETP y ETR) y, por tanto, el índice de aridez (IA). Pero la entidad no estima este último indicador en sus cuencas de interés. En el pasado, la entidad contrató la elaboración de un modelo hidrogeológico regional, con la cooperación de JICA del Japón, pero éste se encuentra desactualizado tecnológicamente. Por tanto, la entidad no dispone de un modelo hidrogeológico conceptual para las distintas cuencas hidrogeológicas de su interés, que permita estimar con un buen nivel de aproximación los parámetros de recarga y descarga, por lo cual es necesario investigar los parámetros geométricos, hidráulicos e

hidrogeoquímicos a nivel de cada una de las cuencas hidrogeológicas, mediante investigaciones geofísicas y otras.

Demanda: La entidad genera y dispone de los datos de consumo de agua de la ciudad y los municipios a los que presta el servicio, para el consumo doméstico, industrial, comercial y de servicios, pero tales datos no están desagregados a nivel de UPZ ni de cuencas, lo que hace necesario utilizar métodos indirectos para la estimación de estos consumos. No dispone de datos sobre consumo agrícola, ganadero y minero. A pesar de tener la posibilidad de estimar la oferta hídrica y el caudal ambiental, no estima el IUA para sus cuencas de interés. Tampoco dispone de datos de extracción de agua subterránea, por lo cual no estima los indicadores IEAS, IASAP e IIUA.

Calidad: La entidad genera y dispone de información necesaria para la estimación del índice de calidad ICA y para el índice biológico de calidad por macroinvertebrados acuáticos IMA, pero esta información está limitada a puntos de interés para las plantas de tratamiento de agua potable. Por tanto, no tienen por objeto el conocimiento de las variaciones de calidad en toda la cuenca o a nivel de tramos de ríos. La información es utilizada para estimar indicadores de agua potable, pero no estima los indicadores ICA ni IMA. De otro lado, no genera ni dispone de la información necesaria para la estimación del IACAL y, por tanto, tampoco calcula este indicador.

Riesgos: La entidad genera la información de oferta necesaria para el cálculo del IRH, pero no estima este indicador. Además, la información se refiere a las cuencas abastecedoras. De otro lado, aunque genera y dispone de los datos de consumo de agua de la ciudad y municipios servidos a nivel de sectores, no los tiene desagregados a nivel de UPZ o cuencas, por lo cual el consumo a nivel de cuenca y sector debe estimarse por medios indirectos. No calcula IUA, por lo cual no calcula el índice de desabastecimiento (IVH). Para el IVET, es posible obtener la información necesaria para el subíndice de torrencialidad a partir de las planchas del IGAC, y dispone de la información necesaria para la estimación del subíndice de variabilidad, pero no estima el IVET para sus cuencas. Para el IVICAS, la entidad no lo calcula y no genera la información geológica necesaria, pero dispone de los mapas del INGEOMINAS que permite aproximar el parámetro de litología, si bien se advierte que la escala de esta última es general (1:100.000); otros datos para este indicador se pueden estimar a partir de la información geológica, pero no se dispone de medidas directas de profundidad y grado de confinamiento de los acuíferos.

Sistemas de información:

- Sistema de hidrología (SIH): aplicativo en el que se realiza el almacenamiento de los registros de monitoreo de las lluvias y caudales de las fuentes hídricas que abastecen el sistema de agua potable de Bogotá. Se subdivide en los grupos de 1. Embalses, 2. Estaciones hidrometeorológicas, 3. Plantas de tratamiento, 4. Tanques de almacenamiento, y 5. Centros de consumo humano.
- Niveles del rio Bogotá: aplicativo web disponible desde 2011 en el que es posible consultar la información de 22 puntos de monitoreo de niveles dispuestos desde Gachancipá hasta Canoas, y que reportan datos en línea a través de radiofrecuencia de al menos 8 parámetros con los que se determinan amenazas por inundación.
- SAP: Módulo de calidad del agua QM, en el que se sistematizan los resultados de las mediciones de calidad del agua potable.
- Modulo PP (planificación de producción): gestiona el funcionamiento de la plantas en sus tareas de producción de agua y proyecta financieramente los recursos de operación y materias primas.
- SIMLAB: aplicativo que se encarga de recolectar y administrar los resultados de las pruebas de laboratorio de aguas.
- SCADA: sistema de información de la Dirección Red Matriz de Acueducto, donde se monitorean la red troncal de acueducto y alcantarillado de la ciudad.

- Registro y control de vertimientos: aplicación web que registra información sobre los vertimientos (manejo de desechos) para usuarios de tipo empresa, en cumplimiento de la Resolución 3957 de la Alcaldía Mayor de Bogotá.
- Query de la bodega de datos (BW) ZQM_C51_Q50001: fuente donde se encuentran los análisis consolidados de 1371 muestras de agua tratada que se realizan mensualmente por lotes de inspección, y con los cuales se calcula el IRCA.
- Sistema orográfico: conjunto de componentes en el que se gestiona información para tareas de restauración ecológica, planificación predial y reconversión de sistemas productivos.
- Archivos en Excel sobre:
  Quebradas de los Cerros Orientales y de Ciudad Bolívar
  Protocolo seguimiento de la calidad de los sistemas de suministro norte y sur
  Análisis de calidad de fuentes

  Puntos de muestreo

IDIGER

Oferta: La entidad no calcula los indicadores IRH e IA, por no ser de su competencia.
Demanda: La entidad no calcula los indicadores IUA, IEAS, IASAP e IIUA, por no ser de su competencia.
Calidad: La entidad no calcula los indicadores ICA, IMA e IACAL, por no ser de su competencia.
Riesgo: La entidad no calcula el índice de vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico, por no ser de su competencia. Para el IVET, es posible obtener la información necesaria para el subíndice de torrencialidad a partir de las planchas del IGAC, pero no genera ni dispone de la información necesaria para la estimación del subíndice de variabilidad, por lo cual no calcula este indicador. En cuanto al IVICAS, la entidad no lo calcula, por no ser de su competencia.

Sistemas de información:
- SIRE: sistema de información que facilita la gestión de riesgos en Bogotá, a través de la captura, organización, procesamiento y suministro oportuno de la información disponible para tal fin. Además de los módulos de administración y seguridad, el SIRE inició producción con los siguientes módulos:
  Emergencias, Registros Históricos, Biblioteca, SIRE para Niños, Guía para la Comunidad, Novedades, Teléfonos de Emergencia y Mapas, y 5 de Soporte: Acerca del SIRE, SDPAE, Otras fuentes de información, Contáctenos y Ayuda.
  En ambiente de usuario con contraseña, 10 módulos de usuario: Bodega de Información, Manejo de Solicitudes, Informes, Sondeos, Emergencias, Eventos y Monitoreo, Proyectos, Directorios, Inventarios y Mapas.
  Página pública con 15 secciones de página (Componentes del SIRE – dos veces -, Mapas, Formación a la Comunidad – dos veces-, Buscar información, SDPAE, ¿Qué es el SIRE?, Legislación, Proyectos, CLE´s, Gestión por tipo de riesgo, Material de interés, Autoevaluación de planes de emergencia y contingencia y La Universidad frente a la gestión del riesgo), y 20 módulos en el link “Componentes del SIRE.
  En ambiente de usuario con contraseña, 11 módulos: Bodega de Información, Manejo de Solicitudes, Informes, Sondeos, Emergencias, Directorios, Inventarios, Reasentamiento de familias, Monitoreo de predios, Eventos y Monitoreo y Geoportal Versión 2.

El análisis de conveniencia muestra que:

- Cada entidad, excepto la Gobernación de Cundinamarca, maneja sus propias redes de levantamiento de información.

- Cada red es independiente una de otra, a pesar de estar midiendo el mismo recurso. Esto lleva a que pueda haber duplicidad, triplicidad o, en algunos casos, cuadruplicidad de empleo de recursos para medir un mismo dato.
- No existe una homologación de equipos, instrumentos y procedimientos
- Cada entidad tiene sus propias reglas de disponibilidad de la información.
- No existe intercambio de información entre las redes y/o entidades.
- Todas las entidades necesitan información de las otras, bien sea para el desarrollo de sus funciones misionales (concesiones de agua, control de vertimientos, gestión de sistemas de aprovechamiento, prevención de amenazas, estudios específicos, conceptos, etc).
- Todas estas razones justifican la conveniencia de adoptar un sistema común de información del recurso hídrico en la región, que permita racionalizar el uso de recursos, compartir responsabilidades en la optimización y gestión de redes de monitoreo, compartir información, adoptar sistemas comunes de difusión o puesta al público de la información, mejorar los sistemas de pronóstico de amenazas, etc.

El análisis de viabilidad institucional muestra que:

- Cada entidad cuenta con aplicaciones empresariales o sistemas de información que aportan a la ERA, muchas de ellas con tecnologías en común que facilitan en gran medida la integración entre ellas.
- Las diferentes entidades cuentan con información geográfica clave para las identificaciones de los puntos de monitoreo del recurso hídrico, según sus propias necesidades. cada cuenca donde se realice los diferentes trabajos de campo y demás datos importantes para la ERA.
- Posibilidades técnicas de interactuar entre los sistemas de información específicos de cada entidad permitiendo integrar la información disponible por cada una de estas entidades.
- No obstante, la viabilidad de un sistema interoperable exige tomar decisiones en campos como:
  Identificar la información que cada entidad está dispuesta a compartir con las demás, sin que se afecten sus intereses económicos o misionales.
  Homologación de equipos y procedimientos de medición.
  Homologación de procedimientos de procesamiento, revisión, verificación y validación de datos, en forma tal que la información cumpla con los estándares, especificaciones y objetivos de las entidades.
  Adoptar sistemas comunes de difusión o puesta a disposición del público de la información generada.
  Proteger la información y los datos de manera que los usuarios o los sistemas no autorizados no puedan acceder a ellos para realizar operaciones, y la capacidad de aceptar el acceso a los datos de los usuarios o sistemas autorizados.

En relación con la viabilidad técnica, se han identificado tres alternativas, en función de la información que las entidades estén dispuestas a compartir dentro del sistema:

- A1: Alternativa orientada a indicadores ERA
- A2: Alternativa orientada a servicios
- A3: Alternativa de repositorio central
- A4: Alternativa de repositorio central en entidad

La alternativa orientada a indicadores ERA (A1) es la más sencilla de las alternativas. Consiste en que cada entidad abre un módulo o visor dentro de su página web, titulado “Indicadores ERA”, en el cual cuelga la información de los indicadores ERA de cada una de las cuencas, en la medida en que la ERA se vaya desarrollando en las distintas cuencas bajo la responsabilidad de cada entidad.

La alternativa orientada a servicios (A2) es una alternativa de solución para un sistema de información descentralizado, donde cada participante o entidad productora es dueña de sus datos, exponiendo o compartiendo a su criterio y según sus procesos internos, información como servicios para el beneficio de la comunidad interesada.

La alternativa de repositorio central (A3) es una alternativa de solución para un sistema de información centralizado, externo a las entidades, al cual cada una de las entidades participantes envía los datos que genera, y donde se clasifica, se organiza, se procesa y finalmente se publica la información para el consumo de las entidades participantes y la comunidad.

La alternativa de repositorio central en entidad (A4) se diferencia de la Alternativa A3 en que para la conformación del sistema interoperable se parte de un sistema existente (Aplicación legada) en una de las entidades socias del Convenio 011/2013, que podría llamarse la entidad líder, que ya tenga en marcha un sistema de compartir información hidrometeorológica con otra u otras entidades. De esta forma, el trabajo consistiría en construir módulos y/o formatos para el ingreso de la información de los temas faltantes enfocados a la ERA. Las entidades se articulan por medio del registro de nuevos usuarios y roles al sistema, interactuando con el sistema vía internet utilizando los nuevos módulos y/o formatos para la ERA.

Para el análisis y comparación de estas alternativas se aplicó un sistema multicriterio, mediante 12 criterios o variables de comparación, cada uno clasificado en 5 clases o niveles. Las alternativas se calificaron según estos niveles y luego los criterios fueron ponderados según la importancia relativa. Como resultado se logró la siguiente clasificación de las alternativas en orden de elegibilidad:

1. Alternativa A1 (puntaje de 0,750)
2. Alternativa A4 (puntaje de 0,625)
3. Alternativa A2 (puntaje de 0,470)
4. Alternativa A3 (puntaje de 0,455)

No obstante, en las reuniones de socialización la alternativa A1 se desechó, debido a que sólo permite compartir resultados, pero no representa un intercambio real de información sobre el recurso hídrico. Por tanto, se seleccionó la alternativa A4, seguida de la alternativa A2, para la puesta en marcha del sistema de información interoperable.

La alternativa A4 se facilita debido a que existe una entidad (la EAB), cuyo sistema de información hidrológico (SIH) ya cuenta con aplicativos y experiencia en el intercambio de información con el IDEAM, la cual se podría utilizar para su ampliación a otros campos y entidades usuarias.

En el texto del informe se hacen algunas consideraciones sobre una propuesta de diseño del sistema, pero será el diseñador quien, finalmente, decida la arquitectura del sistema y sus características, en el marco de los objetivos descritos, en especial en la matriz insumo producto.

4.2. RECOMENDACIONES

De acuerdo con lo expuesto, la alternativa recomendada para la implementación inicial del Sistema de Información Regional del Recurso Hídrico interoperable es la Alternativa 4, seguida por la alternativa 2.

Alternativa A-4. Alternativa de repositorio central en entidad

La Alternativa A4*, Alternativa de repositorio central en entidad,* se basa en la conformación del sistema interoperable a partir de un sistema existente en una de las entidades socias del Convenio 011/2013, que podría llamarse la entidad líder, que ya tenga en marcha un sistema de compartir información hidrometeorológica con otra u otras entidades. De esta forma, el trabajo consistiría en construir y poner en operación nuevos formatos y aplicativos para el ingreso de la información de los temas que haga falta. La ventaja competitiva reside en que estos servicios, al ser comunes para casi todas las entidades, se pueden reutilizar ajustándolos a las estrategias y necesidades específicas del proyecto, debido a que esta arquitectura posee las siguientes características:

- ✓ Información centralizada administrada por una sola entidad.
- ✓ Es altamente mantenible al ser administrable a través de una aplicación centralizada.
- ✓ Se aprovecha la experiencia existente en materia de compartir información.
- ✓ Sólo implica la ampliación de componentes temáticos y la integración de nuevos usuarios del sistema.
- ✓ Tiempos bajos en el desarrollo de la implementación del sistema.

En esta solución se parte del supuesto que el sistema base sea el SIH de la EAB, el cual ya maneja información de oferta, demanda y calidad de agua y comparte información con otra entidad, si bien no cubre todos los parámetros de la ERA.

Alternativa A-2. Alternativa orientada a servicios

El proceso de integración de sistemas de información en el sector público es complejo, especialmente cuando se deben cumplir requisitos de interoperabilidad en los niveles semántico y de la lógica del negocio. Al implementar una solución de negocio bajo una arquitectura orientada a servicios, la palabra clave es Servicio, el cual es una unidad de trabajo que se ejecuta por un proveedor para obtener un resultado final y que es requerido o utilizado por un consumidor. Los servicios corresponden a funciones del negocio que, cuando son invocadas, ejecutan una tarea específica. La ventaja competitiva reside en que estos servicios, al ser comunes para casi todas las entidades, se pueden reutilizar ajustándolos a las estrategias y necesidades específicas del negocio, debido a que esta arquitectura posee las siguientes características:

- ✓ Un servicio expone una interface bien definida soportada en estándares.
- ✓ Un servicio oculta detalles relacionados con la implementación del mismo.
- ✓ La invocación del servicio se hace mediante mecanismos basados en estándares abiertos.
- ✓ Un servicio es publicado por un proveedor para que sea consumido por uno o más clientes (aplicaciones, procesos, etc.)
- ✓ Los servicios son desacoplados (modulares), autónomos e independientes.
- ✓ Un servicio es reutilizable al poder ser invocado por diferentes aplicaciones.

Por lo anterior se recomienda proceder a contratar el diseño del sistema interoperable bajo el marco de la alternativa A4, Alternativa de repositorio central en entidad. Sólo en el caso de que la EAB no acepte este compromiso, se recomienda diseñar e implementar la alternativa A2.

El análisis de costos de diseño e implementación indican igualmente que la alternativa A4 es la más favorable ($ 1.056 millones de pesos a 12 meses), frente a la alternativa A2 ($ 1.678 millones de pesos a 24 meses).

En los anexos 1 y 2 se proponen los términos de referencia para el diseño de cada una de estas alternativas, las cuales llevan implícita una fase de capacitación y transferencia tecnológica para los funcionarios de las distintas entidades encargados de poner en práctica el sistema.

PRINCIPALES DOCUMENTOS CONSULTADOS

1) CAR. Fichas de calidad. Bogotá. 2014.

2) EAB. Fichas de calidad. Bogotá. 2014.

3) EAB. Catálogo de Aplicaciones Web del Negocio. Bogotá. 2014.

4) EAB. Gerencia de Tecnología, Mapeo de Aplicaciones. Bogotá. 2014.

5) EAB. Juan Manuel Ramírez. Sistema de Información Hidrológica, Informe Ejecutivo. Bogotá. Sf.

6) FOPAE (hoy IDIGER). Diagnóstico y evaluación del sistema de información para la gestión de riesgos y atención de emergencias de Bogotá (SIRE), Informe Final (Versión para revisión), Fondo de Prevención y Atención de Emergencias. Bogotá. 2013.

7) GOBERNACIÓN DE CUNDINAMARCA. Fichas de calidad. Bogotá. 2014.

8) IDEAM. Estudio Nacional del Agua. Bogotá D.C. 2010.

9) IDEAM. Lineamientos conceptuales y metodológicos para los estudios de la ERA. Bogotá D.C. 2013.

10) SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE SDA. Inventario de Aplicaciones - Sistema de información, Secretaría Distrital de Ambiente. Bogotá. 2014

11) SECRETARÍA DISTRRITAL DE AMBIENTE. Fichas de calidad. Bogotá. 2014.

12) SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE SDA. Carlos Eduardo Ángel Villegas. ERA, Fase de Aprestamiento – Evaluación Regional del Agua (Informe Final). Bogotá. 2013.

13) SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE – Aída Castro y Pilar Galindo. Evaluación regional del agua. Componente de sistemas de información. Bogotá. D.C. Bogotá. 2012.

14) SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE - Félix Darío Sánchez L. Informe final. Diagnóstico, acciones y estrategias para implementar la evaluación regional del agua con énfasis en el componente de oferta hídrica superficial región capital (departamento de Cundinamarca). Bogotá, D.C. 2012.

15) SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE – César Rodríguez N. Evaluación regional del agua (ERA). Diagnóstico aguas subterráneas. Bogotá. D. C. 2012.

16) SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE. 2012. “Documento de evaluación institucional y de información para la elaboración de la evaluación regional de agua para Bogotá - Región Capital”. 2012.

17) SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE – Adriana González Vásquez. Informe final. Diagnóstico, acciones y estrategias para implementar la evaluación regional del agua con énfasis en el componente calidad de agua. Bogotá. D.C.

18) QUINAXI, - Ernesto Guhl Nannetti, DISEÑO INSTITUCIONAL PARA APLICAR LA GESTIÓN INTEGRADA DEL AGUA Y DEL TERRITORIO –GIAT-

19) EPAM SA ESP. – IDEAM. "Consultoría para la identificación de requerimientos para el subproyecto de mejoramiento, identificación, seguimiento y monitoreo de amenazas hidrometeorológicas para alertas tempranas (inundaciones, deslizamientos e incendios de la cobertura vegetal) en Colombia". Bogotá. 2007.

20) EPAM SA ESP. – IDEAM. "Ajuste del programa nacional de monitoreo del recurso hídrico y la determinación de la estrategia de su implementación respondiendo a los indicadores ambientales de seguimiento del recurso hídrico y un estudio de reingeniería de la red, el cual debe definir la red básica nacional para el monitoreo del recurso hídrico y las necesidades de infraestructura para llevar a cabo su implementación". Bogotá. 2011.

21) VARGAS J. R. Guía técnica para evaluación de software. Tomado de: http://jrvargas.files.wordpress.com/2009/03/guia_tecnica_para_evaluacion_de_software.pdf - http://www.puntoexe.com.co/ . Bogotá. 2009.

22) Entendiendo el desarrollo de los sistemas SOA. Relación Entre BPM y SOA. María Consuelo Franky R. Revista ACIS (Asociación Colombiana de Ingenieros de Sistemas) Edición N° 111: Arquitectura Orientada a Servicios. Julio – Septiembre 2009. http://www.acis.org.co/index.php?id=1379.

23) Mainstream SOA Methodology MSOAM. http://www.soamethodology.com.

24) The SOA Magazine. Working With SOA and RUP. Marzo 13, 2008 (SOA Magazine Issue XVI: March 2008) http://www.soamag.com/I16/0308-1.php.

25) Service Oriented Modeling And Architecture. Ali Arsajani, Ph. D. arsajan@us.ibm.com. http://www.ibm.com/developerworks/library/ws-soa-design1/.

26) Service-Oriented Architecture – Concepts, Technology and Design. Chapter 10. Section 10.2. The Top Down Strategy. Thomas Earl. 2005 Pearson Education.

27) Service-Oriented Architecture – Concepts, Technology and Design. Chapter 10. Section 10.3. The Bottom Up Strategy. Thomas Earl. 2005 Pearson Education.

28) Service-Oriented Architecture – Concepts, Technology and Design. Chapter 10. Section 10.1. SOA Delivery lifecycle phases. Thomas Earl. 2005 Pearson Education.

29) SOMA: A method for developing service-oriented solutions. Ali Arsanjani. arsanjan@us.ibm.com. Published online August 6, 2008.

30) Service-oriented modeling-SOMA Life cycle modeling activities. Wikipedia. http://en.wikipedia.org/wiki/Service-Oriented_Modeling_and_Architecture.

31) Reference Model for Service Oriented Architecture 1.0 – OASIS. http://www.oasis-open.org/committees/download.php/19679/soa-rm-cs.pdf. Committee Specification 1, 2 August 2006.

32) Introduction RUP and RUP/SOA. Peter van der Heijde. IBM Software Group. http://www-05.ibm.com/nl/events/presentations/SOA_Development_Rational_Unified_Process.pdf

33) Fijación de los enfoques de la identificación de SOA/SOMA Service a los entornos del proyecto - IBM developerWorks

34) Rational Unified Process - Classic RUP for SOMA

35) Introduccion RUP y RUP/SOA – Peter Van Heijde – IBM

36) Service – Oriented Modeling and Arqchitecture - Ali Arsanjani, Ph.D. (arsanjan@us.ibm.com), Chief Architect, SOA and Web services Center of Excellence, IBM, Software Group – IBM. http://www.ibm.com/developerworks/library/ws-soa-design1/. arsanjan@us.ibm.com

37) Service-Oriented Architecture: Concepts, Technology, and Design. Erl, Thomas. Capitulo 15. 15.5. Service design guidelines. 15.5.9. Document services with metadata.

38) Service-Oriented Architecture: Concepts, Technology, and Design. Erl, Thomas. Capitulo 15. 15.5. Service design guidelines

39) Service Oriented Architecture Concepts Technology and Design - Prentice Hall. http://www.amazon.com/Service-Oriented-Architecture-SOA-Concepts-Technology/dp/0131858580

40) Service-Oriented Architecture: Concepts, Technology, and Design. Capítulo 14. Service-Oriented Design (Part II: SOA Composition Guidelines). Considerations for choosing service layers.

41) PROYECTO DE FORTALECIMIENTO DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN COMO HERRAMIENTAS DE GESTIÓN DE INFORMACIÓN PARA LAS EVALUACIONES REGIONALES DEL AGUA - Pilar Galindo - Sonia C. Garzón M. - Diana M. Cujabán G. – Abril 2014 – IDEAM – CAR – IDIGER – EAB – SDA.

Anexo 1: TÉRMINOS DE REFERENCIA PARA EL DISEÑO Y DESARROLLO DE LA ALTERNATIVA No 2: ORIENTADA A SERVICIOS

DESCRIPCIÓN DEL REQUERIMIENTO EN LOS SIGUIENTES TÉRMINOS:

Necesidad

Dentro del marco de los compromisos adquiridos en el Convenio 011 de 2013, se hace necesario contratar el diseño del Sistema de Información Regional del Recurso Hídrico (SIRRH), mediante el cual se pretende manejar y compartir la información de oferta, demanda, calidad y riesgos asociados al recurso hídrico en la Región Bogotá – Cundinamarca.

La contratación se enmarca además en el cumplimiento del Plan de Desarrollo 2012-2016 Bogotá Humana, Tabla No 2, Metas Eje 2, Un territorio que enfrenta el cambio climático y se ordena alrededor del agua:

Meta de resultado y/o gestión: Realizar una evaluación regional del agua como insumo para la toma de decisiones regionales. Se debe realizar una evaluación regional del agua en el cuatrienio.

Meta de resultado y/o gestión: Desarrollo y operación de un sistema de información del recurso hídrico y variables ambientales regionales para la toma de decisiones asociadas a la gestión del agua y al ordenamiento territorial. Este sistema debe quedar operando en el cuatrienio.

Conveniencia

Para poner en marcha la meta de "Desarrollo y operación de un sistema de información del recurso hídrico y variables ambientales regionales para la toma de decisiones asociadas a la gestión del agua y al ordenamiento territorial", es necesario, en primer lugar realizar el diagnóstico de los sistemas de información del recurso hídrico existentes en la región y, con base en él, diseñar el Sistema de Información Regional del Recurso Hídrico SIRRH.

Durante los años 2013 y primer semestre del 2014 se realizó el diagnóstico. La presente contratación se refiere al diseño del sistema.

El SIRRH es de fundamental importancia para el Distrito y, de manera especial, para la EAB, por cuanto a través de él se manejará y almacenará toda la información del recurso hídrico generada por las distintas entidades del orden nacional, regional y local, para la Región Bogotá – Cundinamarca, lo cual facilitará la planeación del aprovechamiento de los recursos hídricos de la región para atender las necesidades de agua de la ciudad y la región.

Oportunidad

El Distrito Capital, la EAB, la SDA, FOPAE, la CAR, la Gobernación de Cundinamarca y el IDEAM suscribieron el Convenio 011 de 2013, uno de cuyos componentes es el desarrollo del Sistema de Información Regional del Recurso Hídrico SIRRH.

ELEMENTOS QUE SOPORTAN LA PRESENTE JUSTIFICACIÓN:

1. *Análisis de precios de mercado:*

El método utilizado para determinar el presupuesto fue un estudio técnico adelantado en el marco de la ERA para la Región Capital (ver numeral siguiente).

Las categorías a las que pertenecen las personas que integran el grupo mínimo de apoyo, según la Resolución de tarifas 0342 de 2009 son de la 1 a la 4, además de auxiliares de ingeniería.

2. *Estudio técnico*:

En desarrollo del Convenio 011/2013, la EAB contrató en 2013 con la firma EPAM SA ESP la consultoría para "Realizar una propuesta de estrategias, metodologías y herramientas para la implementación de la Evaluación Regional del Agua, así como para definir los requerimientos funcionales del Sistema de Información Regional del Recurso Hídrico, como instrumentos para la gestión integral del recurso hídrico frente a la variabilidad y el cambio climático".

En el marco de este contrato, el Consultor elaboró el Producto 4, titulado: "DEFINICIÓN DE REQUERIMIENTOS FUNCIONALES PARA EL SISTEMA DE INFORMACIÓN REGIONAL DEL RECURSO HÍDRICO (SIRRH) DE LA REGIÓN BOGOTÁ- CUNDINAMARCA Y LAS CUENCAS ABASTECEDORAS Y RECEPTORAS DEL DISTRITO CAPITAL".

El informe tuvo por objeto realizar el diagnóstico de los sistemas de información existentes en la CAR, IDEAM, EAB, FOPAE (hoy IGIDER) y SDA en sus diversos componentes (Plataformas, software, hardware, procesos, herramientas, bases de datos y temas relacionados con tecnología utilizada en los sistemas de información), y proponer alternativas candidatas con la posibilidad de conexión o interoperabilidad de los sistemas.

La elaboración del producto contempló: a) el diagnóstico de los requerimientos de información para la evaluación regional del agua y de la forma como cada entidad aplica los indicadores ERA; b) diagnóstico de los sistemas de información en uso en cada una de las entidades (CAR, SDA, EAB, IDIGER, IDEAM); c) análisis de viabilidad de un sistema de información interoperable (conveniencia y viabilidad institucional, viabilidad técnica, identificación y análisis de alternativas, recomendación de alternativa viable); d) propuesta de diseño; y e) plan de acción. Se incluye, además, la propuesta de términos de referencia para el diseño del sistema de información.

El estudio analizó tres alternativas y recomendó una (la No 2), para cuyo desarrollo se elaboran los presentes términos. En anexo magnético se presenta el Producto No 4 en mención.

TERMINOS DE REFERENCIA CONSULTORIA E INTERVENTORÍA

1. DATOS DE LA INVITACION

OBJETO:

El objetivo de esta contratación es el *DISEÑO DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN REGIONAL DEL RECURSO HÍDRICO*, que sea interoperable entre las distintas entidades con interés en la gestión del agua a nivel regional, en especial, la CAR, la SDA, la EAB, el IDIGER y el IDEAM. Este sistema consiste en el diseño e implementación de los requerimientos funcionales y no funcionales para el componente de los indicadores ERA, mediante la aplicación de buenas prácticas de ingeniería de desarrollo de software.

PRESUPUESTO OFICIAL:

El presupuesto estimado para la presente consultoría es de MIL SEISCIENTOS SETENTA Y OCHO MILLONES CIENTO TREINTA Y OCHO MIL DOSCIENTOS CUARENTA PESOS M/CTE ($1.678'138.240,oo) que comprende costos de personal, infraestructura, software requerido y servicios adicionales.

➢ Especifique el presupuesto del proceso. El área debe anexar el presupuesto detallado del proceso, con base en el cual se elabora el formulario No. 1 Lista de cantidades y precios.

Aplica IVA ☒ SI ☐ NO

FUENTES DE FINANCIACION:

➢ Especifique la fuente de financiación que ampara el proceso de contratación.

Recursos de la Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Bogotá (EAB.

VISITA Y/O CONFERENCIA TÉCNICA

➢ Especifique si debe realizarse visita y/o conferencia técnica ☒ SI ☐ NO

➢ En caso afirmativo informe si visita es de carácter obligatoria ☐ SI ☒ NO

➢ Especifique que profesional debe realizar la visita técnica y el sitio de reunión para los proponentes.

El Oferente debe estar representado por el Representante Legal o un delegado autorizado.

PLAZO DE EJECUCIÓN:

➢ Los costos estimados corresponden a un periodo de ejecución de dieciocho (18) meses.

FORMA DE PAGO:

CONSULTORIA: Seleccione una de las siguientes opciones, las que no le apliquen favor borrarlas.

✓ **Opción 2:** por producto, en este caso se debe describir cada producto así:

Un primer pago que equivale al 15% a la entrega del producto 1.
Un segundo pago, equivalente al 15% a la entrega del producto 2.
Un tercer pago que equivale al 25% a la entrega del producto 3.
Un cuarto pago que equivale al 25% a la entrega del producto 4.
Un quinto pago que equivale al 5% a la entrega del producto 5.
Un sexto pago, equivalente al 10% a la entrega del producto 6.
Un séptimo pago que equivale al 5% a la entrega del producto 7 y recibo final del contrato.

Para cada uno de los productos el Acueducto de Bogotá realizará los pagos de la siguiente manera: se pagará el 60% del valor del producto con la entrega del mismo, previa a la aceptación de la interventoría. El restante 40% con la aprobación del producto por parte de la interventoría.

FORMULA DE AJUSTE:

➢ Especifique si el contrato tiene ajustes ☐ SI aplica ☒ NO aplica

2. CRITERIOS DE SELECCIÓN Y SU PONDERACIÓN

SÓLO APLICA PARA INVITACIÓN PÚBLICA

A. EXPERIENCIA DEL OFERENTE:

Experiencia general

Haber realizado por lo menos dos proyectos en el área de estudios y planeamiento de sistemas de información del recurso hídrico, que contenga análisis de redes de monitoreo, diseño de protocolos de medición, procesamiento y validación de la información y sistemas de información geográfica SIG.

Experiencia específica

Presentar por lo menos un proyecto que haya ejecutado, en las áreas de análisis, diseño, desarrollo y puesta en producción de sistemas de información en plataformas J2EE, bases de datos (Oracle, SQL Server), lenguajes de programación (PL/SQL) e implementación de aplicativos en servidores de aplicaciones Web.

3. CONDICIONES PARA LA CELEBRACIÓN Y EJECUCIÓN DEL CONTRATO.

CLÁUSULAS EXCEPCIONALES O EXORBITANTES

Especifique si aplican las cláusulas excepcionales ☐ SI aplican ☒ NO aplican

4. CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN DEL CONTRATO

CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES

Objetivo General de la Consultoría	Diseño de un sistema de información regional del recurso hídrico para la Región Capital
Objetivos Específicos de la Consultoría	Lograr interoperabilidad de los sistemas de información de las distintas entidades con interés en la gestión del agua a nivel regional, en especial, la CAR, la SDA, la EAB, el IDIGER y el IDEAM. Diseñar e implementar los requerimientos funcionales y no funcionales para el componente de los indicadores ERA, mediante la aplicación de buenas prácticas de ingeniería de desarrollo de software.
Descripción y Alcance de la Consultoría	En términos generales, se plantean varias iteraciones que incluyen la ejecución de la etapa de levantamiento de requerimientos y posteriormente el proceso está orientado al análisis, diseño, implementación y pruebas de los casos de uso de los requerimientos, que hayan sido aprobados por la interventoría del proyecto como parte del proceso de elaboración. La etapa de requerimientos está constituida por una fase inicial de identificación de procesos orientados a ser el insumo necesario para el entendimiento de alto nivel de toda la solución, para actores tanto técnicos como funcionales; teniendo en cuenta que el proyecto se basa en la interoperabilidad entre las entidades (IDEAM, EAB, SDA, CAR e IDIGER) para el componente de los indicadores ERA, se partirá del detalle de la información que suministren las entidades involucradas en la etapa de inicio, de los procesos que aplican, así como manuales de usuario y técnicos de los sistemas involucrados y se acordará para cumplir con los requerimientos funcionales, cuales se mantienen, cuales se modifican y cuales corresponden a requerimientos completamente nuevos, tomando también la normativa que aplique al inicio del proyecto. Todo proyecto de desarrollo de software es configurado metodológicamente usando un conjunto de activos y buenas prácticas de la industria y propietarias (logradas y mejoradas

continuamente a través de la experiencia adquirida por las compañías de desarrollo de software). Con este enfoque se busca responder a las necesidades particulares del negocio y del proyecto sin perder los niveles de calidad exigidos y deseados.

Se sugiere la metodología de desarrollo basada en RUP (Rational Unified Process), la cual recomienda seguir un proceso metodológico iterativo que permite entregar la solución de acuerdo al alcance y los casos de uso definidos en la etapa de levantamiento de requerimientos.

Ubicación del Proyecto objeto de la Consultoría

La ejecución de la consultoría se llevará a cabo en la ciudad de Bogotá D.C., por tratarse del sitio de asiento de las entidades involucradas en el proyecto (IDEAM, EAB, SDA, CAR e IDIGER).

Productos de la Consultoría

Fase de concepción: Producto 1

Alcance

Especificación de requerimientos: Identificar los requerimientos funcionales y no funcionales de la solución a desarrollar siguiendo los lineamientos del modelo CMMI for Development para las áreas de proceso.

Actividades

- ✓ Realizar lanzamiento
- ✓ Conocer el negocio y desarrolla la visión
- ✓ Realizar entrevistas
- ✓ Definir modelo de procesos
- ✓ Definición preliminar del alcance
- ✓ Especificación funcional
  - Detallar casos de uso
  - Definición de requerimientos
  - Definir estándares y lineamientos de interfaz de usuario
  - Revisión de las especificaciones de requerimientos con el cliente
  - Estructurar el modelo de casos de usos
- ✓ Entrega de informes y artefactos concepción

Entregables:

- ✓ Actas de reunión e informes de revisión aprobados.
- ✓ Documento de visión.
- ✓ Matrices de trazabilidad.
- ✓ Especificación de requerimientos: caso de uso/requerimiento/registro de solicitud.
- ✓ Estimación de esfuerzo detallada.

Fase de elaboración: Producto 2

Alcance

Diseño: Comprende las actividades relacionadas con el diseño detallado por cada requerimiento. Esta disciplina explica cómo transformar los productos de trabajo de los requerimientos en los productos de trabajo que especifiquen el diseño del proyecto a desarrollar.

Actividades

- ✓ Elaborar documentos de diseño detallado

- Elaborar el diseño detallado de casos de usos
- Elaborar modelo de componentes (interfaces, servicios)
- Elaborar diagramas de clases y de secuencia
- Elaborar modelo de entidades o entidad - relación
- Elaborar matriz de casos de uso vs. Elementos de diseño (tablas modelo de datos, componente, interfaces, prototipo)

✓ Generar prototipos
✓ Revisión y ajustes de artefactos cliente
✓ Entrega de informes y artefactos de elaboración

Entregables
✓ Actas de reunión e informes de revisión aprobados.
✓ Modelos de diseño (según la necesidad de diseño y el ambiente de desarrollo: Diagrama de clases, diagrama de estados, diagrama de_paquetes, diagramas de secuencia, etc.)
✓ Estimación de esfuerzo detallada.

Fase de construcción y pruebas: Producto 3

Alcance
Desarrollar los casos de uso de software aprobados por el cliente en cada iteración del proyecto. Probar la funcionalidad del sistema, preparar material de soporte, entrenamiento funcional y despliegue de la solución en ambiente de producción. Este proceso cubre la elaboración y ejecución de las pruebas requeridas para evaluar y valorar la calidad del producto. La tarea de prueba se centra en verificar que para un conjunto de entradas los sistemas responden con los resultados esperados de manera adecuada y confiable.

Actividades
✓ Realizar construcción
- Implementar requerimientos
- Implementar casos de uso
- Realizar codificación del componente
- Integrar componentes

✓ Realizar pruebas unitarias
- Desarrollar documentación técnica

✓ Realizar entrega a soporte
✓ Ejecutar pruebas
✓ Realizar pruebas de integración
✓ Revisión y ajustes de artefactos cliente
✓ Entrega de informes y artefactos de construcción

Entregables
✓ Actas de reunión e informes de revisión aprobados.
✓ Por requerimiento:
- Análisis de impacto.
- Modelo de diseño.
- Código fuente.

✓ Por versión: Informe de pruebas, planes de pruebas, documentación y notas de reléase, scripts de instalación, actas de instalación, casos de pruebas, datos de pruebas, versión del producto.

Fase de transición: Producto 4

Alcance
Establecer y mantener la integridad de los productos de trabajo usando la identificación de configuraciones, el control de ambientes de trabajo y las auditorias de la configuración.

Actividades
- ✓ Configurar el entorno de gestión de la configuración.
  - o Definición de ambientes.
  - o Manejo de versiones.
  - o Instalación de la versión generada
- ✓ Revisión y ajustes de artefactos cliente
  - o Monitorear y controlar los cambios.
- ✓ Entrega de informes y artefactos de transición

Entregables
- ✓ Versiones, productos de trabajo, entregables, ambientes configurados.
- ✓ Registro de solicitudes y requerimientos en sistema de gestión de requerimientos.

Fase de estabilización: Producto 5

Alcance
Pruebas finales [Dentro del alcance]: Las pruebas por caso de uso son realizadas en cada iteración de construcción, esta etapa se enfoca en las pruebas generales del sistema y en los requerimientos generales para la puesta en producción.

Actividades
- ✓ Reporte de defectos y errores.
- ✓ Corregir defectos reportados por el cliente.
  - o Realizar corrección de errores de desarrollo.
  - o Probar y evaluar el sistema.
- ✓ Informes de las pruebas realizadas.
- ✓ Instalación de la versión generada.
- ✓ Manuales de configuración e instalación.

Entregables
- ✓ Informe de estado del proyecto. Informe periódico sobre el estado del proyecto en cada una de sus gerencias.
- ✓ Actas de reunión e informes de revisión aprobados.
- ✓ Por versión: Informe de pruebas, planes de prueba, documentación y notas de release, scripts de instalación, actas de instalación, casos de pruebas, datos de pruebas, versión del producto.
- ✓ Material de soporte:
  - o Manuales de instalación y configuración.

Fase de transferencia de conocimiento: Producto 6

Alcance
Metodológicamente el esquema de transferencia de conocimiento se basa en la aplicación continua del proceso de “Entrenamiento” y en la administración (identificación, recolección,

clasificación e institucionalización) de la información generada y relevante como fuente de conocimiento organizacional y por proyecto.

Actividades:
- ✓ Preparar material de entrenamiento
- ✓ Realizar entrenamiento.
- ✓ Revisión y ajustes de artefactos cliente.
- ✓ Entrega de informes y artefactos de transferencia.

Entregables
- ✓ Material de soporte:
  - o Material de capacitación.
- ✓ Informe de capacitación.

Garantía y soporte: Producto 7

Alcance
La garantía inicia a partir de la entrada a producción y atenderá la solución de errores del proyecto desarrollado.

Actividades:
- ✓ Resolver temas de garantía
- ✓ Entrega de informes y artefactos de garantía.

Entregables
- ✓ Actas de reunión.
- ✓ Informe de soporte.

Periodicidad en la entrega de los informes

Producto 1: Al sexto mes del proyecto
Producto 2: Al décimo mes del proyecto
Producto 3: Al treceavo mes del proyecto
Producto 4: Al quinceavo mes del proyecto
Producto 5: Al dieciseisavo mes del proyecto
Producto 6: Al diecisieteavo mes del proyecto
Producto 7: Al dieciochoavo mes del proyecto

Relación de Estudios, Planos y Esquemas

El presente proyecto se basa en los resultados del contrato de consultoría 2-05-24300-0908-2013, cuyo objeto fue Realizar una propuesta de estrategias, metodologías y herramientas para la implementación de la Evaluación Regional del Agua, así como para definir los requerimientos funcionales del Sistema de Información Regional del Recurso Hídrico, como instrumentos para la gestión integral del recurso hídrico frente a la variabilidad y el cambio climático, especialmente con lo referente al Producto número 4 - Definición de requerimientos funcionales para el Sistema de Información Regional del Recurso Hídrico (SIRRH) de la región Bogotá- Cundinamarca y las cuencas abastecedoras y receptoras del distrito capital.

Equipo a utilizar

El proponente debe disponer o garantizar el uso del software necesario para el diseño y las pruebas de implementación

Personal y Perfiles

Cant.	Cargo	Formación académica	Experiencia específica	Dedicación
Uno (1)	Gerente del Proyecto	Profesional en Ingeniería de sistemas, tecnología informática, telecomunicaciones, Sistemas de Información e ingeniería de Software; con posgrado en gerencia de proyectos.	Mínima de seis (6) años, como Líder, Director o Gerente de proyecto, en proyectos de Tecnologías de Información.	Medio Tiempo
Uno (1)	Arquitecto de Software	Profesional en Ingeniería de sistemas, tecnología informática, telecomunicaciones, Sistemas de Información e ingeniería de Software; con posgrado en ingeniería de software.	Mínima de cinco (5) años, como Arquitecto de Software, en la implementación de arquitecturas para aplicaciones multicapa construidas en Java.	Tiempo Completo
Dos (2)	Analista de Sistemas de Información	Profesional en ingeniería de sistemas, ingeniería de software, tecnología informática, telecomunicaciones, Sistemas de Información e ingeniería de Software; con posgrado en ingeniería de software.	Mínima de tres (3) años, como Analista de Sistemas, en la especificación de soluciones de software a la medida y aplicación de metodologías de desarrollo de software.	Tiempo Completo
Cinco (5)	Ingenieros de Desarrollo	Profesional en ingeniería de sistemas, ingeniería de software, tecnología informática, telecomunicaciones, Sistemas de Información e ingeniería de Software; con posgrado en ingeniería de software.	Mínima de tres (3) años, como Ingeniero de Desarrollo, en el análisis, diseño, desarrollo y puesta en producción de sistemas de información en plataformas J2EE, bases de datos (Oracle, SQL Server), lenguajes de programación (PL/SQL) e implementación de aplicativos en servidores de aplicaciones Web.	Tiempo Completo
Dos (2)	Ingeniero de Pruebas	Profesional en ingeniería de sistemas, ingeniería de software, tecnología informática, telecomunicaciones, Sistemas de Información e ingeniería de Software.	Mínima de dos (2) años, como Ingeniero de Pruebas, en aseguramiento de la calidad en soluciones de software a la medida.	Tiempo Completo
Uno (1)	Ingeniero asesor	Profesional en hidrología, hidrometeorología, ingeniería geográfica o civil con experiencia en redes y procesamiento de información hidrometeorológica y de calidad del agua	Mínima de cinco (5) años como ingeniero en proyectos de redes, procesamiento hidrometeorológico y afines. Postgrado en ciencias ambientales, hidrología o hidrometeorología	Tiempo completo

Otras especificaciones técnicas

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Actividad	Meses									
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	N
Concepción: Producto 1										
Realizar lanzamiento										
Conocer el negocio y desarrolla la visión										
Realizar entrevistas										
Definir modelo de procesos										
Definición preliminar del alcance										
Especificación funcional										
• Detallar casos de uso										
• Definición de requerimientos										
• Definir estándares y lineamientos de interfaz de usuario										
• Revisión de las especificaciones de requerimientos con el cliente										
• Estructurar el modelo de casos de usos										
Entrega de informes y artefactos concepción										
Elaboración: Producto 2										
Elaborar documentos de diseño detallado										
• Elaborar el diseño detallado de casos de usos										

	• Elaborar modelo de componentes (interfaces, servicios)											
	• Elaborar diagramas de clases y de secuencia											
	• Elaborar modelo de entidades o entidad - relación											
	• Elaborar matriz de casos de uso vs. Elementos de diseño (tablas modelo de datos, componente, interfaces, prototipo)											
	Generar prototipos											
	Revisión y ajustes de artefactos cliente											
	Entrega de informes y artefactos de elaboración											
Construcción: Producto 3												
	Realizar construcción											
	• Implementar requerimientos											
	• Implementar casos de uso											
	• Realizar codificación del componente											
	• Integrar componentes											
	Realizar pruebas unitarias											
	• Desarrollar documentación técnica											
	Realizar entrega a soporte											
	Ejecutar pruebas											
	Realizar pruebas de integración											
	Revisión y ajustes de artefactos cliente											
	Entrega de informes y artefactos de construcción											
Transición: Producto 4												
	Configurar el entorno de gestión de la configuración											
	• Definir ambientes (pruebas y producción)											
	• Manejo de versiones											
	• Instalación de la versión generada											
	Revisión y ajustes de artefactos cliente											
	• Monitorear y controlar los cambios											
	Entrega de informes y artefactos de transición											
Estabilización: Producto 5												
	Reporte de defectos y errores											
	Corregir defectos reportados por el cliente											
	• Realizar corrección de errores de desarrollo											
	• Probar y evaluar el sistema											
	Informes de las pruebas realizadas											
	Instalación de la versión generada											
	Manuales de configuración e instalación											
Transferencia de conocimiento: Producto 6												
	Preparar material de entrenamiento											
	Realizar entrenamiento											
	Revisión y ajustes de artefactos cliente											
	Entrega de informes y artefactos de transferencia											
Garantía y soporte: Producto 7												
	Resolver temas de garantía											
	Entrega de informes y artefactos de garantía											

CRITERIOS DE CALIFICACIÓN DE LOS PROPONENTES

Experiencia general: 200 puntos

Experiencia específica: 200 puntos

Personal ofrecido:

- ✓ Director: 300 puntos
- ✓ Arquitecto de software 1: 100 puntos

Más del 80% de personal nacional: 100 puntos

CALIFICACIÓN DE LOS PROFESIONALES:

- ✓ Experiencia: habilitante
- ✓ Título de doctor: 300 puntos (director) o 100 puntos (arquitecto de software)
- ✓ Título de maestría: 200 puntos (director) o 75 puntos (arquitecto de software)
- ✓ Postgrado: 100 puntos (director) o 50 puntos (arquitecto de software).

MODELO DE ESTUDIOS PREVIOS

INFORMACION GENERAL	
Fecha:	
Valor:	$1’678.138.240
Objeto:	Diseño de un sistema de información regional del recurso hídrico para la Región Capital
Plazo:	Dieciocho (18) meses
Tipo de Contrato:	Consultoría
Lugar de Ejecución:	Bogotá D.C.
Proyecto (Cuando aplique): (Código del proyecto)	
Responsable del proyecto (Cuando aplique):	
Macroproyecto:	

1. NECESIDAD

a) Descripción de la necesidad:
Dentro del marco de los compromisos adquiridos en el Convenio 011 de 2013, se hace necesario contratar el diseño del Sistema de Información Regional del Recurso Hídrico (SIRRH), mediante el cual se pretende manejar y compartir la información de oferta, demanda, calidad y riesgos asociados al recurso hídrico en la Región Bogotá – Cundinamarca.

La contratación se enmarca además en el cumplimiento del Plan de Desarrollo 2012-2016 Bogotá Humana, Tabla No 2, Metas Eje 2, Un territorio que enfrenta el cambio climático y se ordena alrededor del agua

b) Forma de satisfacer la necesidad. (Cómo)

Para poner en marcha la meta de “Desarrollo y operación de un sistema de información del recurso hídrico y variables ambientales regionales para la toma de decisiones asociadas a la gestión del agua y al ordenamiento territorial”, es necesario, en primer lugar realizar el diagnóstico de los sistemas de información del recurso hídrico existentes en la región y, con base en él, diseñar el Sistema de Información Regional del Recurso Hídrico SIRRH.

Durante los años 2013 y primer semestre del 2014 se realizó el diagnóstico. La presente contratación se refiere al diseño del sistema.

El SIRRH es de fundamental importancia para el Distrito y, de manera especial, para la EAB, por cuanto a través de él se manejará y almacenará toda la información del recurso hídrico generada por las distintas entidades del orden nacional, regional y local, para la Región Bogotá – Cundinamarca, lo cual facilitará la planeación del aprovechamiento de los recursos hídricos de la región para atender las necesidades de agua de la ciudad y la región.

c) Beneficios del proyecto:

Meta de resultado y/o gestión: Realizar una evaluación regional del agua como insumo para la toma de decisiones regionales. Se debe realizar una evaluación regional del agua en el cuatrienio.

Meta de resultado y/o gestión: Desarrollo y operación de un sistema de información del recurso hídrico y variables ambientales regionales para la toma de decisiones asociadas a la gestión del agua y al ordenamiento territorial. Este sistema debe quedar operando en el cuatrienio.

2. OBJETO

a) Objeto del contrato. Diseño de un sistema de información regional del recurso hídrico para la Región Capital
b) El tipo de contrato. Consultoría
c) La modalidad de selección: *Invitación pública*
d) Especificaciones esenciales o técnicas
De las alternativas propuestas en la consultoría para "Realizar una propuesta de estrategias, metodologías y herramientas para la implementación de la Evaluación Regional del Agua, así como para definir los requerimientos funcionales del Sistema de Información Regional del Recurso Hídrico, como instrumentos para la gestión integral del recurso hídrico frente a la variabilidad y el cambio climático", se escogió la alternativa de solución para un Sistema de Información descentralizado, donde cada participante o entidad productora es dueña de sus datos exponiendo/compartiendo a su criterio y según sus procesos internos, información como servicios para el beneficio de la comunidad interesada.

El proceso de integración de sistemas de información en el sector público es complejo, especialmente cuando se deben cumplir requisitos de interoperabilidad en los niveles semántico y de la lógica del negocio. Para tener éxito en un proyecto de integración de estas características, es fundamental el uso de una metodología de desarrollo unificada que permita analizar de forma separada diferentes aspectos de la arquitectura del sistema, como por ejemplo los procesos de la organización, la información a ser procesada, la distribución de componentes, así como aspectos específicos de las tecnologías a emplear. Al implementar una solución de negocio bajo una arquitectura orientada a servicios, la palabra clave es Servicio, el cual es una unidad de trabajo que se ejecuta por un proveedor para obtener un resultado final y que es requerido o utilizado por un consumidor. Los servicios corresponden a funciones del negocio que, cuando son invocadas, ejecutan una tarea específica. La ventaja competitiva reside en que estos servicios, al ser comunes para casi todas las entidades, se pueden reutilizar ajustándolos a las estrategias y necesidades específicas del negocio, debido a que esta arquitectura posee las siguientes características:

- ✓ Un servicio expone una interface bien definida soportada en estándares.
- ✓ Un servicio oculta detalles relacionados con la implementación del mismo.
- ✓ La invocación del servicio se hace mediante mecanismos basados en estándares abiertos.
- ✓ Un servicio es publicado por un proveedor para que sea consumido por uno o más clientes (aplicaciones, procesos, etc.)
- ✓ Los servicios son desacoplados (modulares), autónomos e independientes.
- ✓ Un servicio es reutilizable al poder ser invocado por diferentes aplicaciones.

Según necesidades de información de cada entidad, el inventario técnico recopilado de las diferentes entidades y las intervenciones técnicas de los funcionarios es necesario que en la ejecución del proyecto se realice como parte de la ingeniería de software la especificación de los requerimientos funcionales que con llevan a los casos de uso, donde, se debe plasmar la adopción de estándares y homologación de procedimientos de procesamiento, revisión, verificación y validación de datos, en forma tal que la información cumpla con los estándares, especificaciones y objetivos de las entidades para una óptima comprensión entre las mismas y también es necesario que las estas entidades definan en lo posible términos comunes utilizados en sus actividades diarias, estos casos de uso y requerimientos serán evaluados por el equipo técnico de la interventoría con una gran participación los usuarios finales.

El sistema de información debe cumplir con dichos requerimientos funcionales y no funcionales los cuales determinan el alcance de sistema de información, dentro del diagnóstico realizado se evidencia la necesidad de algunas funcionalidades bases del sistema como son:

Seguridad: La necesidad de cumplir con roles/perfiles de acceso al sistema o a los servicios prestados por cada entidad o participante (entidades, temáticos, comunidad).

Administración: Se debe cumplir con una funcionalidad de administración de los servicios expuestos por cada entidad o participante donde se pueda realizar el registro, actualización y eliminación de perfiles, usuarios, servicios a publicar entre otros detectados en la fase de concepción.

Monitoreo: Es necesario contar con un monitoreo constante donde sea fácil identificar el estado (Activo, Inactivo) de los servicios expuestos, estadísticas de uso, rendimiento, accesibilidad entre otros detectados en la fase de concepción.

Publicación: La publicación de los datos relevantes identificados en los servicios expuestos de interés general y en el caso de ser geográficos que sean de fácil visualización.

e) Meta e indicadores del proyecto (alineado con PDD y Plan Estratégico):

Las metas del proyecto están contempladas en cada una de las fases principales secuenciales que a la vez sirven como punto de chequeo que determina el paso a la siguiente fase. De esta forma, al final de cada fase se realiza una evaluación para determinar si los objetivos de la fase se han cumplido satisfactoriamente.

Concepción	Elaboración	Construcción	Transición	Estabilización
✓ Preparar el entorno para el proyecto. ✓ Planificar el proyecto. ✓ Conocer el negocio y desarrollar la visión. ✓ Definir arquitectura. ✓ Supervisar y controlar el proyecto.	✓ Planificar iteración. ✓ Supervisar y controlar el proyecto. ✓ Detallar especificación de requerimientos. ✓ Ciclo de desarrollo.	✓ Planificar iteración. ✓ Supervisar y controlar el proyecto. ✓ Ciclo de desarrollo: ✓ Desarrollar componentes. ✓ Integrar y probar. ✓ Asegurar y controlar la calidad.	✓ Integrar y probar versión. ✓ Crear producto release. ✓ Realizar capacitación a usuarios. ✓ Corregir errores y repruebas.	✓ Supervisar iteración. ✓ Ciclo de desarrollo. ✓ Crear producto release.

1. ANÁLISIS DE PRECIOS DE MERCADO

El método utilizado para determinar el presupuesto fue un estudio técnico adelantado en el marco de la ERA para la Región Capital (ver numeral siguiente).

Las categorías a las que pertenecen las personas que integran el grupo mínimo de apoyo, según la Resolución de tarifas 0342 de 2009 son de la 1 a la 4, además de auxiliares de ingeniería.

2. RIESGOS PREVISIBLES

De acuerdo al cuestionario entregado por la Dirección de Contratación y Compras elabore la matriz de riesgos previsibles de la contratación.

3. REQUISITOS A CUMPLIR POR EL CONTRATISTA

a) Técnico: Especifique la experiencia requerida

Experiencia general

Haber realizado por lo menos dos proyectos en el área de estudios y planeamiento de sistemas de información del recurso hídrico, que contenga análisis de redes de monitoreo, diseño de protocolos de medición, procesamiento y validación de la información y sistemas de información geográfica SIG.

Experiencia específica

Presentar por lo menos un proyecto que haya ejecutado, en las áreas de análisis, diseño, desarrollo y puesta en producción de sistemas de información en plataformas J2EE, bases de datos (Oracle, SQL Server), lenguajes de programación (PL/SQL) e implementación de aplicativos en servidores de aplicaciones Web.

b) Financiero: Especifique la capacidad mínima residual (Kr) que debe tener el proponente, si aplica.

Se evaluarán con CUMPLE o NO CUMPLE los siguientes indicadores financieros, pues este aspecto no otorgará puntaje; pero habilitará o deshabilitará la propuesta.

- ✓ Índice de Liquidez
- ✓ índice de Endeudamiento
- ✓ Razón de cobertura de intereses

Cuadro: Indicadores para verificar la capacidad financiera a Diciembre 31 de 2013.

INDICADOR	FORMULA	MARGEN SOLICITADO
Liquidez	Activo corriente / Pasivo corriente.	Mayor o igual a **6,0**
Nivel de endeudamiento	Pasivo total / Activo total.	Menor o igual a **20%**
Razón de Cobertura de intereses	Utilidad Operacional / Gasto de intereses.	Mayor o igual a **30**

c) Ambiental: Identificación de normatividad mínima aplicable.
No aplica

4. PERMISOS LICENCIAS Y AUTORIZACIONES

No aplica

5. DISEÑOS, PROYECTOS Y PLANOS

El presente proyecto se basa en los resultados del contrato de consultoría 2-05-24300-0908-2013, cuyo objeto fue Realizar una propuesta de estrategias, metodologías y herramientas para la implementación de la Evaluación Regional del Agua, así como para definir los requerimientos funcionales del Sistema de Información Regional del Recurso Hídrico, como instrumentos para la gestión integral del recurso hídrico frente a la variabilidad y el cambio climático, especialmente con lo referente al Producto número 4 - Definición de requerimientos funcionales para el Sistema de Información Regional del Recurso Hídrico (SIRRH) de la región Bogotá- Cundinamarca y las cuencas abastecedoras y receptoras del distrito capital.

6. GESTION DE LA INFORMACIÓN

Si el presupuesto tiene componentes de gestión de información y otros temas tecnológicos, debe existir un visto bueno por escrito de la Gerencia de Tecnología.

7. GESTIÓN PREDIAL

No aplica

8. CONTRATACION DIRECTA POR PROVEDOR EXCLUSIVO

No aplica

9. ADQUISICIÓN Y ARRENDAMIENTO DE INMUEBLES

No aplica

10. BENEFICIOS TRIBUTARIOS EN MATERIA AMBIENTAL

No aplica

12.1 Reducción en la base gravable del impuesto a la renta por inversiones en mejoramiento o control del medio ambiente:

No aplica

12.2 Reducción en la base gravable del impuesto a la renta por inversiones en investigación y desarrollo tecnológico:

No aplica

12.3 Bienes excluidos del impuesto sobre las ventas (IVA)

No aplica

11. ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES

No aplica

12. INFORMACIÓN ADICIONAL

No aplica

RECUERDE:
La responsabilidad sobre la información consignada en el estudio previo, en el presupuesto y la solicitud de contratación, así como la información de los términos de la invitación que se deriven de tales documentos, será de la Gerencia y/o Dependencia que solicita la contratación y estará radicada en cabeza del Gerente Corporativo o Gerente del Área Ejecutora, del Director, del Jefe de División y de los trabajadores de nivel profesional o técnico que hayan intervenido en su elaboración.

NOMBRE Y FIRMA DEL GERENTE O DIRECTOR SOLICITANTE
Cargo

Realizó:
Revisó:
Aprobó:

Anexo 2: TÉRMINOS DE REFERENCIA PARA EL DISEÑO Y DESARROLLO DE LA ALTERNATIVA No 4: REPOSITORIO CENTRAL EN ENTIDAD

DESCRIPCIÓN DEL REQUERIMIENTO EN LOS SIGUIENTES TÉRMINOS:

Necesidad

Dentro del marco de los compromisos adquiridos en el Convenio 011 de 2013, se hace necesario contratar el diseño del Sistema de Información Regional del Recurso Hídrico (SIRRH), mediante el cual se pretende manejar y compartir la información de oferta, demanda, calidad y riesgos asociados al recurso hídrico en la Región Bogotá – Cundinamarca.

La contratación se enmarca además en el cumplimiento del Plan de Desarrollo 2012-2016 Bogotá Humana, Tabla No 2, Metas Eje 2, Un territorio que enfrenta el cambio climático y se ordena alrededor del agua:

Meta de resultado y/o gestión: Realizar una evaluación regional del agua como insumo para la toma de decisiones regionales. Se debe realizar una evaluación regional del agua en el cuatrienio.

Meta de resultado y/o gestión: Desarrollo y operación de un sistema de información del recurso hídrico y variables ambientales regionales para la toma de decisiones asociadas a la gestión del agua y al ordenamiento territorial. Este sistema debe quedar operando en el cuatrienio.

Conveniencia

Para poner en marcha la meta de "Desarrollo y operación de un sistema de información del recurso hídrico y variables ambientales regionales para la toma de decisiones asociadas a la gestión del agua y al ordenamiento territorial", es necesario, en primer lugar realizar el diagnóstico de los sistemas de información del recurso hídrico existentes en la región y, con base en él, diseñar el Sistema de Información Regional del Recurso Hídrico SIRRH.

Durante los años 2013 y primer semestre del 2014 se realizó el diagnóstico. La presente contratación se refiere al diseño del sistema.

El SIRRH es de fundamental importancia para el Distrito y, de manera especial, para la EAB, por cuanto a través de él se manejará y almacenará toda la información del recurso hídrico generada por las distintas entidades del orden nacional, regional y local, para la Región Bogotá – Cundinamarca, lo cual facilitará la planeación del aprovechamiento de los recursos hídricos de la región para atender las necesidades de agua de la ciudad y la región.

Oportunidad

El Distrito Capital, la EAB, la SDA, FOPAE, la CAR, la Gobernación de Cundinamarca y el IDEAM suscribieron el Convenio 011 de 2013, uno de cuyos componentes es el desarrollo del Sistema de Información Regional del Recurso Hídrico SIRRH.

ELEMENTOS QUE SOPORTAN LA PRESENTE JUSTIFICACIÓN:

1. *Análisis de precios de mercado:*

   El método utilizado para determinar el presupuesto fue un estudio técnico adelantado en el marco de la ERA para la Región Capital (ver numeral siguiente).

Las categorías a las que pertenecen las personas que integran el grupo mínimo de apoyo, según la Resolución de tarifas 0342 de 2009 son de la 1 a la 4, además de auxiliares de ingeniería.

2. *Estudio técnico*:

En desarrollo del Convenio 011/2013, la EAB contrató en 2013 con la firma EPAM SA ESP la consultoría para "Realizar una propuesta de estrategias, metodologías y herramientas para la implementación de la Evaluación Regional del Agua, así como para definir los requerimientos funcionales del Sistema de Información Regional del Recurso Hídrico, como instrumentos para la gestión integral del recurso hídrico frente a la variabilidad y el cambio climático".

En el marco de este contrato, el Consultor elaboró el Producto 4, titulado: "DEFINICIÓN DE REQUERIMIENTOS FUNCIONALES PARA EL SISTEMA DE INFORMACIÓN REGIONAL DEL RECURSO HÍDRICO (SIRRH) DE LA REGIÓN BOGOTÁ- CUNDINAMARCA Y LAS CUENCAS ABASTECEDORAS Y RECEPTORAS DEL DISTRITO CAPITAL".

El informe tuvo por objeto realizar el diagnóstico de los sistemas de información existentes en la CAR, IDEAM, EAB, FOPAE (hoy IGIDER) y SDA en sus diversos componentes (Plataformas, software, hardware, procesos, herramientas, bases de datos y temas relacionados con tecnología utilizada en los sistemas de información), y proponer alternativas candidatas con la posibilidad de conexión o interoperabilidad de los sistemas.

La elaboración del producto contempló: a) el diagnóstico de los requerimientos de información para la evaluación regional del agua y de la forma como cada entidad aplica los indicadores ERA; b) diagnóstico de los sistemas de información en uso en cada una de las entidades (CAR, SDA, EAB, IDIGER, IDEAM); c) análisis de viabilidad de un sistema de información interoperable (conveniencia y viabilidad institucional, viabilidad técnica, identificación y análisis de alternativas, recomendación de alternativa viable); d) propuesta de diseño; y e) plan de acción. Se incluye, además, la propuesta de términos de referencia para el diseño del sistema de información para dos de las alternativas estudiadas.

El estudio analizó cuatro alternativas y recomendó la Alternativa No 2, "Orientada a servicios", para el caso de que ninguna de las entidades socias del Convenio acepte ser el repositorio central. Pero en caso de que alguna de las entidades acepte ser el repositorio central, el estudio recomendó la Alternativa No 4, para cuyo desarrollo se elaboran los presentes términos, tomando a la Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Bogotá como repositorio central, de acuerdo con el análisis realizado en el Producto No 4 de la consultoría de EPAM. En anexo magnético se presenta el Producto No 4 en mención.

TERMINOS DE REFERENCIA CONSULTORIA E INTERVENTORÍA

1. DATOS DE LA INVITACION

OBJETO:

El objetivo de esta contratación es el *ANÁLISIS, DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN REGIONAL DEL RECURSO HÍDRICO*, que sea interoperable entre las distintas entidades con

interés en la gestión del agua a nivel regional, en especial, la CAR, la SDA, la EAB, el IDIGER y el IDEAM. Este sistema consiste en el diseño e implementación de los requerimientos funcionales y no funcionales para el componente de los indicadores ERA, mediante la aplicación de buenas prácticas de ingeniería de desarrollo de software.

PRESUPUESTO OFICIAL:

El presupuesto estimado para la presente consultoría es de MIL CINCUENTA Y SEIS MILLONES CUATROCIENTOS DOCE MIL PESOS ($ 1.056.412.000) M/CTE que comprende costos de personal, infraestructura, software requerido y servicios adicionales.

Aplica IVA ☒ SI ☐ NO

FUENTES DE FINANCIACION:

Recursos de la Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Bogotá (EAB.

VISITA Y/O CONFERENCIA TÉCNICA

- Especifique si debe realizarse visita y/o conferencia técnica ☒ SI ☐ NO
- En caso afirmativo informe si visita es de carácter obligatoria ☐ SI ☒ NO

El Oferente debe estar representado por el Representante Legal o un delegado autorizado.

PLAZO DE EJECUCIÓN:

- Los costos estimados corresponden a un periodo de ejecución de doce (12) meses.

FORMA DE PAGO:

CONSULTORIA: Seleccione una de las siguientes opciones, las que no le apliquen favor borrarlas.

✓ **Opción 2:** por producto, en este caso se debe describir cada producto así:

Un primer pago que equivale al 20% a la entrega del producto 1.
Un segundo pago, equivalente al 40% a la entrega del producto 2.
Un tercer pago que equivale al 20% a la entrega del producto 3.
Un cuarto pago que equivale al 20% a la entrega del producto 4, y recibo final del contrato.

Para cada uno de los productos el Acueducto de Bogotá realizará los pagos de la siguiente manera: se pagará el 60% del valor del producto con la entrega del mismo, previa a la aceptación de la interventoría. El restante 40% con la aprobación del producto por parte de la interventoría.

FORMULA DE AJUSTE:

- Especifique si el contrato tiene ajustes ☐ SI aplica ☒ NO aplica

2. CRITERIOS DE SELECCIÓN Y SU PONDERACIÓN

SÓLO APLICA PARA INVITACIÓN PÚBLICA

A. EXPERIENCIA DEL OFERENTE:

Experiencia general

Haber realizado por lo menos dos proyectos en las áreas de análisis, diseño, desarrollo y puesta en producción de sistemas de información en plataformas J2EE, bases de datos (Oracle, SQL Server), lenguajes de programación (PL/SQL) e implementación de aplicativos en servidores de aplicaciones Web.

Experiencia específica

Presentar por lo menos dos proyectos cuya finalidad haya sido el diseño e implementación de sistemas de información para el ingreso, validación, procesamiento y análisis de datos hidrológicos y análisis de datos hidrológicos y meteorológicos.

3. CONDICIONES PARA LA CELEBRACIÓN Y EJECUCIÓN DEL CONTRATO.

CLÁUSULAS EXCEPCIONALES O EXORBITANTES

Especifique si aplican las cláusulas excepcionales ☐ SI aplican ☒ NO aplican

4. CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN DEL CONTRATO

B. CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN DEL CONTRATO

CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES

Objetivo General de la Consultoría	Análisis, diseño e implementación de un sistema de información regional del recurso hídrico (SIRRH) para la Región Capital
Objetivos Específicos de la Consultoría	Lograr interoperabilidad de los sistemas de información de las distintas entidades con interés en la gestión del agua a nivel regional, en especial, la CAR, la SDA, la EAB, el IDIGER y el IDEAM. Analizar, diseñar e implementar los requerimientos funcionales y no funcionales para el componente de los indicadores ERA, mediante la aplicación de buenas prácticas de ingeniería de desarrollo de software. Los presentes términos de referencia se refieren a la implementación de la Alternativa A4 del estudio de EPAM*, "Alternativa de repositorio central en entidad",* la cual consiste en la conformación del sistema interoperable a partir de uno de los sistemas existentes en una de las entidades socias del Convenio 011/2013, que se llamará en este proceso la "entidad líder", que ya tenga en marcha un sistema de compartir información hidrometeorológica con otra u otras entidades. En principio, el Sistema de Información Hidrológico SIH de la EAB, cumple este requisito, por lo cual se ha tomado como base para los presentes términos de referencia. De esta forma, el trabajo consistiría en construir y poner en operación nuevos formatos y

aplicativos para el ingreso de la información de los temas que hagan falta y para la consulta de la información por parte de las demás entidades.

Descripción y Alcance de la Consultoría

En términos generales, se plantean varias iteraciones que incluyen la ejecución de la etapa de levantamiento de requerimientos y posteriormente el proceso está orientado al análisis, diseño, implementación y pruebas de los casos de uso de los requerimientos, que hayan sido aprobados por la interventoría del proyecto como parte del proceso de elaboración.

La etapa de requerimientos está constituida por una fase inicial de identificación de procesos orientados a ser el insumo necesario para el entendimiento de alto nivel de toda la solución, para actores tanto técnicos como funcionales; teniendo en cuenta que el proyecto se basa en la interoperabilidad entre las entidades (IDEAM, EAB, SDA, CAR e IDIGER) para el componente de los indicadores ERA, se partirá del detalle de la información que suministren las entidades involucradas en la etapa de inicio, de los procesos que aplican, así como manuales de usuario y técnicos de los sistemas involucrados y se acordará para cumplir con los requerimientos funcionales, cuales se mantienen, cuales se modifican y cuales corresponden a requerimientos completamente nuevos, tomando también la normativa que aplique al inicio del proyecto.

Todo proyecto de desarrollo de software es configurado metodológicamente usando un conjunto de activos y buenas prácticas de la industria y propietarias (logradas y mejoradas continuamente a través de la experiencia adquirida por las compañías de desarrollo de software). Con este enfoque se busca responder a las necesidades particulares del negocio y del proyecto sin perder los niveles de calidad exigidos y deseados.

Se sugiere la metodología de desarrollo basada en RUP (Rational Unified Process), la cual recomienda seguir un proceso metodológico iterativo que permite entregar la solución de acuerdo al alcance y los casos de uso definidos en la etapa de levantamiento de requerimientos.

Ubicación del Proyecto objeto de la Consultoría

La ejecución de la consultoría se llevará a cabo en la ciudad de Bogotá D.C., por tratarse del sitio de asiento de las entidades involucradas en el proyecto (IDEAM, EAB, SDA, CAR e IDIGER).

Productos de la Consultoría

<u>Fase de diagnóstico y acuerdo operativo marco: Producto 1</u>

Alcance

Selección de la entidad líder, sistema de información base y acuerdo operativo.

Actividades

- ✓ Elaborar un plan de trabajo y revisar el cronograma de actividades propuesto según las obligaciones de la consultoría.

- ✓ Definir mesa temática conformada al menos por un profesional informático y un temático de cada entidad, quienes estarán vinculados a las entidades, exclusivamente para atender este proceso, y que serán responsables por el desarrollo de las actividades, en los tiempos y condiciones acordadas.
- ✓ Con base en el estudio de EPAM, el Consultor del SIRRH determinará los requerimientos de información a ser implementados a través del sistema a diseñar, en los componentes de la oferta, demanda, calidad y riesgo
- ✓ Con base en los requerimientos, se realizará un análisis detallado de los sistemas de información de cada una de las entidades, tendiente a determinar cuál de ellos está en mejor capacidad de servir como repositorio central del sistema. En especial, se tendrá en cuenta la existencia de mecanismos o aplicativos para compartir información con otras entidades del Convenio.
- ✓ Realización de entrevistas con los funcionarios del sistema en las entidades que comparten información, para determinar el grado de compatibilidad de los sistemas y la forma como el proceso ha operado hasta el presente, detectando posible fallas en los aplicativos o en la forma de operarlos. En estas entrevistas debe quedar en claro, mediante actas, el compromiso de la entidad de servir como repositorio central, en caso de que sea seleccionada.
- ✓ Selección de la entidad líder, que podría servir como repositorio central del SIRRH, y/o confirmar a la EAB, en caso de que esta entidad sea aceptada por las demás entidades y la EAB acepte ser el repositorio central.
- ✓ Preparación de un documento de acuerdo operativo marco sobre la gobernanza del sistema, en que consten los compromisos de la entidad líder y los de cada una de las demás entidades usuarias del sistema, y los instrumentos de dirección y coordinación del sistema.
- ✓ Suscripción del acuerdo operativo, como un otrosí al Convenio 011 de 2013.

Entregables

- ✓ Actas de reunión e informes de revisión aprobados.
- ✓ Especificación de requerimientos (ficha de requerimientos, casos de uso de requerimientos).

Fase de diseño: Producto 2

Alcance

Diseño: Comprende las actividades relacionadas con el diseño detallado por cada uno de los requerimientos identificados en el producto 1.

Actividades

- ✓ Revisar y evaluar el sistema de información base de la entidad líder para el intercambio de información con los demás sistemas de las entidades

- ✓ Diseño detallado de la solución:

  - o Diagrama de componentes lógicos
  - o Diagrama de infraestructura
  - o Diagrama de clases
  - o Diseño de la arquitectura del sistema

- Diseño de prototipo funcional
- Diagrama entidad – relación
- Diseño de metadatos
- Especificaciones detalladas

✓ Revisión y evaluación de los aplicativos existentes para compartir o intercambiar información en la entidad líder.

- Identificación y revisión de los aplicativos.
- Evaluación de los aplicativos y sus formatos, en función de su capacidad para dar respuesta a los requerimientos de información de la ERA.
- Identificación de necesidades de ajuste de los formatos existentes y de creación de nuevos formatos para el ingreso de información al sistema.

✓ Ajuste de los aplicativos y formatos existentes en el sistema de la entidad líder (en principio el SIH de la EAB), y diseño y estandarización de nuevos y aplicativos para cada uno de los componentes y subcomponentes de la ERA. Dado que este es el corazón del diseño, en la tabla siguiente se muestran:
Los insumos: o sea la información para cuyo ingreso se deben diseñar y estandarizar formatos y rutinas.
Los productos, dentro de los cuales se han distinguido dos clases: los productos intermedios, o sea, aquellos para cuyo cálculo a partir de los datos de los insumos se deben diseñar aplicativos, y los productos finales, los cuales deben ser generados a partir de los productos intermedios.
Como se puede observar, los productos finales, por lo general, corresponden a los indicadores ERA. Pero en fases posteriores del Sistema, no objeto de la presente contratación, se pueden considerar otros productos, como por ejemplo, modelos hidrológicos, modelos de calidad u otros.

<table>
<tr><th colspan="3">OFERTA</th></tr>
<tr><th rowspan="2">Insumos</th><th colspan="2">Productos</th></tr>
<tr><th>Intermedios</th><th>Finales</th></tr>
<tr><td>Series de tiempo de temperatura diaria</td><td rowspan="5">Evapotranspiración potencial ETP
Evapotranspiración real ETR</td><td rowspan="5">Índice de aridez (IA)</td></tr>
<tr><td>Series de tiempo de precipitación diaria</td></tr>
<tr><td>Series de tiempo de radiación solar diaria</td></tr>
<tr><td>Series de tiempo de dirección y velocidad del viento diarias</td></tr>
<tr><td>Series de tiempo de humedad relativa diaria</td></tr>
<tr><td>Series de tiempo de caudales medios diarios</td><td rowspan="2">Curvas de duración.
Caudales característicos para diferentes frecuencias sobre la curva de duración.
Oferta hídrica total.
Oferta hídrica disponible</td><td rowspan="2">Índice de retención y regulación hídrica (IRH)</td></tr>
<tr><td>Series de tiempo de caudales medios mensuales</td></tr>
<tr><td>Series de tiempo de niveles de pozos de agua subterránea</td><td rowspan="3">Coeficiente de almacenamiento.
Porosidad efectiva.
Rendimiento específico.</td><td rowspan="3">Recarga media anual de aguas subterráneas por acuífero</td></tr>
<tr><td>Mediciones discretas de conductividad hidráulica</td></tr>
<tr><td>Mediciones discretas de transmisividad</td></tr>
</table>

DEMANDA		
Insumos	**Productos**	
	Intermedios	**Finales**
Caudales concesionados de agua superficial por uso	Consumo doméstico	Índice de uso del agua (IUA)
Población urbana y rural de la cuenca		
Dotación de consumo residencial per cápita		
Pérdidas (IANC)		
Población de estudiantes, profesores y personal administrativo (1)	Consumo de servicios educativos	
Dotaciones de consumo per cápita		
Pérdidas		
Población médico, administrativo y operativo del sector salud (1)	Consumo de servicios de salud.	
Personal atendido promedio (consulta y hospitalizado)		
Dotaciones de consumo per cápita		
Pérdidas		
Población empleada (1)	Consumo de restaurantes, hoteles y comercios	
Visitantes promedio de restaurantes, hoteles y comercios		
Dotaciones de consumo per cápita		
Pérdidas		
Series de tiempo de caudales medios diarios	Curvas de duración. Caudales característicos según frecuencia. Caudal ambiental	
Población empleada en oficinas públicas y privadas (1)	Consumo de oficinas	
Visitantes promedio		
Dotaciones de consumo per cápita		
Pérdidas		
Población empleada en otros establecimientos (1)	Consumo de otros servicios	
Visitantes promedio		
Dotaciones de consumo per cápita		
Pérdidas		
Superficie irrigada por cultivo	Consumo agrícola	
Módulos de consumo por cultivo		
Toneladas beneficiadas por cultivo		
Consumo unitario por tonelada beneficiada		
Superficie irrigada en pastos	Consumo pecuario	
Módulos de consumo de pastos		
Población pecuaria en confinamiento por sector		
Consumo unitario por cabeza y sector		
Superficie acuática usada en recreación activa	Consumo recreativo	
Series de tiempo de evaporación		
Número de industrias por tipo y tamaño (1)	Consumo industrial	
Producción por tipo de industria y tamaño		
Consumo unitario (por unidad producida)		
Caudal vertido		
Consumos de proceso y pérdidas		
Área construida por año		

Consumo unitario (por m2 de construcción)	Consumo de construcción	
Número y capacidad de centrales térmicas o hidroeléctricas	Consumo energía	
Consumo por central		
Caudal devuelto o vertido		
Número de minas por tipo y tamaño (1)	Consumo minero	
Producción por tipo de mina y tamaño (en ton)		
Volumen consumido en proceso (por ton producida)		
Volumen consumido en actividades auxiliares		
Volumen de agua de mina extraída y no consumida		
El consumo de proceso se puede desglosar en consumo de exploración, explotación, beneficio y/o transformación, de ser el caso		
Área en estanques o piscinas de acuacultura	Consumo pesca y acuacultura	
Series de tiempo de evaporación diaria		
Caudal captado		
Caudal devuelto		
Superficie acuática navegable	Consumo navegación	
Series de tiempo de evaporación		
Caudal consumido para mantenimiento canales navegables		
Caudal promedio trasvasado de otras cuencas	Caudal de transvase (±)	
Número de pozos de producción agua subterránea	Consumo total de aguas subterráneas por acuífero o cuenca hidrogeológica	Índice de extracción de aguas subterráneas (IEAS)
Pozos concesionados (localización y características)		
Volumen de agua concesionado por pozo		
Volumen extraído por pozo para consumo doméstico		
Volumen extraído por pozo para consumo agrícola		
Volumen extraído por pozo para consumo pecuario		
Volumen extraído por pozo para consumo de abrevaderos		
Volumen extraído por pozo para consumo industrial		
Volumen extraído por pozo para consumo de servicios		
Volumen extraído por pozo para consumo comercial		
Volumen extraído por pozo para consumo minero		
Volumen extraído por pozo para consumo recreacional		
Volumen extraído por pozo para abastecimiento público	Consumo de agua subterránea para abastecimiento público	Índice de agua subterránea para abastecimiento público con respecto al número de habitantes IASAP
Población atendida con agua subterránea		
Consumo total (ver IUA)	Consumo total de agua superficial y subterránea en la cuenca	Índice integral de uso del agua IIUA
Oferta hídrica disponible (ver oferta)		
Recarga media anual (ver oferta)		

(1) Alternativamente, en caso de existir estadísticas de facturación: consumo total facturado por establecimiento y por año, pérdidas (IANC), consumo total de los establecimientos de oficinas de la cuenca.

CALIDAD DEL AGUA		
Insumos	**Productos**	
	Intermedios	**Finales**

Series de datos anuales de oxígeno disuelto por estación	Subíndice de OD	Índice de calidad del agua (ICA)
Series de datos anuales de sólidos suspendidos totales por estación	Subíndice de SST	
Series de datos anuales de demanda química de oxígeno por est.	Subíndice de DQO	
Series de datos anuales de conductividad eléctrica por estación	Subíndice de CE	
Series de datos anuales de fósforo total por estación	Subíndice de NT/PT	
Series de datos anuales de nitrógeno total por estación		
Series de datos anuales de pH por estación	Subíndice de pH	
Series de datos anuales de coliformes fecales por estación	Subíndice de CF	
Series de datos anuales de familias de macroinvertebrados acuáticos por estación	Número total de familias por estación	Índice de calidad biológica del agua por macroinvertebrados acuáticos (IMA)
Población conectada a alcantarillado en la cuenca	Carga doméstica vertida	Índice de alteración potencial de la calidad del agua (IACAL)
Población conectada a pozo séptico		
Carga per cápita de DBO, DQO, SST, N, P		
Factor de remoción por tratamiento de DBO, DQO, SST, N, P		
Número de industrias por tipo y tamaño (incluidas cárnicas, minas, rellenos sanitarios)	Carga industrial vertida	
Caudales de vertimiento por tipo y tamaño de industria		
Concentraciones en vertimientos de DBO, DQO, SST, N, P		
Fracción de remoción por tratamiento		
Producción de café pergamino seco (ton) por año	Carga agrícola vertida	
Fracción de beneficio ecológico del café		
Fracción de beneficio no ecológico del café		
Carga unitaria por ton de beneficio ecológico y no ecológico		
Número de establecimientos pecuarios de producción confinada	Carga total vertida por sector. Carga total vertida por DBO, DQO, SST, N, P en la cuenca	
Población total pecuaria confinada por sector (bovinos, aves, etc)		
Caudales de vertimiento por sector		
Concentraciones en el vertimiento de DBO, DQO, SST, N, P		
Fracción removida por tratamiento por sector		

RIESGOS		
Insumos	**Productos**	
	Intermedios	**Finales**
Pendiente de la cuenca	Índice de torrencialidad	Índice de amenaza de eventos torrenciales (IVET)
Longitud total de cursos de agua de la cuenca		
Área de la cuenca		
Perímetro de la cuenca		
Series de tiempo de caudales medios diarios	Curvas de duración.	

	Caudales característicos para diferentes frecuencias. Índice de variabilidad.	
Consumo total de agua superficial de la cuenca (ver demanda)	Índice de uso del agua (IUA) (ver demanda)	Índice de vulnerabilidad por desabastecimiento hídrico (IVH)
Oferta hídrica superficial disponible (ver oferta)	Índice de retención y regulación hídrica (IRH)	
Profundidad del acuífero	Índice de profundidad (D)	Índice de vulnerabilidad intrínseca a la contaminación de aguas subterráneas (IVICAS).
Grado de confinamiento del acuífero	Índice de confinamiento	
Litología de los materiales superpuestos	Índice de condiciones de la zona no saturada sobre el acuífero	
Grado de consolidación de la roca		
Grado de fracturación de la roca		

Entregables

- ✓ Aplicativos, formatos y rutinas para ingreso, procesamiento y salidas de la información correspondiente a cada uno de los componentes descritos

Fase de pruebas e implementación: Producto 3

Alcance

Implementación de los aplicativos, formatos diseñados en cada una de las entidades y pruebas piloto para validación de los procesos.

Actividades

- ✓ Elaboración plan de pruebas piloto de intercambio de información para la ERA (mínimo entre 2 entidades).
  - Agregar nuevos usuarios al actual sistema compartido de la entidad líder.
  - Agregar los nuevos usuarios al actual sistema compartido.
  - Determinar las claves de acceso al sistema de los diferentes usuarios.
  - Determinar rutinas de salida o consulta de la información.
  - Determinar rutinas de ingreso de la información consignada en los formatos.

- ✓ Implementación del uso de formatos y rutinas en cada entidad.
  - Actualizar el uso de formatos y rutinas para ingreso y salida de información al sistema en las entidades que ya los tienen (CAR, EAB, IDEAM).
  - Implementar el uso de formatos y rutinas para ingreso y salida de información al sistema en las entidades que no los tienen (SDA, IDIGER)

- ✓ Elaboración del manual de operación del sistema.
  - Con base en la experiencia lograda en las anteriores actividades, se elaborará un manual de operación del sistema interoperable.
  - Se entregará este manual para retroalimentación por parte de cada una de las entidades, mediante la realización de talleres.

Entregables

- ✓ Plan de pruebas.
- ✓ Código fuente en el repositorio de versiones designado por la entidad líder.

- ✓ Documentación técnica y documentación de usuario del sistema de información.
- ✓ Documento de aceptación de paso a producción.

Fase de operación inicial: Producto 4

Alcance

Consiste en el inicio de operaciones del sistema, mediante un trabajo conjunto del Consultor y los funcionarios encargados de cada entidad, con el fin de asegurar la capacitación práctica del personal de cada entidad en el manejo del sistema de información.

Actividades

- ✓ Transferencia de conocimiento por parte del consultor a los usuarios temáticos del sistema de información.
  - o Administración del sistema.
  - o Captura e intercambio de información sobre cada uno de los componentes de la ERA entre los sistemas de información de las entidades.
  - o Cálculo de los indicadores ERA a partir de la base de datos.
  - o Generación de informes.

- ✓ Transferencia de conocimiento por parte del consultor a los líderes técnicos del sistema de información.
  - o Capa de datos (diseño base de datos, formatos de almacenamiento).
  - o Capa media (aplicaciones).
  - o Capa de integración (componentes utilizados para la integración de del sistema base con los demás).

Esta fase será acompañada por el Consultor durante un período de dos (2) meses, hasta la generación de informes.

Entregables

- ✓ Transferencia de conocimiento.

Periodicidad en la entrega de los informes

Producto 1: Al segundo mes del proyecto
Producto 2: Al sexto mes del proyecto
Producto 3: Al noveno mes del proyecto
Producto 4: Al duodécimo mes del proyecto

Relación de Estudios, Planos y Esquemas

El presente proyecto se basa en los resultados del contrato de consultoría 2-05-24300-0908-2013, cuyo objeto fue *Realizar una propuesta de estrategias, metodologías y herramientas para la implementación de la Evaluación Regional del Agua, así como para definir los requerimientos funcionales del Sistema de Información Regional del Recurso Hídrico, como instrumentos para la gestión integral del recurso hídrico frente a la variabilidad y el cambio climático,* especialmente con lo referente al Producto número 4 - *Definición de requerimientos funcionales para el Sistema de Información Regional del Recurso Hídrico (SIRRH) de la región Bogotá- Cundinamarca y las cuencas abastecedoras y receptoras del distrito capital.*

Plan de Manejo Ambiental

¿Requiere Plan de Manejo Ambiental?

SI NO X

Equipo a utilizar

El proponente debe disponer o garantizar el uso del software necesario para el diseño y las pruebas de implementación

Personal y Perfiles

Cant.	Cargo	Formación académica	Experiencia específica	Dedicación
Uno (1)	Director del Proyecto	Ingeniero civil, geógrafo o hidrólogo, con postgrados en hidrología y/o sistemas de información.	Mínima de doce (12) años, como Líder, Director o responsable de proyectos de Tecnologías de Información aplicada a las ciencias hidrometeorológicas.	Medio Tiempo
Uno (1)	Arquitecto de Software	Profesional en Ingeniería de sistemas, tecnología informática, telecomunicaciones, Sistemas de Información e ingeniería de Software; con posgrado en ingeniería de software.	Mínima de cinco (5) años, como Arquitecto de Software, en la implementación de arquitecturas para aplicaciones multicapa construidas en Java.	Tiempo Completo
Un (1)	Analista de Sistemas de Información	Profesional en ingeniería de sistemas, ingeniería de software, tecnología informática, telecomunicaciones, Sistemas de Información e ingeniería de Software; con posgrado en ingeniería de software.	Mínima de tres (3) años, como Analista de Sistemas, en la especificación de soluciones de software a la medida y aplicación de metodologías de desarrollo de software.	Tiempo Completo
Un (1)	Ingeniero de Desarrollo 1	Profesional sistemas e ingeniería de software, tecnología informática, telecomunicaciones, Sistemas de Información e ingeniería de Software; con posgrado en ingeniería de software.	Mínima de tres (3) años, como Ingeniero de Desarrollo, en el análisis, diseño, desarrollo y puesta en producción de sistemas de información en plataformas J2EE, bases de datos (Oracle, SQL Server), lenguajes de programación (PL/SQL) e implementación de aplicativos en servidores de aplicaciones Web.	
Dos (2)	Ingenieros de Desarrollo 2	Profesionales en hidrología, hidrometeorología, ingeniería geográfica o civil con experiencia en redes y procesamiento de información hidrometeorológica y de calidad del agua	Mínima de cinco (5) años como ingeniero en proyectos de redes, procesamiento hidrometeorológico y afines. Postgrado en ciencias ambientales, hidrología o hidrometeorología	Tiempo Completo
Dos (2)	Ingeniero de Pruebas	Profesional en ingeniería de sistemas, ingeniería de software, tecnología informática, telecomunicaciones, Sistemas de Información e ingeniería de Software.	Mínima de dos (2) años, como Ingeniero de Pruebas, en aseguramiento de la calidad en soluciones de software a la medida.	Tiempo Completo

Otras especificaciones técnicas

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Actividad	Meses									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10-12
Diagnóstico y acuerdo operativo: Producto 1										
Determinación de requerimientos de información										
Análisis comparativo de los sistemas de información de cada entidad										
Entrevistas con funcionarios de entidades y acuerdo de compromisos										
Selección de entidad líder										
Preparación de documento de acuerdo operativo										
Suscripción de acuerdo operativo (otrosí al Convenio 011/2013)										
Fase de diseño: Producto 2										
Revisar y evaluar el sistema de información base de la entidad líder para el intercambio de información con los demás sistemas de las entidades.										
Diseño detallado de la solución:										
- Diagrama de componentes lógicos										
- Diagrama de infraestructura										
- Diagrama entidad - relación										
- Diseño de metadatos										
- Especificaciones detalladas										
- Diagrama de clases										
- Diseño de la arquitectura del sistema										
- Diseño de prototipo funcional										
Revisión y evaluación de aplicativos existentes para compartir información en entidad líder										
Ajuste y/o diseño de formatos o aplicativos para cada componente de la ERA:										
- Oferta										
- Demanda										
- Calidad										
- Riesgo										
Fase de pruebas e implementación: Producto 3										
Elaboración plan de pruebas piloto de intercambio de información para la ERA (mínimo entre 2 entidades)										
Implementación del uso de formatos y rutinas en cada entidad										
Agregar nuevos usuarios al sistema compartido										
Elaboración del Manual de Operación del Sistema										
Fase de operación inicial: Producto 4										
Transferencia de conocimiento por parte del consultor a los usuarios para la administración del sistema										
- Administración del sistema										

	- Captura e intercambio de información sobre cada uno de los componentes de la ERA entre los sistemas de información de las entidades.										
	- Cálculo de los indicadores ERA a partir de la base de datos.										
	- Generación de informes										
	Transferencia de conocimiento por parte del consultor a los líderes técnicos del sistema de información.										
	- Capa de datos (diseño base de datos, formatos de almacenamiento).										
	- Capa media (aplicaciones).										
	- Capa de integración (componentes utilizados para la integración de del sistema base con los demás).										

CRITERIOS DE CALIFICACIÓN DE LOS PROPONENTES

Experiencia general: 100 puntos

Experiencia específica: 300 puntos

Personal ofrecido:

- ✓ Director: 300 puntos
- ✓ Arquitecto de software 1: 100 puntos

Más del 80% de personal nacional: 100 puntos

CALIFICACIÓN DE LOS PROFESIONALES:

- ✓ Experiencia: habilitante
- ✓ Título de doctor: 300 puntos (director) o 100 puntos (arquitecto de software)
- ✓ Título de maestría: 200 puntos (director) o 75 puntos (arquitecto de software)
- ✓ Postgrado: 100 puntos (director) o 50 puntos (arquitecto de software).

MODELO DE ESTUDIOS PREVIOS

INFORMACION GENERAL

Fecha:

Valor: $1.056.412.000

Objeto: Diseño y puesta en marcha de un sistema de información regional del recurso hídrico para la Región Capital

Plazo: Doce (12) meses

Tipo de Contrato: Consultoría

Lugar de Ejecución: Bogotá D.C.

Proyecto (Cuando aplique): (Código del proyecto)

Responsable del proyecto (Cuando aplique):

Macroproyecto:

1. NECESIDAD

a) Descripción de la necesidad.:

Dentro del marco de los compromisos adquiridos en el Convenio 011 de 2013, se hace necesario contratar el diseño del Sistema de Información Regional del Recurso Hídrico (SIRRH), mediante el cual se pretende manejar y compartir la información de oferta, demanda, calidad y riesgos asociados al recurso hídrico en la Región Bogotá – Cundinamarca.

La contratación se enmarca además en el cumplimiento del Plan de Desarrollo 2012-2016 Bogotá Humana, Tabla No 2, Metas Eje 2, Un territorio que enfrenta el cambio climático y se ordena alrededor del agua

b) Forma de satisfacer la necesidad. (Cómo)

Para poner en marcha la meta de "Desarrollo y operación de un sistema de información del recurso hídrico y variables ambientales regionales para la toma de decisiones asociadas a la gestión del agua y al ordenamiento territorial", es necesario, en primer lugar realizar el diagnóstico de los sistemas de información del recurso hídrico existentes en la región y, con base en él, diseñar el Sistema de Información Regional del Recurso Hídrico SIRRH.

Durante los años 2013 y primer semestre del 2014 se realizó el diagnóstico. La presente contratación se refiere al diseño del sistema.

El SIRRH es de fundamental importancia para el Distrito y, de manera especial, para la EAB, por cuanto a través de él se manejará y almacenará toda la información del recurso hídrico generada por las distintas entidades del orden nacional, regional y local, para la Región Bogotá – Cundinamarca, lo cual facilitará la planeación del aprovechamiento de los recursos hídricos de la región para atender las necesidades de agua de la ciudad y la región.

c) Beneficios del proyecto:

Meta de resultado y/o gestión: Realizar una evaluación regional del agua como insumo para la toma de decisiones regionales. Se debe realizar una evaluación regional del agua en el cuatrienio.

Meta de resultado y/o gestión: Desarrollo y operación de un sistema de información del recurso hídrico y variables ambientales regionales para la toma de decisiones asociadas a la gestión del agua y al ordenamiento territorial. Este sistema debe quedar operando en el cuatrienio.

2. OBJETO

a) Objeto del contrato. Análisis, diseño e implementación de un sistema de información regional del recurso hídrico para la Región Capital
b) El tipo de contrato. Consultoría
c) La modalidad de selección: *Invitación pública*
d) Especificaciones esenciales o técnicas

De las alternativas propuestas en la consultoría para "Realizar una propuesta de estrategias, metodologías y herramientas para la implementación de la Evaluación Regional del Agua, así como para definir los requerimientos funcionales del Sistema de Información Regional del Recurso Hídrico, como instrumentos para la gestión integral del recurso hídrico frente a la variabilidad y el cambio climático", se escogió la alternativa de solución No 2, para el caso de que ninguna de las entidades socias del Convenio 011/2013, acepte ser el repositorio central. Pero en caso de que alguna de las entidades acepte ser el repositorio central, el estudio recomendó la Alternativa No 4, para cuyo desarrollo se elaboran los presentes términos. De acuerdo con las reuniones de socialización, esta entidad podría ser, en principio, la Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo –EAB-, por reunir los requisitos para ser entidad líder del sistema, por lo cual los términos se han diseñado tomando como base el SIH de la EAB, pero pueden ser aplicados también en caso de que sea otra la entidad o sistema base.

El proceso de integración de sistemas de información en el sector público es complejo, especialmente cuando se deben cumplir requisitos de interoperabilidad en los niveles semántico y de la lógica del negocio. Para tener éxito en un proyecto de integración de estas características, es fundamental el uso de una metodología de desarrollo unificada que permita analizar de forma separada diferentes aspectos de la arquitectura del sistema, como por ejemplo los procesos de la organización, la información a ser procesada, la distribución de componentes, así como aspectos específicos de las tecnologías a emplear. Al implementar una solución de negocio bajo una arquitectura orientada al aprovechamiento de la infraestructura y los servicios que puede brindar una de las entidades del Distrito, se evita la dispersión de esfuerzos y se pueden crear responsabilidades que permitan dar continuidad al sistema. La ventaja competitiva reside en que este servicio, al ser prestado por una entidad fuerte tecnológicamente, da seguridad a todas las demás entidades usuarias del sistema, pudiéndose ajustar a nuevos requerimientos futuros.

Según necesidades de información de cada entidad, el inventario técnico recopilado de las diferentes entidades y las intervenciones técnicas de los funcionarios, es necesario que en la ejecución del proyecto se realice como parte de la ingeniería de software la especificación de los requerimientos funcionales que con llevan a los casos de uso, donde, se debe plasmar la adopción de estándares y homologación de procedimientos de procesamiento, revisión, verificación y validación de datos, en forma tal que la información cumpla con los estándares, especificaciones y objetivos de las entidades para una óptima

comprensión entre las mismas y también es necesario que las entidades definan en lo posible términos comunes utilizados en sus actividades diarias; estos casos de uso y requerimientos serán evaluados por el equipo técnico de la interventoría con una gran participación los usuarios finales.

El sistema de información debe cumplir con requerimientos funcionales y no funcionales los cuales determinan el alcance de sistema de información; dentro del diagnóstico realizado se evidencia la necesidad de algunas funcionalidades bases del sistema como son:

Seguridad: La necesidad de cumplir con roles/perfiles de acceso al sistema o a las entidades participante (entidades, temáticos, comunidad).

Administración: Se debe cumplir con una funcionalidad de administración del servicio solicitado por cada entidad o participante, donde se pueda realizar el registro, actualización y eliminación de perfiles, usuarios, servicios a publicar, entre otros detectados en la fase de concepción.

Monitoreo: Es necesario contar con un monitoreo constante donde sea fácil identificar el estado (Activo, Inactivo) del servicio ofrecido por la entidad líder, estadísticas de uso, rendimiento, accesibilidad entre otros detectados en la fase de concepción.

Publicación: La publicación de los datos relevantes identificados de interés general y en el caso de ser geográficos que sean de fácil visualización.

e) Meta e indicadores del proyecto (alineado con PDD y Plan Estratégico):

Las metas del proyecto están contempladas en cada una de las fases principales secuenciales que a la vez sirven como punto de chequeo que determina el paso a la siguiente fase. De esta forma, al final de cada fase se realiza una evaluación para determinar si los objetivos de la fase se han cumplido satisfactoriamente.

Diagnóstico y acuerdo operativo	Diseño	Implementación	Operación
✓ Determinación de requerimientos de información ✓ Análisis comparativo de los sistemas de información de cada entidad ✓ Entrevistas con funcionarios de entidades y acuerdo de compromisos ✓ Selección de entidad líder ✓ Preparación de documento de acuerdo operativo ✓ Suscripción de acuerdo operativo	✓ Definición de requerimientos funcionales y no funcionales del sistema: ✓ Revisión y evaluación de aplicativos existentes para compartir información en entidad líder ✓ Ajuste y/o diseño de formatos o aplicativos para cada componente de la ERA	✓ Agregar nuevos usuarios al sistema compartido ✓ Implementación del uso de formatos y rutinas en cada entidad ✓ Elaboración del Manual de Operación del Sistema	✓ Transferencia de conocimiento a usuarios temáticos y líderes técnicos

1. ANÁLISIS DE PRECIOS DE MERCADO

El método utilizado para determinar el presupuesto fue un estudio técnico adelantado en el marco de la ERA para la Región Capital (ver numeral siguiente).

Las categorías a las que pertenecen las personas que integran el grupo mínimo de apoyo, según la Resolución de tarifas 0342 de 2009 son de la 1 a la 4, además de auxiliares de ingeniería.

2. RIESGOS PREVISIBLES

De acuerdo al cuestionario entregado por la Dirección de Contratación y Compras elabore la matriz de riesgos previsibles de la contratación.

3. REQUISITOS A CUMPLIR POR EL CONTRATISTA

a) Técnico: Especifique la experiencia requerida

Experiencia general

Haber realizado por lo menos dos proyectos en las áreas de análisis, diseño, desarrollo y puesta en producción de sistemas de información en plataformas J2EE, bases de datos (Oracle, SQL Server), lenguajes de programación (PL/SQL) e implementación de aplicativos en servidores de aplicaciones Web.

Experiencia específica

Presentar por lo menos dos proyectos cuya finalidad haya sido el diseño e implementación de sistemas de información para el ingreso, validación, procesamiento y análisis de datos hidrológicos y análisis de datos hidrológicos y meteorológicos.

b) Financiero:

Se evaluarán con CUMPLE o NO CUMPLE los siguientes indicadores financieros, pues este aspecto no otorgará puntaje; pero habilitará o deshabilitará la propuesta.

- ✓ Índice de Liquidez
- ✓ índice de Endeudamiento
- ✓ Razón de cobertura de intereses

Cuadro: Indicadores para verificar la capacidad financiera a Diciembre 31 de 2013.

INDICADOR	FORMULA	MARGEN SOLICITADO
Liquidez	Activo corriente / Pasivo corriente.	Mayor o igual a **6,0**

Nivel de endeudamiento	Pasivo total / Activo total.	Menor o igual a **20%**
Razón de Cobertura de intereses	Utilidad Operacional / Gasto de intereses.	Mayor o igual a **30**

c) Ambiental:

No aplica

4. PERMISOS LICENCIAS Y AUTORIZACIONES

No aplica

5. DISEÑOS, PROYECTOS Y PLANOS

El presente proyecto se basa en los resultados del contrato de consultoría 2-05-24300-0908-2013, cuyo objeto fue Realizar una propuesta de estrategias, metodologías y herramientas para la implementación de la Evaluación Regional del Agua, así como para definir los requerimientos funcionales del Sistema de Información Regional del Recurso Hídrico, como instrumentos para la gestión integral del recurso hídrico frente a la variabilidad y el cambio climático, especialmente con lo referente al Producto número 4 - Definición de requerimientos funcionales para el Sistema de Información Regional del Recurso Hídrico (SIRRH) de la región Bogotá- Cundinamarca y las cuencas abastecedoras y receptoras del distrito capital.

6. GESTION DE LA INFORMACIÓN

Si el presupuesto tiene componentes de gestión de información y otros temas tecnológicos, debe existir un visto bueno por escrito de la Gerencia de Tecnología.

7. GESTIÓN PREDIAL

No aplica

8. CONTRATACION DIRECTA POR PROVEDOR EXCLUSIVO

No aplica

9. ADQUISICIÓN Y ARRENDAMIENTO DE INMUEBLES

No aplica

10. BENEFICIOS TRIBUTARIOS EN MATERIA AMBIENTAL

12.1 Reducción en la base gravable del impuesto a la renta por inversiones en mejoramiento o control del medio ambiente:

No aplica

12.2 Reducción en la base gravable del impuesto a la renta por inversiones en investigación y desarrollo tecnológico:

No aplica

12.3 Bienes excluidos del impuesto sobre las ventas (IVA)

No aplica

11. ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES

No aplica

12. INFORMACIÓN ADICIONAL

No aplica

RECUERDE:
La responsabilidad sobre la información consignada en el estudio previo, en el presupuesto y la solicitud de contratación, así como la información de los términos de la invitación que se deriven de tales documentos, será de la Gerencia y/o Dependencia que solicita la contratación y estará radicada en cabeza del Gerente Corporativo o Gerente del Área Ejecutora, del Director, del Jefe de División y de los trabajadores de nivel profesional o técnico que hayan intervenido en su elaboración.

NOMBRE Y FIRMA DEL GERENTE O DIRECTOR SOLICITANTE
Cargo

Realizó:
Revisó:
Aprobó: