SOLICITUD DE MANIFESTACIONES DE INTERÉS
SERVICIOS DE CONSULTORÍA - OPERACIONES EJECUTADAS POR EL BANCO
PROCESO DE SELECCIÓN COMPETITIVO SIMPLIFICADO

NOMBRE DEL PROYECTO: Apoyo al fortalecimiento institucional de la DGA mediante el diseño e implementación de un modelo integral de bases de datos que mejore la gestión hídrica y administrativa.
SELECCIÓN #: CH-T 1370- B260294
MÉTODO DE SELECCIÓN: Competitivo Simplificado
PAÍS: Chile
SECTOR OR DEPARTMENTO: Agua y Saneamiento
NOMBRE DE LA CT: Apoyo al Programa de Seguridad Hídrica en Chile
FINANCIAMIENTO – CT #: ATN/OC-22841-CH
ENLACE AL DOCUMENTO DE CT: HTTPS://WWW.IADB.ORG/EN/PROJECT/CH-T1370

Atención Firmas Consultoras: Actualización Importante sobre el Registro en el Portal de Adquisiciones BEO

Todas las firmas consultoras, tanto nuevas como previamente registradas en el Portal de Adquisiciones BEO, deben agregar su **Número de Socio Comercial (Business Partner Number por sus siglas en inglés)** al perfil de su organización para participar o continuar participando en un proceso de adquisición BEO.

Por favor consulte las **Preguntas Frecuentes** (FAQs) en el Portal para más detalles sobre **"Cómo encontrar u obtener su Número BP".**

Evite retrasos, no espere hasta el último momento para completar esta actualización. Este proceso puede tardar hasta **48 horas** en completarse y podría impedir que su organización participe en un Proceso BEO.

Para preguntas o asistencia técnica, utilice el **chat en vivo** en la página del Portal de Adquisiciones BEO o envíenos un correo electrónico a: **ocs.procurement@iadb.org**

El Banco Interamericano de Desarrollo (el Banco) se creó en diciembre de 1959 para contribuir a acelerar el desarrollo económico y social de América Latina y el Caribe. En la actualidad, el Banco es un importante catalizador en la movilización de recursos para la región (Para más información sobre el Banco, consulte su sitio web en www.iadb.org).

Sección 1. Objeto de la presente Solicitud de Manifestaciones de Interés

1.1. El Banco ejecuta el proyecto mencionado. El Banco tiene la intención de contratar los servicios de consultoría descritos en la presente Solicitud de Manifestaciones de Interés (REOI, por sus siglas en inglés). El propósito de esta REOI es obtener información suficiente que permita al Banco evaluar si las empresas consultoras (EC) elegibles poseen la experiencia y la competencia requeridas pertinentes para prestar los servicios de consultoría solicitados por el Banco.

1.2. Según se define en la Política de Adquisiciones Institucionales (GN-2303-33), las EC participantes deben ser de un País[1] o Territorio[2] miembro del Banco para poder presentar una Manifestación de Interés (EOI por sus siglas en inglés). Las EC que posean la experiencia requerida relevante para el encargo serán evaluadas. El Banco llevará a cabo la evaluación y clasificación (ranking) de las EOI presentadas por las EC que hayan manifestado su interés. El Banco invitará a las EC a presentar una propuesta en el orden en que se haya establecido la clasificación (ranking). Si la propuesta de la EC clasificada en primer lugar es aceptable, se le invitará a negociar un Contrato. Si fracasan las negociaciones con la primera EC, se podrá invitar a la siguiente EC clasificada a presentar una propuesta y negociar.

1.3. Esta REOI no debe interpretarse ni como una Solicitud de Propuesta ni como una oferta de contratación y no obliga en modo alguno al Banco a contratar a ninguna EC. El Banco se reserva el derecho de rechazar cualquiera y todas las EC participantes por cualquier motivo o sin motivo alguno, sin necesidad de dar explicaciones. El Banco no se compromete de modo alguno a seleccionar a una empresa consultora participante. El Banco no informará los motivos por los que cualquier EC participante haya o no sido incluida como parte de la lista corta.

Sección 2. Instrucciones para las empresas consultoras elegibles

2.1. Las manifestaciones de interés deberán enviarse utilizando el Portal de Adquisiciones BEO *del BID* (el Portal) antes del *martes 03 de noviembre de 2026* 5:00 PM. (**hora de Washington, D.C.**) en formato PDF (Max. 45MB).

2.2. Para acceder al Portal, la EC debe generar una cuenta de registro que incluya ***todos*** los datos solicitados por el Portal. En caso de que no se incluya alguno de

[1] **Países miembro:** Alemania, Argentina, Austria, Bahamas, Barbados, Bélgica, Belice, Bolivia, Brasil, Canadá, Colombia, Costa Rica, Chile, Croacia, Dinamarca, Ecuador, El Salvador, Eslovenia, España, Estados Unidos, Finlandia, Francia, Guatemala, Guyana, Haití, Honduras, Israel, Italia, Jamaica, Japón, México, Nicaragua, Noruega, Países Bajos, Panamá, Paraguay, Perú, Portugal, Reino Unido, República de Corea, República Dominicana, República Popular China, Suecia, Suiza, Surinam, Trinidad y Tobago, Uruguay y Venezuela.

[2] **Territorios elegibles:** a) Guadalupe, Guayana Francesa, Martinica, Reunión - como Departamentos de Francia; b) Islas Vírgenes de los Estados Unidos, Puerto Rico, Guam - como Territorios de los EE.UU.; c) Aruba - como país constituyente de los Países Bajos; y Bonaire, Curaçao, San Martín, Saba, San Eustaquio - como Departamentos de los Países Bajos; d) Hong Kong - como Región Administrativa Especial de la República Popular China.

los datos solicitados, la empresa consultora no podrá participar en este ni en ningún otro proceso de selección que lleve a cabo el Banco. Si la empresa consultora se ha registrado previamente, verifique que tenga ***toda*** la información de la EC actualizada y completa antes de presentar una EOI.

2.3. **El nombre de la EC que presente una Manifestación de Interés en el BEO Portal debe corresponderse con el nombre que aparezca en la documentación presentada durante todo el proceso.** Asimismo, el **BP Number** debe corresponder a la firma y país de la entidad que está presentando la Manifestación de Interés. No se acepta la presentación de Manifestaciones de Interés utilizando BP Number de filiales o sucursales de la EC que está presentando la Manifestación de Interés. El incumplimiento de este numeral podrá ser causa de descalificación del proceso.

2.4. Las EC elegibles podrán asociarse en forma de Consorcio/ Joint Venture (JV) para mejorar sus calificaciones. Dicho Consorcio/ JV designará a una de las EC como representante responsable de las comunicaciones, del registro en el Portal y de la presentación de los documentos correspondientes.

2.5. Las EC elegibles interesadas podrán obtener más información en horario de oficina, de 09:00 AM a 5:00 PM **(hora de Washington, D.C**.), enviando un correo electrónico a: Valentina García (valentinaga@iadb.org)

Banco Interamericano de Desarrollo
División: *Agua y Saneamiento*
A la atención de: *Matias Guichon, Jefe de Equipo del Programa*
1300 New York Ave, NW
Washington DC 20577
Tel*: +541143201893*
Correo electrónico: mguichon@iadb.org
Página web: www.iadb.org

2.6. Por la presente, el Banco invita a las EC elegibles a indicar su interés en prestar los servicios descritos a continuación en el borrador de Términos de Referencia para realizar los servicios de consultoría. Las EC interesadas deberán proporcionar información que demuestre que poseen la experiencia necesaria y están calificadas para prestar los servicios. Para que todas las respuestas puedan evaluarse adecuadamente, las EC elegibles deben incluir en sus presentaciones la información solicitada en la siguiente sección, con explicaciones completas y claras.

Sección 3. Servicios de consultoría

3.1. Los servicios de consultoría incluyen apoyar a la Dirección General de Aguas en el diseño e implementación inicial de un modelo integral de bases de datos que consolide información institucional crítica en una fuente única, segura, trazable, interoperable y escalable, contribuyendo a fortalecer la gestión de recursos hídricos, procesos administrativos, permisos, expedientes y toma de decisiones sectoriales

3.2. Aunque no existe un formato estándar para presentar una EOI, las EC elegibles deberán presentar una EOI que contenga la siguiente información:

a) Información básica: indique el nombre oficial de la EC, el nombre de la persona de contacto, la dirección de correo electrónico, los números de teléfono y la dirección de la oficina de la persona de contacto clave responsable de la EOI.
b) Antecedentes: Incluya una descripción de la EC. La EC puede incluir folletos o documentos que proporcionen información sobre su organización, historia, misión, estructura y número de empleados.
c) Experiencia relacionada con los servicios de consultoría solicitados: Proporcione todo tipo de pruebas que la EC considere apropiadas para demostrar su experiencia y conocimientos técnicos en la prestación de servicios similares a los descritos en el Anexo A, Términos de Referencia (por ejemplo, folletos, informes, estudios, descripción de encargos similares, referencias a casos en los que haya prestado servicios similares, experiencia en condiciones similares, disponibilidad de habilidades apropiadas entre el personal, etc.)

3.3. Presupuesto estimado: ***USD $130,000***

Anexo A. Borrador de los Términos de Referencia

Tenga en cuenta que el Banco podrá modificar los Términos de Referencia adjuntos. Se notificarán estos cambios a las EC que hayan sido preseleccionadas.

Apoyo al fortalecimiento institucional de la Dirección General de Aguas mediante el diseño e implementación de un modelo integral de bases de datos que mejore la gestión hídrica y administrativa

CHILE
CT1370 – Apoyo a Programa de Seguridad Hídrica en Chile
División de Agua y Saneamiento – INE/WSA

1. Antecedentes y Justificación

1.1. En el marco del programa de trabajo entre el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), el Ministerio de Obras Públicas (MOP) y la Dirección General de Aguas (DGA), y la Cooperación Técnica CT1370: Apoyo a Programa de Seguridad Hídrica en Chile, orientada a apoyar el diseño e

implementación inicial de una hoja de ruta de modernización institucional, regulatoria, operativa y tecnológica para fortalecer la seguridad hídrica y acelerar inversiones sostenibles se contempla una asistencia técnica enfocada en dos componentes principales:

i. Apoyo a la implementación de leyes y reformas sectoriales; y
ii. Fortalecimiento institucional sectorial.

La presente consultoría se enmarca en el segundo componente, cuyo propósito es fortalecer capacidades institucionales de la DGA mediante la modernización de su gestión de información, procesos, bases de datos, trazabilidad, interoperabilidad y arquitectura digital.

1.2. La DGA cumple funciones críticas para la gestión de los recursos hídricos en Chile. Sus sistemas de información sustentan procesos de monitoreo hidrológico, gestión de emergencias, derechos de aprovechamiento de aguas, expedientes administrativos, fiscalización, planificación y toma de decisiones sectoriales. En particular, el Banco Nacional del Agua (BNA) gestiona datos de estaciones de medición desplegadas en el territorio, incluyendo información hidrológica utilizada para monitoreo de caudales en tiempo real y prevención de emergencias; mientras que el Catastro Público de Aguas (CPA) administra información sobre derechos de aprovechamiento, obras, organizaciones de usuarios y otras tipologías de expedientes con respaldo legal y administrativo.

1.3. Los diagnósticos técnicos disponibles muestran que la infraestructura de información de la DGA presenta desafíos relevantes. Actualmente, la información institucional de la DGA se encuentra distribuida en un conjunto de bases de datos heterogéneas. Esta situación dificulta la interoperabilidad, consistencia, trazabilidad, disponibilidad y calidad de la información crítica que sustenta las funciones sustantivas de la institución. La DGA ha identificado la necesidad de avanzar hacia un modelo integral de bases de datos que consolide dichas fuentes en una única fuente de datos íntegra, moderna, segura y escalable, que constituya la base del nuevo Sistema de Información de la DGA.

1.4. Asimismo, se han identificado limitaciones relevantes en la arquitectura y plataforma tecnológica, disponibilidad, continuidad operativa, rendimiento, seguridad de la información y protección de datos. Entre las principales brechas se encuentran la coexistencia de tecnologías modernas y legadas, la ausencia de tareas rutinarias de mantenimiento de bases de datos, la falta de un rol formal de administración de bases de datos, limitaciones de alta disponibilidad, inexistencia de un plan completo de recuperación ante desastres, problemas de rendimiento por tablas críticas, ausencia de estrategias de optimización, y brechas en gobernanza de seguridad, cifrado, control de accesos y registro del historial de cambios.

1.5. La DGA ha desarrollado bases técnicas para el diseño e implementación de un modelo integral de bases de datos, orientado a consolidar la información institucional en una fuente única, soportada por una estructura híbrida capaz de gestionar información relacional y documental. El modelo deberá permitir la convivencia transitoria con fuentes antiguas, la migración y validación de datos históricos, la trazabilidad temporal de la información, la gestión de antecedentes, la interoperabilidad, el respaldo, la seguridad, la continuidad operativa, el monitoreo y la generación de reportabilidad institucional.

1.6. En este contexto, la presente consultoría busca apoyar a la DGA en el diseño e implementación inicial de dicho modelo integral, asegurando que la modernización tecnológica esté alineada con objetivos institucionales, operativos y sectoriales. La consultoría debe entenderse como una intervención de fortalecimiento institucional y transformación digital aplicada a la gestión de recursos hídricos, no como una consultoría informática aislada. Su objetivo es mejorar la capacidad de la DGA para gestionar información crítica, procesos administrativos, permisos, expedientes, datos hidrológicos y funciones públicas esenciales para la seguridad hídrica del país.

2. Objetivos

2.1. El objetivo general es apoyar a la Dirección General de Aguas en el diseño e implementación inicial de un modelo integral de bases de datos que consolide información institucional crítica en una fuente única, segura, trazable, interoperable y escalable, contribuyendo a fortalecer la gestión de recursos hídricos, procesos administrativos, permisos, expedientes y toma de decisiones sectoriales.

2.2. Los objetivos específicos de la consultoría son:

i. Diseñar e implementar un modelo de datos único e híbrido que permita integrar información relacional y documental de los principales sistemas de la DGA, incluyendo BNA (Banco Nacional de Aguas), BNA Online, CPA (Catastro Público de Aguas) y otras fuentes relevantes.
ii. Establecer mecanismos de migración, convivencia y sincronización entre las fuentes antiguas y el nuevo modelo, asegurando continuidad operativa, integridad, consistencia y trazabilidad de los datos durante la transición.
iii. Fortalecer la seguridad, disponibilidad, respaldo, recuperación, monitoreo, trazabilidad, auditoría y reportabilidad de la información crítica institucional.
iv. Entregar documentación técnica, operativa, capacitación y transferencia de capacidades que permitan a la DGA administrar, mantener y escalar el modelo implementado de manera sostenible.

3. Alcance de los Servicios

3.1. La Firma Consultora deberá prestar servicios especializados para apoyar a la DGA en el diseño e implementación inicial del modelo integral de bases de datos, incluyendo diagnóstico técnico, diseño conceptual, lógico y físico del modelo, migración de datos, convivencia con sistemas existentes, seguridad, respaldo, monitoreo, reportabilidad, documentación, capacitación y transferencia.
Para ello la consultoría se estructura en tres líneas de trabajo interrelacionadas:

3.2. Línea de trabajo 1: Mapeo, diagnóstico técnico y diseño del modelo integral de datos
La Firma Consultora deberá levantar, validar y sistematizar el estado actual de las bases de datos, sistemas, entidades, procesos y flujos de información relevantes de la DGA, con foco en BNA, BNA Online, CPA y otros sistemas que la DGA determine como prioritarios.
A modo referencial, el trabajo debería considerar como mínimo:

i. Levantamiento técnico de las bases de datos actuales, incluyendo motores, versiones, volumetría por entidad o tabla, estructuras, índices, fragmentación, particionamiento existente, configuración de recursos de hardware, almacenamiento y red.
ii. Identificación de los principales factores que afectan el rendimiento, disponibilidad, continuidad operativa, seguridad, trazabilidad e interoperabilidad de las bases actuales.
iii. Mapeo de entidades, atributos, relaciones, reglas de transformación, fuentes de verdad y dependencias entre las bases de datos antiguas y el nuevo modelo.
iv. Diseño de un modelo de datos único e híbrido, escalable y seguro, que permita consolidar la información crítica en una fuente institucional integrada (revisar bases técnicas especiales).
v. Definición de la estructura híbrida del modelo, considerando información relacional y documental, con justificación técnica sobre qué información reside en cada tipo de contenedor según naturaleza del dato, estabilidad del esquema, patrón de acceso, volumetría, crecimiento, consistencia e integridad referencial (revisar bases técnicas especiales).
vi. Diseño de mecanismos de elasticidad y extensibilidad que permitan incorporar nuevos procesos, formularios, atributos y estructuras de información sin rediseños estructurales mayores (revisar bases técnicas especiales).
vii. Diseño de mecanismos de versionamiento temporal y trazabilidad histórica del dato, bajo lógica de “instantáneas”, permitiendo consultar el estado de la información en distintos momentos del tiempo.
viii. Diseño de la estructura de gestión de antecedentes, documentos y archivos adjuntos, incluyendo metadata, repositorios desacoplados, identificadores únicos, versionamiento de

antecedentes y verificación de integridad.

ix. Elaboración de diccionario de datos, estándares de nomenclatura, reglas de versionado, criterios de indexación, pautas de ampliación modular y criterios para futuras incorporaciones de procesos o expedientes.

3.3. Línea de trabajo 2: Carga inicial, convivencia, alimentación continua, interoperabilidad y reportabilidad

La Firma Consultora deberá diseñar e implementar un proceso integrado de carga inicial, convivencia operativa y actualización continua, que permita poblar inicialmente el nuevo modelo con la información histórica disponible y asegurar que, mientras las fuentes antiguas permanezcan en uso, estas continúen alimentando la nueva base de datos de forma automática, continua e ininterrumpida. Este enfoque no deberá entenderse como una migración histórica aislada ni como una sincronización posterior separada, sino como un mecanismo de transición que permita mantener la nueva base permanentemente poblada, actualizada, trazable y validada, evitando migraciones masivas repetidas o suspensión del servicio al momento del corte hacia la nueva fuente oficial. Para ello, la Firma Consultora deberá definir fuentes de verdad por dominio de datos, habilitar la interoperabilidad con sistemas y aplicaciones actuales o futuras, implementar mecanismos de validación y reconciliación entre origen y destino, y desarrollar un submodelo de reportabilidad separado de los datos productivos, que permita generar reportes, indicadores y tableros sin afectar el rendimiento de la operación transaccional

A modo referencial, el trabajo debería considerar como mínimo:

i. Diseñar y ejecutar la carga inicial de la información histórica disponible hacia el nuevo modelo, mediante procesos de extracción, transformación, limpieza y carga que aseguren integridad, consistencia, completitud y trazabilidad.

ii. Implementar mecanismos de alimentación automática y continua desde las fuentes antiguas hacia la nueva base de datos, de modo que estas continúen actualizando el nuevo modelo mientras permanezcan vigentes y no hayan sido reemplazadas.

iii. Definir la fuente de verdad por dominio de datos, la dirección de los flujos, reglas de precedencia, manejo de conflictos, latencias máximas, tolerancia a fallos, mecanismos de reproceso y criterios de consistencia durante la convivencia.

iv. Implementar mecanismos de validación y reconciliación entre origen y destino, incluyendo conteos de control, sumas de verificación, validaciones de reglas de negocio, reportes de discrepancias, bitácoras de carga y procedimientos de resolución.

v. Asegurar que, al momento del corte o reemplazo gradual de las fuentes antiguas, la nueva base de datos se encuentre poblada, actualizada y validada, sin requerir una migración masiva adicional ni interrupción del servicio.

vi. Integrar funcionalmente los sistemas CPA, BNA, BNA Online y otros sistemas priorizados sobre la nueva base de datos, validando conectividad, consistencia, trazabilidad e interoperabilidad.

vii. Desarrollar o configurar los componentes de acceso e interoperabilidad necesarios para que aplicaciones, servicios o futuros desarrollos puedan consumir información del nuevo modelo.

viii. Diseñar e implementar un submodelo de reportabilidad separado de los datos productivos, que permita generar reportes, indicadores y tableros sin afectar el rendimiento de la operación transaccional.

ix. Elaborar un catálogo base de reportes e indicadores acordado con la DGA, junto con procesos de carga, actualización, trazabilidad y validación de la información analítica.

x. Definir criterios para el reemplazo gradual de fuentes antiguas, incluyendo condiciones para descontinuar sistemas, componentes legacy que podrían mantenerse y procedimiento formal de corte hacia la nueva fuente oficial.

3.4. Línea de trabajo 3: Seguridad, continuidad operativa, monitoreo, transferencia y sostenibilidad institucional

La Firma Consultora deberá implementar mecanismos que fortalezcan la seguridad, disponibilidad,

continuidad operativa, respaldo, recuperación, monitoreo y sostenibilidad del modelo integral de bases de datos.
A modo referencial, el trabajo debería considerar como mínimo:

i. Definición e implementación de mecanismos de seguridad de la información, incluyendo cifrado en tránsito y reposo, control de acceso basado en roles, privilegios mínimos, separación de funciones, autenticación, gestión de credenciales y registro de auditoría.
ii. Diseño e implementación de ambientes de desarrollo, separado del de pruebas y producción que serán provistos por la DGA. Se debe contar con criterios de promoción entre ambientes, aislamiento de recursos y credenciales, y uso de datos anonimizados, enmascarados o sintéticos cuando corresponda.
iii. Definición e implementación de políticas de respaldo y recuperación, incluyendo respaldos completos e incrementales, verificación de integridad, respaldo coordinado de contenedores relacionales y documentales, respaldo de repositorios de antecedentes y pruebas de restauración.
iv. Elaboración de un Plan de Recuperación ante Desastres (DRP), incluyendo identificación de riesgos, estrategias de recuperación, plan de respuesta ante incidentes, recuperación de sistemas críticos, pruebas periódicas y contactos clave.
v. Implementación de monitoreo de bases de datos y componentes de convivencia, incluyendo métricas de disponibilidad, rendimiento, latencia de sincronización, uso de recursos, vigencia del submodelo de reportabilidad y alertas ante eventos críticos.
vi. Definición y verificación de requisitos no funcionales, incluyendo disponibilidad, tiempos de respuesta, latencia de sincronización, RPO, RTO, integridad de datos migrados, seguridad, escalabilidad, concurrencia y actualización del submodelo de reportabilidad (revisar bases técnicas especiales).
vii. Preparación de documentación técnica y operativa, manuales de usuario, manuales técnicos, documentación de configuración, bitácoras, protocolos de administración y planes de soporte.
viii. Capacitación y transferencia formal al personal institucional designado por la DGA, incluyendo administración del modelo, consulta de información, operación básica, monitoreo, respaldo, recuperación y criterios de mantenimiento.
ix. Preparación de un informe final de cierre con recomendaciones para operación, mantenimiento, escalabilidad, continuidad institucional y futuras etapas de modernización.

4. Actividades Clave

4.1. La Firma Consultora deberá desarrollar, como mínimo, las siguientes actividades:

i. Elaborar un plan de trabajo inicial, incluyendo metodología, cronograma, equipo, gobernanza, requerimientos de información, riesgos, hitos, productos y mecanismos de coordinación con la DGA y el BID.
ii. Levantar, mapear y diagnosticar las bases de datos, sistemas, procesos, entidades, atributos, relaciones, fuentes de verdad, dependencias, volumetría, rendimiento, seguridad, disponibilidad y brechas técnicas del modelo actual.
iii. Diseñar el modelo integral de bases de datos, incluyendo modelo conceptual, lógico y físico, estructura híbrida relacional-documental, diccionario de datos, criterios de distribución entre motores, reglas de transformación, trazabilidad temporal, gestión de antecedentes, estándares de nomenclatura e indexación.
iv. Diseñar e implementar los mecanismos de convivencia, sincronización e interoperabilidad entre fuentes antiguas y el nuevo modelo, incluyendo definición de flujos, fuentes de verdad, latencias, manejo de conflictos, tolerancia a fallos, APIs o componentes de acceso, y criterios de reemplazo gradual.
v. Ejecutar la migración de datos históricos hacia la nueva base de datos única, incluyendo procesos ETL, limpieza, validación, reconciliación, bitácoras, control de calidad, plan de rollback y tratamiento de datos incompletos o inconsistentes.

vi. Diseñar e implementar el submodelo de reportabilidad institucional, incluyendo estructura analítica separada, procesos de carga, catálogo base de reportes e indicadores, trazabilidad de actualización y mecanismos para no afectar la operación transaccional.
vii. Implementar mecanismos de seguridad, respaldo, recuperación, monitoreo y continuidad operativa, incluyendo ambientes separados, control de accesos, cifrado, auditoría, DRP, pruebas de restauración, métricas, alertas y validación de requisitos no funcionales.
viii. Realizar pruebas funcionales, de integración, rendimiento, seguridad, reconciliación y aceptación de usuarios, documentando resultados, brechas, incidencias y ajustes requeridos.
ix. Preparar documentación técnica y operativa, manuales, materiales de capacitación, sesiones de transferencia al personal de la DGA y recomendaciones para administración, mantenimiento, escalabilidad y futuras etapas.
x. Elaborar el informe final de cierre, consolidando productos, evidencias de implementación, resultados de pruebas, riesgos remanentes, recomendaciones y próximos pasos.

5. Resultados y Productos Esperados

5.1. La Firma Consultora deberá entregar productos concretos y verificables por el BID y la DGA, incluyendo el diseño, implementación progresiva y transferencia del modelo integral de bases de datos, así como los informes técnicos necesarios para documentar, validar y dar trazabilidad al avance de la consultoría.:

5.2. Producto 1. Plan de trabajo y cronograma: Documento breve que precise metodología, cronograma, organización del equipo, gobernanza, requerimientos de información, plan de reuniones, riesgos iniciales, ruta crítica, estrategia de coordinación con la DGA y el BID, y mecanismos de seguimiento y control de calidad.

5.3. Producto 2. Informe de mapeo y diagnóstico técnico del modelo actual: Informe que consolide el levantamiento de bases de datos, sistemas, entidades, atributos, relaciones, fuentes de verdad, volumetría, rendimiento, disponibilidad, seguridad, continuidad operativa, brechas técnicas y dependencias institucionales. Deberá incluir el mapeo entre las bases actuales y el nuevo modelo, así como recomendaciones de tuning fundamentadas en la evidencia levantada.

5.4. Producto 3. Diseño del modelo integral de bases de datos: Documento técnico que contenga el diseño conceptual, lógico y físico del modelo de datos único e híbrido; diccionario de datos; criterios de distribución entre información relacional y documental; reglas de transformación; estándares de nomenclatura; criterios de indexación; mecanismos de elasticidad; versionamiento temporal; trazabilidad; gestión de antecedentes; submodelo de reportabilidad; y pautas para futuras extensiones.
Este producto deberá incluir, además, el diseño detallado del mecanismo de carga inicial, convivencia operativa y actualización continua, incluyendo fuentes de verdad por dominio de datos, dirección de flujos, reglas de precedencia, latencias comprometidas, manejo de conflictos, mecanismos de validación, reconciliación, reproceso, tolerancia a fallos y criterios para el corte hacia la nueva fuente oficial.

5.5. Producto 4. Entrega parcial del modelo integral de bases de datos y mecanismo de alimentación continua: Entrega operativa parcial del modelo integral de bases de datos, implementado en los ambientes definidos con la DGA, con carga inicial de las fuentes priorizadas y mecanismos de alimentación automática y continua funcionando sobre dichas fuentes.
Este producto deberá incluir, como mínimo:
i. Modelo integral implementado en los ambientes definidos para la etapa.
ii. Carga inicial de información histórica disponible para las fuentes priorizadas.
iii. Mecanismos de alimentación automática y continua operativos para las fuentes priorizadas.
iv. Evidencia de funcionamiento dentro de las latencias comprometidas.
v. Validaciones preliminares de integridad, consistencia, trazabilidad y reconciliación entre

origen y destino.

vi. Estado de integración funcional de CPA, BNA, BNA Online u otros sistemas priorizados para esta etapa.

vii. Avance del submodelo de reportabilidad institucional y catálogo base de reportes e indicadores.

viii. Resultados preliminares de pruebas funcionales, interoperabilidad, rendimiento, seguridad y aceptación de usuarios.

ix. Informe breve de avance, desempeño, incidencias, riesgos, medidas correctivas y ajustes requeridos para la entrega completa.

5.6. Producto 5. Entrega completa del modelo integral de bases de datos, documentación técnica y transferencia: Entrega completa del modelo integral de bases de datos, con todas las fuentes incluidas en el alcance integradas, mecanismos de alimentación automática y continua implementados, información histórica cargada, validada y reconciliada, y documentación técnica, operativa y de transferencia necesaria para la sostenibilidad del modelo.

Este producto deberá incluir, como mínimo:

i. Modelo integral de bases de datos completo, implementado y operativo en los ambientes definidos con la DGA.

ii. Nueva base de datos poblada, actualizada, validada y reconciliada respecto de las fuentes de origen incluidas en el alcance.

iii. Mecanismos de alimentación automática y continua implementados sobre cada fuente de origen, con evidencia de funcionamiento dentro de las latencias comprometidas.

iv. Evidencia de integración funcional de los sistemas CPA, BNA, BNA Online y otros sistemas priorizados incluidos en el alcance.

v. Procedimiento y criterios técnicos para el corte hacia la nueva fuente oficial de datos de la DGA, sin requerir una nueva migración masiva ni suspensión del servicio.

vi. Resultados finales de pruebas funcionales, integración, rendimiento, seguridad, respaldo, restauración, monitoreo, reconciliación y aceptación de usuarios.

vii. Documentación técnica de configuración de entornos, bases de datos, componentes de acceso, interoperabilidad, seguridad, monitoreo, respaldo y recuperación.

viii. Manuales técnicos y operativos.

ix. Plan de Recuperación ante Desastres.

x. Documentación del submodelo de reportabilidad y catálogo final de reportes e indicadores.

xi. Materiales de capacitación y evidencia de sesiones de transferencia al personal de la DGA.

xii. Informe final de cierre para el BID y la DGA, incluyendo riesgos remanentes, materias pendientes, recomendaciones de operación, mantenimiento, escalabilidad y próximos pasos.

6. Calendario tentativo

6.1. La Consultoría tendrá un plazo máximo de 12 meses desde su adjudicación, considerando un calendario de trabajo ágil, acumulativo e iterativo, con un plazo deseado de **9 meses** para la entrega completa del modelo integral de bases de datos. De manera preliminar, se propone la temporalidad descrita en la tabla siguiente, sin perjuicio de que el calendario definitivo será establecido en el Producto 1.

Etapa	Plazo referencial	Producto principal	Contenido esperado
Inicio	Mes 1	Producto 1: Plan de trabajo y cronograma detallado	Metodología, cronograma, gobernanza, requerimientos de información, fuentes priorizadas, plan de coordinación, riesgos, hitos de entrega, criterios de aceptación y mecanismos de seguimiento con la DGA y el BID.

Etapa 1: Mapeo y diagnóstico técnico	Mes 1	Producto 2: Informe de mapeo y diagnóstico técnico del modelo actual	Levantamiento del modelo actual, bases de datos, sistemas, entidades, relaciones, fuentes de verdad, volumetría, rendimiento, seguridad, disponibilidad, continuidad operativa, brechas técnicas, dependencias institucionales y recomendaciones de tuning.
Etapa 2: Diseño del modelo integral	Mes 2	Producto 3: Diseño del modelo integral de bases de datos	Modelo conceptual, lógico y físico; estructura PostgreSQL/MongoDB; diccionario de datos; mapeo origen-destino; criterios de distribución entre motores; reglas de transformación; elasticidad; versionamiento temporal; trazabilidad; gestión de antecedentes; submodelo de reportabilidad; y diseño del mecanismo de carga inicial, convivencia operativa y actualización continua.
Etapa 3: Implementación y avances	Meses 3 a 5	Producto 4: Entrega parcial del modelo integral de bases de datos y mecanismo de alimentación continua	Modelo implementado parcialmente en los ambientes definidos; carga inicial de fuentes priorizadas; alimentación automática y continua operativa sobre dichas fuentes; validaciones preliminares de integridad, consistencia, trazabilidad y reconciliación; avance de interoperabilidad, reportabilidad, pruebas funcionales, incidencias, riesgos y medidas correctivas.
Etapa 4: Cierre, documentación y transferencia	Meses 6 a 9	Producto 5: Entrega completa del modelo integral de bases de datos, documentación técnica y transferencia	Modelo integral completo, con las fuentes incluidas en el alcance integradas; nueva base poblada, actualizada, validada y reconciliada; mecanismos de alimentación continua funcionando dentro de las latencias comprometidas; procedimiento de corte hacia la nueva fuente oficial; pruebas finales; documentación técnica y operativa; manuales; DRP; capacitación; transferencia; riesgos remanentes y recomendaciones de operación, mantenimiento y escalabilidad.

6.2. Los meses posteriores a la Etapa 4 (hasta completar los 12 meses) se contemplan como un período de soporte y garantía técnica sobre los productos entregados, orientado a atender consultas puntuales, apoyar ajustes menores, resolver incidencias asociadas a la puesta en marcha y acompañar a la DGA en la estabilización inicial del modelo. Este período no reemplaza la transferencia formal ni la documentación técnica, las cuales deberán quedar sustancialmente completadas durante la Etapa 4, y que contemplan un apoyo mucho más intensivo.

7. Requisitos y criterios de aceptación de los entregables

7.1. Los productos deberán ser entregados al BID, en coordinación con la DGA, en idioma español y en formato editable, incluyendo Word, Excel, PowerPoint, diagramas, scripts, archivos técnicos, repositorios documentales u otros formatos requeridos según la naturaleza del producto.

7.2. Todos los productos deberán ser técnicamente consistentes, verificables y trazables. Deberán incluir supuestos, fuentes de información, control de versiones, glosario de siglas, anexos técnicos, matrices de mapeo, bitácoras, resultados de pruebas, evidencias de validación y criterios de aceptación específicos, cuando corresponda.

7.3. Los productos de diseño deberán permitir comprender claramente la arquitectura propuesta, entidades, relaciones, reglas de transformación, distribución entre contenedores, mecanismos de versionamiento, trazabilidad, seguridad, respaldo, convivencia e interoperabilidad.

7.4. Los productos de implementación deberán demostrar, mediante evidencias verificables, que la nueva base de datos, los mecanismos de convivencia, la migración, la reconciliación, el submodelo de reportabilidad, la seguridad, el respaldo y el monitoreo funcionan conforme a los criterios acordados.

7.5. Los productos asociados a migración deberán incluir bitácoras de carga, registros exitosos, rechazados y pendientes, validaciones de integridad, reportes de reconciliación, criterios de

tratamiento de datos incompletos o inconsistentes y plan de rollback.

7.6. Los productos asociados a seguridad, respaldo y continuidad operativa deberán incluir evidencia de configuración, pruebas de restauración, definición de RPO/RTO, control de accesos, cifrado, auditoría, monitoreo y alertas.

7.7. Los productos deberán ser aceptados por el BID, en coordinación con la DGA. El BID podrá solicitar aclaraciones, ajustes o versiones corregidas cuando los productos no cumplan con los criterios de calidad, completitud, aplicabilidad, consistencia técnica o trazabilidad esperados.

8. Requisitos de la Empresa Consultora y Equipo Clave

8.1. Experiencia de la Firma Consultora: La Firma Consultora deberá acreditar experiencia en proyectos de modernización de bases de datos, integración de datos, migración de información, interoperabilidad, transformación digital, sistemas institucionales críticos o arquitectura de datos en organizaciones públicas o privadas.
Se valorará especialmente experiencia en:

i. Consolidación de múltiples bases de datos en una fuente única de datos.
ii. Diseño e implementación de modelos de datos híbridos, relacionales y documentales.
iii. Migración de datos históricos con validación de integridad, consistencia y reconciliación.
iv. Implementación de mecanismos de convivencia y sincronización entre sistemas antiguos y nuevos.
v. Diseño y arquitectura de APIs, mecanismos de interoperabilidad y acceso a datos.
vi. Implementación de soluciones de seguridad, respaldo, recuperación, monitoreo y continuidad operativa.
vii. Proyectos en organismos públicos, instituciones reguladoras, servicios sectoriales, gestión de recursos naturales, agua, medio ambiente, infraestructura o información crítica.

8.2. Equipo Clave: La Firma Consultora deberá proponer un equipo multidisciplinario que incluya, como mínimo, los siguientes perfiles:

i. Líder de Proyecto: Profesional con experiencia en dirección de proyectos de bases de datos, arquitectura de datos, transformación digital o modernización tecnológica, preferentemente en organismos públicos o instituciones con sistemas críticos.
ii. Arquitecto/a de Datos: Profesional con experiencia en diseño de modelos de datos complejos, bases relacionales y documentales, arquitectura híbrida, alta disponibilidad, escalabilidad, modelamiento conceptual, lógico y físico, diccionarios de datos y estándares de información.
iii. Especialista en Migración e Integración de Datos: Profesional con experiencia en procesos ETL, migración de datos históricos, sincronización, convivencia entre sistemas, validación, reconciliación, control de calidad y tratamiento de datos incompletos o inconsistentes.
iv. Especialista Backend/API e Interoperabilidad: Profesional con experiencia en desarrollo o configuración de APIs, servicios de acceso a datos, integración entre sistemas, interoperabilidad, autenticación de servicios, manejo de componentes de acceso y documentación técnica.
v. Especialista en Seguridad de la Información y Continuidad Operativa: Profesional con experiencia en ciberseguridad, control de accesos, cifrado, auditoría, respaldo, recuperación ante desastres, monitoreo, alertas, gestión de credenciales y cumplimiento de buenas prácticas de seguridad de la información.
vi. Especialista en Gestión Institucional / Procesos Públicos: Profesional con experiencia en procesos institucionales, gestión pública, transformación digital pública, expedientes administrativos, mejora de procesos o gestión del cambio, capaz de asegurar que la solución responda a necesidades institucionales y operativas de la DGA.

Un mismo profesional podrá cubrir más de un perfil, siempre que la Firma Consultora acredite experiencia suficiente y que ello no afecte la calidad, dedicación ni oportunidad de los productos.

9. Calendario de Pagos

9.1. Las condiciones de pago se basarán en los hitos o entregables del proyecto. El Banco no espera hacer pagos por adelantado en virtud de contratos de consultoría, salvo que ello sea expresamente requerido y justificado. El Banco desea recibir la propuesta de costos más competitiva para los servicios descritos en el presente documento.

9.2. La Tasa de Cambio Oficial del BID indicada en la SDP se aplicará para las conversiones necesarias de los pagos en moneda local, cuando corresponda.

Pago	Producto asociado	Porcentaje referencial
Pago 1	Producto 1: Plan de trabajo y cronograma detallado	**10%**
Pago 2	Producto 2: Informe de mapeo y diagnóstico técnico del modelo actual	**20%**
Pago 3	Producto 3: Diseño del modelo integral de bases de datos	**20%**
Pago 4	Producto 4: Entrega parcial del modelo integral de bases de datos y mecanismo de alimentación continua	**20%**
Pago 5	Producto 5: Entrega completa del modelo integral de bases de datos, documentación técnica y transferencia	**30%**

BASES TÉCNICAS ESPECIALES

Diseño e Implementación del Modelo Integral de Bases de Datos de la DGA

> ***Nota:*** *Los valores cuantitativos de los requisitos no funcionales (disponibilidad, tiempos de respuesta, RPO/RTO, latencias y volúmenes) corresponden a valores de referencia que orientan el dimensionamiento de la solución, y se ajustan a las particularidades del proyecto durante su desarrollo.*

I. INTRODUCCIÓN

La Dirección General de Aguas (DGA), en el marco de su compromiso con la modernización institucional y la mejora continua en la gestión de los recursos hídricos, requiere fortalecer su infraestructura tecnológica mediante la implementación de un modelo integral de bases de datos. Esta necesidad surge de la creciente demanda por sistemas más eficientes, seguros y escalables que permitan asegurar la trazabilidad, disponibilidad y calidad de la información crítica que sustenta las funciones sustantivas de la institución.

Actualmente, la información institucional se encuentra distribuida en un conjunto de bases de datos heterogéneas, lo que dificulta la interoperabilidad, la consistencia de la información, la respuesta oportuna ante emergencias y el cumplimiento de estándares modernos de seguridad y disponibilidad. Frente a este contexto, se busca

consolidar dichas fuentes en una única fuente de datos que integre toda la información con integridad, y que constituya la base del nuevo Sistema de Información de la DGA.

Dada la naturaleza diversa de los datos institucionales, el nuevo modelo deberá soportar una estructura híbrida, capaz de gestionar información almacenada tanto en bases relacionales (PostgreSQL) como documentales (MongoDB), como contenedores del nuevo modelo de datos. Asimismo, deberá contemplar los componentes necesarios para que las fuentes de datos antiguas convivan con la nueva estructura, alimentándola de forma automática y continua mientras no hayan sido reemplazadas, evitando la necesidad de ejecutar actividades de migración repetidas.

II. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

1. Arquitectura y plataforma tecnológica

La información institucional se sustenta hoy en una infraestructura híbrida, en la que coexisten componentes sobre plataformas relacionales modernas con componentes basados en tecnologías de generaciones anteriores. Esta coexistencia genera una arquitectura compleja que dificulta la integración eficiente, el mantenimiento continuo y la evolución del sistema frente a las demandas crecientes de la institución. La información se encuentra distribuida en un conjunto de bases de datos, lo que limita la interoperabilidad y la consistencia de los datos entre los distintos sistemas.

Los principales dominios de información corresponden al Banco Nacional del Agua (BNA), que gestiona los datos de las estaciones de medición desplegadas en el territorio —incluyendo la información hidrológica utilizada para el monitoreo de caudales en tiempo real y la prevención de emergencias—, y al Catastro Público de Aguas (CPA), que administra la información relativa a los derechos de aprovechamiento de aguas, las obras, las organizaciones de usuarios, junto con otras tipologías de expedientes, con respaldo a procesos legales y administrativos.

2. Disponibilidad y continuidad operativa

La infraestructura actual presenta limitaciones en materia de alta disponibilidad, redundancia y mantenimiento, entre las que se identifican:

- Ausencia de tareas rutinarias de mantenimiento de las bases de datos y de un rol formal de administración de bases de datos (DBA).
- Reducción de las capacidades de alta disponibilidad y tolerancia a fallos, lo que limita la continuidad del servicio ante incidentes.
- Aplicación de soluciones de carácter principalmente paliativo y reactivo frente a incidentes, sin mecanismos robustos de recuperación automática.
- Inexistencia de un plan de recuperación ante desastres completamente documentado para incidentes críticos, lo que constituye un riesgo relevante para la continuidad operativa.

3. Rendimiento

El rendimiento de los sistemas se ve afectado por factores estructurales y operativos, entre los que se cuentan el tamaño de tablas críticas, la ausencia de estrategias de optimización como particionamiento, indexación adecuada y depuración de datos históricos, y el uso subóptimo de los recursos de procesamiento. La falta de optimización del rendimiento dificulta mantener niveles de servicio adecuados de forma sostenida.

4. Seguridad de la información y protección de datos

La evaluación de las prácticas actuales de ciberseguridad evidencia brechas en gobernanza, gestión de riesgos, protección de la información. Si bien existen medidas de monitoreo y respuesta, se identifican como limitaciones la ausencia de políticas de seguridad estructuradas y roles claramente definidos, la falta de cifrado de la información en tránsito y en reposo, el control de acceso de carácter básico, y la inexistencia de un registro consistente del historial de cambios sobre los datos.

5. Síntesis de necesidades

A partir del diagnóstico anterior, se identifican necesidades que orientan el alcance de esta licitación: consolidar las fuentes de información en una base de datos única e íntegra; modernizar la plataforma tecnológica para

mejorar la escalabilidad, la integración y la mantenibilidad; fortalecer la disponibilidad, la continuidad operativa y la recuperación ante desastres; optimizar el rendimiento mediante un diseño de datos adecuado; y elevar el nivel de seguridad, trazabilidad y protección de la información crítica institucional.

III. OBJETIVOS DEL PROYECTO

1. Objetivo General

Diseñar e implementar un modelo integral de bases de datos que consolide las distintas fuentes de información institucional en una única fuente de datos, con integridad, orientada a optimizar la disponibilidad, consistencia, escalabilidad, trazabilidad y seguridad de la información crítica. Esta nueva base de datos constituirá el cimiento del nuevo Sistema de Información de la Dirección General de Aguas, soportando un modelo de datos híbrido y la convivencia con las fuentes existentes durante la transición.

2. Objetivos Específicos

- Consolidar las bases de datos existentes en una única fuente de datos que contenga toda la información institucional con integridad y consistencia, abarcando todas las etapas previas necesarias para contar con la nueva base poblada con los datos migrados.
- Diseñar un modelo de datos único e híbrido que permita gestionar información relacional (PostgreSQL) y documental (MongoDB) como contenedores del nuevo modelo, de acuerdo con la naturaleza de los datos de los sistemas CPA y BNA entre otros.
- Dotar al modelo de datos de elasticidad y de versionamiento temporal, de modo que permita incorporar nuevos procesos y estructuras de información de forma administrable, y consultar el estado de la información en distintos instantes de tiempo (lógica de instantáneas).
- Implementar los componentes y la estructura necesarios para que las fuentes de datos antiguas convivan con el nuevo modelo, alimentándolo de forma automática y continua mientras no sean reemplazadas, sin requerir nuevas actividades de migración.
- Fortalecer la seguridad y la continuidad operativa de la información crítica, implementando mecanismos de respaldo, monitoreo, trazabilidad y recuperación ante desastres.
- Facilitar la toma de decisiones estratégicas mediante la consolidación de los datos de gestión en una arquitectura moderna, segura y escalable, incorporando un submodelo de reportabilidad (data warehouse) que soporte la generación de reportes e indicadores sin afectar los datos productivos.
- Asegurar la sostenibilidad de la solución, mediante la entrega de documentación técnica, capacitación al personal y planes de administración y soporte.

IV. DESCRIPCIÓN Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS TRABAJOS

1. Alcances

El alcance de esta licitación comprende el diseño e implementación de un modelo integral de bases de datos para la DGA, que consolide la información crítica de los sistemas del CPA y BNA en una única fuente de datos. El núcleo del encargo es la nueva base de datos, su modelo y la migración íntegra de la información existente; los componentes de acceso, consumo y monitoreo se consideran complementarios y de soporte a dicha base, no la definen.

- Diseño de un modelo de datos único, híbrido, escalable y seguro, que consolide las fuentes existentes en una sola base de datos con integridad.
- Definición de la estructura híbrida con PostgreSQL (información relacional) y MongoDB (información documental) como contenedores del nuevo modelo.
- Migración y validación de los datos históricos de las distintas fuentes hacia la nueva base, asegurando integridad, consistencia y completitud.
- Implementación de los componentes de convivencia que permitan que las fuentes antiguas alimenten automática y continuamente el nuevo modelo mientras no sean reemplazadas.

- Componente de consulta para que se pueda acceder a la información antes de que este modelo se conecte a las distintas funcionalidades o trámites que se conectarán a esta nueva base de datos.
- Integración de los sistemas CPA y BNA sobre la nueva base de datos, garantizando la interoperabilidad.
- Implementación de mecanismos de respaldo, seguridad, trazabilidad y monitoreo.
- Entrega de documentación técnica y operativa, y capacitación al personal institucional.

> ***Nota:*** *Los componentes de acceso y consumo (APIs, capas de caché, búsqueda, monitoreo y herramientas de explotación) operan sobre la nueva base de datos y no forman parte de la definición del modelo de datos, sin perjuicio de que el oferente deba contemplar las interfaces necesarias para el acceso y la interoperabilidad.*

2. Arquitectura y Modelo de Datos Híbrido

El oferente deberá diseñar e implementar un modelo de datos único que actúe como fuente de verdad institucional, materializado sobre dos contenedores complementarios: un motor relacional (PostgreSQL) y un motor documental (MongoDB). El diseño deberá justificar técnicamente qué información reside en cada motor, en función de su naturaleza, sus patrones de acceso y sus requisitos de consistencia. Más allá de su capacidad de consolidación, el modelo deberá ser elástico y soportar el versionamiento temporal de la información, conforme se especifica en los puntos siguientes. El diseño deberá ser “cloud-ready”, es decir, concebido para poder operar indistintamente en infraestructura en la nube o local, sin acoplarse a un proveedor o entorno específico; la definición del lugar de residencia de la solución se realizará durante el desarrollo del proyecto.

2.1 Criterios de distribución entre motores

- **Información relacional (PostgreSQL):** datos estructurados con relaciones fuertes, restricciones de integridad referencial y necesidad de consistencia transaccional; por ejemplo, derechos de aprovechamiento, titulares, metadatos, catálogos institucionales, datos de estaciones, entre otros, con esquema estable.
- **Información documental (MongoDB):** datos semiestructurados o de esquema variable, documentos y antecedentes asociados a expedientes, y estructuras cuya forma cambia según el tipo de registro o según los procesos que se incorporen sobre el dato.

La asignación de cada entidad a uno u otro motor deberá fundamentarse, como mínimo, en los siguientes criterios técnicos, sin perjuicio de otros que el oferente considere pertinentes:

- Cardinalidad y estabilidad del esquema: entidades con atributos fijos y relaciones predecibles se orientan al motor relacional; entidades con atributos variables entre instancias de un mismo tipo (por ejemplo, distintos tipos de expediente con campos propios) se orientan al motor documental.
- Patrón de acceso predominante: operaciones que requieren combinaciones (joins) frecuentes entre múltiples entidades y agregaciones transaccionales favorecen el modelo relacional; operaciones de lectura/escritura por documento completo, con baja necesidad de combinar con otras entidades, favorecen el modelo documental.
- Volumetría y patrón de crecimiento: estructuras con alto volumen de escritura e inserción incremental (por ejemplo, mediciones de estaciones) deben evaluarse considerando la estrategia de particionamiento e indexación del motor relacional, o la conveniencia de un esquema documental optimizado para escritura.
- Requisitos de integridad referencial declarativa: entidades cuya integridad deba garantizarse mediante restricciones a nivel de motor (llaves foráneas, restricciones de unicidad, validaciones de dominio) se priorizan en el motor relacional.

El oferente deberá presentar el detalle de esta clasificación por entidad o grupo de entidades como parte del modelo conceptual, indicando para cada una el motor asignado y el criterio que la fundamenta.

2.2 Elasticidad y extensibilidad del modelo

El modelo de datos deberá ser elástico, entendiendo por ello la capacidad de incorporar nuevas funcionalidades, procesos y estructuras de información que se construyen sobre el dato sin requerir grandes esfuerzos de desarrollo ni el rediseño de las estructuras existentes. El diseño deberá permitir que la institución amplíe y adapte la información que gestiona a medida que evolucionan sus procesos. Como mínimo, deberá considerar:

- Una separación clara entre un núcleo de entidades estables (de esquema controlado) y estructuras extensibles que admitan la incorporación de nuevos atributos, formularios y procesos sin alterar el núcleo.

- La capacidad de definir y modificar formularios y estructuras de captura de información de forma administrable y dirigida por configuración o metadatos (por ejemplo, mediante esquemas de formulario versionados y un catálogo de tipos de campo), evitando que cada cambio requiera desarrollo de software y un nuevo despliegue.
- El uso del motor documental para soportar las estructuras de esquema flexible, de modo que la incorporación de nuevos procesos que “cuelgan” del dato se realice mediante configuración y no mediante modificaciones estructurales mayores; los nuevos atributos deberán poder indexarse selectivamente sin afectar el rendimiento de las consultas existentes.
- La conservación de la integridad y la trazabilidad de la información aun cuando las estructuras evolucionen en el tiempo, manteniendo la compatibilidad con la información previamente registrada, incluyendo el versionado de los esquemas extensibles (de modo que un cambio de formulario no invalide los registros capturados bajo una versión anterior).
- La definición, según corresponda al tipo de proceso (flujo, transaccional u otro), de cómo se realiza la actualización del modelo, de manera de mantener la consistencia con la arquitectura y el modelo de datos implementado en el proyecto.

> ***Nota:*** *La elasticidad permite adaptar las estructuras de información (por ejemplo, nuevos formularios o procesos asociados a un derecho o a una estación) de forma administrable, reduciendo la dependencia de desarrollos a medida ante cada cambio operativo.*

2.3 Versionamiento y trazabilidad temporal del dato (lógica de instantáneas)

El modelo deberá incorporar de forma estructural la lógica de versionamiento del dato, de modo que las actualizaciones y movimientos derivados de los procesos institucionales no sobrescriban de manera destructiva la información, sino que generen versiones sucesivas del registro. Esto permite operar bajo una lógica de instantáneas (“fotos”), en la que cada cambio queda preservado como un estado del dato en un momento determinado. Como mínimo, el diseño deberá garantizar:

- Historización de los registros: cada actualización relevante genera una nueva versión, conservándose las versiones anteriores en lugar de eliminarse, mediante un mecanismo explícito de marcas de vigencia (por ejemplo, fecha de inicio y término de validez de cada versión) que permita identificar de forma inequívoca la versión vigente en cualquier momento.
- Asociación de cada versión a su vigencia temporal y a la operación o proceso que la originó, permitiendo reconstruir la secuencia de cambios y su causa.
- Capacidad de consulta en el tiempo (consulta “as-of” o por instante): poder situarse en un instante determinado y obtener la información tal como se encontraba en ese momento, sin requerir reconstrucción manual a partir de bitácoras externas al modelo.
- Coherencia del versionamiento entre los contenedores relacional y documental, de modo que la reconstrucción temporal sea consistente para un mismo registro lógico, considerando que ambos motores deberán resolver consultas por instante bajo el mismo criterio temporal.
- Una política de retención y, en caso de aplicar, de compactación de versiones antiguas, que evite el crecimiento indefinido del volumen de datos sin perder la capacidad de auditoría exigida.

Esta capacidad complementa los requisitos de trazabilidad y auditoría definidos en el capítulo de Seguridad de la Información: mientras la auditoría registra quién y cuándo modificó un dato, el versionamiento estructural permite además recuperar y consultar el estado de la información en cualquier instante de su historia.

2.4 Integridad entre contenedores

El diseño deberá especificar cómo se garantiza la integridad de la información que se relaciona entre ambos motores, considerando, como mínimo:

- Identificadores únicos y estables que permitan referenciar de forma inequívoca un mismo registro lógico entre PostgreSQL y MongoDB, a través de sus distintas versiones, y que sean independientes de claves internas o autogeneradas por cada motor.
- Reglas de consistencia y validación que aseguren que no existan referencias huérfanas ni divergencias entre ambos contenedores, ejecutadas mediante procesos de verificación periódica, además de las validaciones realizadas en el momento de la escritura.

- Una estrategia explícita de consistencia (transaccional donde sea requerido y eventual donde sea aceptable), indicando para cada dominio cuál aplica y por qué, y especificando el tiempo máximo aceptable de inconsistencia temporal en los casos en que se adopte consistencia eventual.
- Mecanismos de validación automatizada que detecten inconsistencias entre motores y permitan su corrección, si es que aplica, incluyendo el registro de las inconsistencias detectadas para su seguimiento.

2.5 Gestión de antecedentes y repositorios

El sistema deberá incorporar una estructura específica para la gestión de antecedentes (documentos y archivos adjuntos), de modo que estos queden claramente tipificados según su metadata y referenciados desde la base de datos. Los archivos en sí (binarios) no se almacenarán dentro de las bases de datos transaccionales, sino en repositorios de almacenamiento desacoplados, manteniéndose en el modelo la referencia y la metadata de cada antecedente. Como mínimo, el diseño deberá considerar:

- Tipificación de los antecedentes según su tipo y metadata (por ejemplo, tipo de documento, origen, fecha, expediente o derecho asociado, versión), de modo que cada antecedente esté clasificado y descrito de forma estructurada, mediante un catálogo de tipos de antecedente extensible y administrable.
- Referenciación desde la base de datos hacia el antecedente almacenado, mediante un identificador único y estable, sin alojar el binario en las bases transaccionales; la referencia deberá incluir, como mínimo, el identificador del objeto, su ubicación lógica (repositorio), su tipo de contenido (MIME type), su tamaño y su checksum de integridad.
- Una capa de abstracción de almacenamiento que permita apuntar a distintos tipos de repositorio y a más de un repositorio simultáneamente, sin acoplar el modelo a un backend de almacenamiento específico (coherente con el carácter cloud-ready de la solución), de modo que agregar o cambiar un repositorio no requiera modificar el modelo de datos ni el código de las aplicaciones consumidoras.
- Versionamiento de los antecedentes consistente con la lógica de instantáneas, de modo que la sustitución o corrección de un antecedente conserve sus versiones anteriores y permita recuperar el estado vigente en un instante determinado, sin sobrescribir el objeto almacenado.
- Verificación de integridad de los antecedentes almacenados (mediante checksum) en la carga y de forma periódica, detectando corrupción o pérdida del objeto referenciado.
- Acceso a los antecedentes mediado por los controles de seguridad, autenticación y trazabilidad definidos en el capítulo de Seguridad de la Información.

> ***Nota:*** *El lugar y tipo de repositorio (nube u on-premise, almacenamiento de objetos o gestor documental) se definen durante el desarrollo del proyecto. El carácter desacoplado de esta estructura permite que dicha definición no implique rediseñar el modelo de antecedentes.*

2.6 Entregables del modelo

- Modelo conceptual, lógico y físico de la nueva base de datos única.
- Mapa de relaciones entre las bases de datos antiguas y el modelo definitivo.
- Diccionario de datos completo, con definición de entidades, atributos, tipos, restricciones y dominio de valores.
- Documento de justificación de la distribución relacional/documental por dominio de datos.
- Especificación del mecanismo de elasticidad y extensibilidad (estructuras configurables y administración de formularios).
- Especificación del mecanismo de versionamiento temporal y de consulta por instante (lógica de instantáneas).
- Especificación de la estructura de antecedentes y de la capa de abstracción de repositorios.
- Definición de estándares de nomenclatura, versionado del modelo e indexación.
- Pautas para la complementación modular del modelo de bases de datos, que permitan su ampliación ante necesidades futuras de la DGA (por ejemplo, nuevas tipologías de expedientes no contempladas al momento del diseño), sin afectar la integridad ni la operación del modelo vigente.

2.7 Diagnóstico de la Base de Datos Actual, Mapeo y Configuración para Tuning

Como insumo obligatorio y previo al diseño del nuevo modelo, el oferente deberá elaborar un diagnóstico técnico de las bases de datos actuales de la DGA, que profundice y valide en terreno las limitaciones descritas en el Capítulo II (Diagnóstico de la Situación Actual), particularmente en lo relativo a arquitectura, disponibilidad y rendimiento. Este diagnóstico deberá sustentar tanto el mapeo hacia el nuevo modelo como las configuraciones de optimización (tuning) que se definan para la nueva base de datos.

El diagnóstico y sus productos asociados deberán contemplar, como mínimo:

- Levantamiento técnico de las bases de datos actuales: motores, versiones, volumetría por entidad o tabla, estructuras, índices existentes y su nivel de fragmentación, particionamiento existente, y configuración de los recursos de hardware y de la plataforma (memoria asignada, núcleos disponibles, configuración de almacenamiento y de red).
- Identificación y caracterización de los principales factores que afectan el rendimiento de las bases actuales (por ejemplo, tablas de gran tamaño sin particionar, ausencia o mal diseño de índices, contención de paralelismo, bloqueos recurrentes), mediante el análisis de las estadísticas de espera (wait statistics) del motor y de las consultas de mayor costo, descartando explícitamente del análisis aquellas categorías de espera reconocidas como benignas o de carácter ocioso para el motor correspondiente, a fin de no atribuir erróneamente cuellos de botella a hardware cuando el origen es estructural.
- Determinación del período de observación y de la ventana de carga representativa sobre la cual se sustentan las métricas del diagnóstico, evitando el uso de estadísticas acumuladas sin reinicio o sin contexto temporal conocido.
- Mapa de relaciones y mapeo de entidades, atributos y reglas de transformación entre las bases de datos antiguas y el modelo de datos definitivo, conforme a lo señalado en el punto 2.6.
- Configuraciones idóneas para un tuning correcto de la nueva base de datos, incluyendo, según corresponda al motor implementado: parámetros de memoria y de grado de paralelismo, estrategia de indexación (incluyendo índices compuestos y parciales donde corresponda), criterio de particionamiento de tablas o colecciones de gran volumen (por ejemplo, particionamiento por rango temporal para datos de medición), políticas de mantenimiento (actualización de estadísticas, reorganización o reconstrucción de índices) y políticas de purga, archivado o compactación de datos históricos.
- Justificación de las configuraciones propuestas en relación directa con los hallazgos del diagnóstico, de modo que cada parámetro de tuning recomendado responda a un problema o riesgo identificado, evitando configuraciones genéricas no fundamentadas en la evidencia levantada.

> ***Nota:*** *El diagnóstico de la base de datos actual debe entenderse como la línea base técnica del proyecto: permite fundamentar el mapeo hacia el nuevo modelo y las decisiones de configuración, y sirve además como referencia para verificar las mejoras de rendimiento alcanzadas al cierre del proyecto.*

2.8 Entregables del diagnóstico y tuning

- Informe de Diagnóstico de la Base de Datos Actual y Mapeo al Nuevo Modelo.
- Documento de Configuraciones para el Tuning de la Nueva Base de Datos, con sus parámetros y su justificación técnica.

3. Capa de Convivencia y Sincronización con Fuentes Antiguas

El oferente deberá diseñar e implementar la estructura y los componentes que permitan que las fuentes de datos antiguas convivan con el nuevo modelo y lo alimenten de forma automática y continua, mientras dichas fuentes no hayan sido reemplazadas. El objetivo es que la entrada en operación del nuevo modelo no dependa de migraciones manuales repetidas: una vez configurada la convivencia, los datos de los sistemas antiguos deben fluir hacia el nuevo modelo sin intervención adicional.

3.1 Requisitos del mecanismo de sincronización

- **Mecanismo:** el oferente deberá proponer y justificar el mecanismo de sincronización (captura de cambios / Change Data Capture, ETL incremental, u otro equivalente), garantizando que capture inserciones, actualizaciones y eliminaciones de las fuentes antiguas, identificando los cambios mediante marcas de tiempo, números de secuencia o registros de transacción del motor de origen, y no mediante comparación periódica de imágenes completas de los datos.

- **Dirección del flujo y fuente de verdad:** para cada dominio de datos se deberá definir explícitamente la fuente de verdad durante la convivencia y la dirección del flujo, evitando la existencia de doble fuente de verdad no controlada, y documentando para cada entidad si la escritura ocurre exclusivamente en el origen, exclusivamente en el nuevo modelo, o en ambos bajo una regla de precedencia explícita.
- **Latencia de sincronización:** el desfase máximo entre la fuente antigua y el nuevo modelo no deberá superar los 15 minutos para datos operativos y los 5 minutos para datos asociados a funciones de emergencia. (Valores propuestos, ajustables por la DGA).
- **Manejo de conflictos:** se deberá definir la política de resolución de conflictos cuando un mismo dato sea modificable en más de un origen, especificando el criterio de resolución a aplicar (por ejemplo, precedencia del origen definido como fuente de verdad, marca de tiempo más reciente, o resolución manual asistida para los casos que lo ameriten) y el registro de los conflictos detectados para su trazabilidad.
- **Tolerancia a fallos:** ante una caída temporal de la sincronización, los cambios no deberán perderse y deberán aplicarse al restablecerse el servicio mediante un mecanismo de reproceso idempotente, de manera que la re-aplicación de un mismo cambio no genere duplicidad ni corrupción de datos.
- **Capacidad y rendimiento:** el mecanismo de sincronización deberá dimensionarse en función del volumen y la frecuencia de cambios observados en el diagnóstico de la base de datos actual (punto 2.7), evitando sobredimensionar la solución respecto del volumen real de transacciones a sincronizar.

3.2 Reconciliación y validación

El oferente deberá implementar mecanismos de reconciliación que demuestren, de forma verificable, que la información del nuevo modelo es consistente con las fuentes antiguas mientras conviven:

- Conteos de control y sumas de verificación (checksums) por entidad y período, comparando origen y destino de forma automatizada y con una periodicidad definida.
- Validación de reglas de negocio críticas (por ejemplo, unicidad de derechos, integridad de expedientes).
- Reportes periódicos de reconciliación que evidencien diferencias y su resolución, incluyendo un umbral de discrepancias aceptable y el procedimiento a seguir cuando dicho umbral sea superado.

3.3 Reemplazo gradual

La convivencia deberá permitir el reemplazo gradual de las fuentes antiguas. El oferente deberá entregar una hoja de ruta que defina el orden de reemplazo, los criterios para considerar que una fuente antigua puede ser descontinuada de forma segura, y el tratamiento de aquellos componentes legacy que, por su naturaleza, permanezcan operativos de forma permanente alimentando el nuevo modelo.

Es importante que el proveedor considere que la solución de reemplazo debe soportar el desacople de forma unitaria por materia, proceso o trámite, de manera que el proyecto de Front y APIs pueda ser abordado bajo una lógica incremental.

3.4 Vigencia de la alimentación automática

Mientras la nueva base de datos no haya sido declarada formalmente como fuente oficial, deberá entenderse que las fuentes antiguas continúan vigentes y, por lo tanto, deben seguir alimentando de forma automática y continua el nuevo modelo, sin requerir intervención manual ni nuevas actividades de migración. Esta alimentación automática deberá mantener el nuevo modelo permanentemente actualizado durante todo el período de transición, y solo cesará en el momento en que se realice el cambio que declara a la nueva base como fuente oficial. El oferente deberá definir el procedimiento y los criterios formales de dicho cambio (“corte”), garantizando que no se produzca pérdida de información ni interrupción del servicio durante la transición.

4. Migración de Datos

La empresa contratada deberá realizar la migración de los datos históricos desde las fuentes existentes hacia la nueva base de datos única, mediante procesos de extracción, transformación y carga (ETL) que garanticen la integridad y consistencia de los datos migrados.

- Identificación de los datos a migrar mediante un enfoque dirigido por los requerimientos de las aplicaciones, priorizando la información esencial y vigente, utilizando como criterio orientador la fecha de creación y de último acceso de los datos para discriminar la información que debe migrarse de aquella que puede archivarse o excluirse del alcance.

- Definición y aplicación de reglas de transformación y limpieza, documentando el tratamiento de datos incompletos, duplicados o inconsistentes, incluyendo el criterio de resolución aplicado en cada caso (por ejemplo, descarte, completado con valor por defecto, o marcado para revisión manual).
- Validaciones automatizadas de calidad, completitud e integridad referencial sobre los datos migrados, ejecutadas por lote y antes de la promoción de los datos al ambiente de producción.
- Bitácora de migración que registre, por lote, el volumen de registros procesados, exitosos, rechazados y pendientes de revisión, junto con el detalle de las incidencias y los resultados de validación.
- Plan de rollback que permita revertir una carga ante fallas, sin afectar la información de origen, incluyendo el punto de control desde el cual se reinicia la carga revertida.

> ***Nota:*** *Para el caso del CPA, cuya digitalización puede no estar completa, el oferente deberá considerar y documentar el tratamiento de datos faltantes o inconsistentes, y proponer las validaciones específicas necesarias para asegurar la integridad de los registros con efectos administrativos y legales.*
>
> ***Nota:*** *Para los expedientes que se encuentren en un estado de resolución final (autorización, denegación, desistimiento u otro), se considerarán cumplidas las etapas pertinentes de tratamiento de datos. Para los expedientes pendientes o en curso, será tarea de la DGA —específicamente de los agentes y analistas de expedientes— complementar la información necesaria para que el sistema pueda informar el estado de avance del expediente.*

5. Submodelo de Reportabilidad (Data Warehouse)

El modelo de datos deberá incorporar un submodelo de reportabilidad, separado de los datos productivos, destinado a soportar la generación de reportes, indicadores y tableros (dashboards). Toda la explotación analítica y de reportería deberá obtenerse de este submodelo y no de los datos transaccionales, de modo de no afectar el rendimiento de la operación. A continuación se describe la arquitectura propuesta, la cual constituye una referencia que el oferente deberá detallar y podrá optimizar en su propuesta:

5.1 Arquitectura propuesta

- Una estructura de datos analítica independiente de la base productiva, modelada para consulta y agregación eficiente (por ejemplo, un esquema dimensional orientado a análisis, con tablas de hechos e indicadores y dimensiones descriptivas asociadas).
- Un proceso de carga periódico y automatizado (ETL/ELT) que alimente el submodelo a partir de los datos productivos, con la frecuencia que requieran los reportes e indicadores institucionales, ejecutado en ventanas de baja demanda y sin bloquear las operaciones transaccionales.
- La provisión de toda la reportería y los tableros a partir de este submodelo, de manera que las consultas analíticas no se ejecuten sobre los datos transaccionales, incluyendo el aislamiento de recursos de cómputo entre el submodelo analítico y la base productiva.
- Consistencia con la lógica de versionamiento temporal del modelo, de modo que sea posible generar reportes históricos coherentes con el estado de la información en distintos instantes de tiempo.
- Trazabilidad del proceso de carga, registrando fecha y hora de la última actualización del submodelo, de modo que los usuarios de los reportes conozcan la vigencia de la información presentada.

> ***Nota:*** *La arquitectura descrita constituye una referencia de diseño; el motor analítico y la estrategia de carga específicos se definen como parte de la propuesta técnica, en función del volumen y la naturaleza de los reportes requeridos. La frecuencia de actualización del submodelo se ajusta según las necesidades de reportería de cada proceso.*

5.2 Entregables

- Diseño del submodelo de reportabilidad y su justificación.
- Especificación de los procesos de carga (ETL/ELT) desde los datos productivos.
- Catálogo de reportes e indicadores base acordados con la DGA.

6. Requisitos No Funcionales

La solución deberá cumplir, como mínimo, con los siguientes requisitos no funcionales medibles, los que constituirán criterios de aceptación verificables:

Atributo	Requisito	Valor objetivo (propuesto)
Disponibilidad	Tiempo en operación del servicio de base de datos	≥ 99,5% mensual
Rendimiento (lectura)	Tiempo de respuesta en consultas críticas	< 3 segundos
Rendimiento (escritura)	Tiempo de confirmación (commit) de una transacción estándar	< 1 segundo
Sincronización	Latencia máxima de convivencia (emergencia / operativos)	5 min / 15 min
Respaldo (RPO)	Pérdida máxima de datos tolerable ante incidente	≤ 4 horas
Recuperación (RTO)	Tiempo máximo de recuperación del servicio	≤ 2 horas
Integridad	Datos migrados validados y reconciliados	100%
Seguridad	Datos sensibles cifrados (tránsito y reposo)	100%
Escalabilidad	Capacidad de crecimiento sin rediseño estructural	Demostrable en pruebas de carga
Concurrencia	Usuarios y sesiones concurrentes soportados sin degradación de los umbrales de rendimiento definidos	A definir según dimensionamiento
Actualización del data warehouse	Antigüedad máxima de la información disponible en el submodelo de reportabilidad	A definir con la DGA

> ***Nota:*** *Los valores objetivo de esta tabla constituyen referencias de diseño. El establecimiento de una línea base del estado actual (disponibilidad, tiempos y volúmenes reales), levantada como parte del diagnóstico de la base de datos actual, permite verificar el cumplimiento de estos requisitos al cierre del proyecto. Los umbrales de concurrencia y de actualización del data warehouse se dimensionan según la cantidad de usuarios y la criticidad de los reportes.*

7. Seguridad de la Información

La solución deberá incorporar mecanismos de seguridad acordes a la criticidad de los datos institucionales, considerando como mínimo:

- **Cifrado:** cifrado de datos en tránsito mediante canales seguros (por ejemplo, TLS en sus versiones vigentes) y cifrado de datos en reposo, con estándares robustos (por ejemplo, AES-256), aplicado tanto a las bases de datos transaccionales como a los repositorios de antecedentes y a los respaldos.
- **Control de acceso:** control de acceso basado en roles (RBAC), con privilegios mínimos y separación de funciones, diferenciando explícitamente entre privilegios de lectura, escritura, administración del esquema y acceso a datos sensibles, y aplicando dicho control de forma consistente en ambos motores del modelo híbrido.
- **Autenticación:** autenticación de usuarios y de servicios que acceden a la base de datos, integrada con las definiciones de seguridad institucionales, evitando el uso de credenciales compartidas entre aplicaciones o componentes.
- **Gestión de credenciales y secretos:** las credenciales de acceso a las bases de datos y a los repositorios de antecedentes deberán administrarse mediante un mecanismo de gestión de secretos, evitando su almacenamiento en texto plano en archivos de configuración o en el código de los componentes de acceso.
- **Trazabilidad y auditoría:** registro de auditoría a nivel de dato que permita identificar qué información fue modificada, por quién, cuándo y a través de qué componente o proceso, con conservación del historial de cambios. Este requisito es obligatorio para los datos del CPA y del BNA.
- **Respaldos seguros:** cifrado y verificación de integridad de los respaldos, incluyendo el control de acceso a los repositorios donde estos se almacenan.

El cumplimiento normativo deberá considerar la norma ISO/IEC 27001 e ISO/IEC 27032:2022 como referencia de buenas prácticas, así como el marco legal vigente aplicable al sector público en materia de ciberseguridad y protección de datos personales.

> ***Nota:*** *El marco normativo exigible se complementa con las obligaciones derivadas de la legislación nacional vigente en ciberseguridad y en protección de datos personales. Cabe señalar que la ISO/IEC 27032 es una guía de referencia y no una norma certificable; la certificación de sistemas de gestión corresponde a ISO/IEC 27001.*

8. Ambientes, Respaldo y Monitoreo

8.1 Ambientes

El oferente deberá implementar y dejar operativos ambientes separados de desarrollo, pruebas (QA) y producción, definiendo los criterios de promoción entre ambientes y asegurando que las pruebas no se realicen sobre datos productivos sensibles sin las medidas de protección correspondientes.

- Aislamiento de recursos y de credenciales entre ambientes, de modo que un acceso al ambiente de pruebas no permita acceso al ambiente de producción ni viceversa.
- Uso de datos anonimizados, enmascarados o sintéticos en los ambientes de desarrollo y pruebas cuando se requiera trabajar con volúmenes representativos de información sensible (por ejemplo, datos de titulares del CPA).
- Procedimiento documentado de promoción de cambios entre ambientes (desarrollo → pruebas → producción), incluyendo control de versiones del modelo de datos y de sus scripts de migración de esquema.

8.2 Respaldo y recuperación

Se deberá definir e implementar una política de respaldo que contemple respaldos completos e incrementales, su automatización y verificación de integridad, junto con un Plan de Recuperación ante Desastres (DRP) que especifique: identificación de riesgos, estrategias de recuperación, plan de respuesta ante incidentes, recuperación de sistemas críticos, pruebas periódicas y contactos clave. Los objetivos de respaldo y recuperación se rigen por los valores RPO y RTO definidos en los requisitos no funcionales.

- Frecuencia mínima de respaldo: respaldos completos periódicos, complementados con respaldos incrementales o diferenciales que permitan cumplir el RPO definido en los requisitos no funcionales.
- Respaldo de ambos contenedores del modelo híbrido (relacional y documental) de forma coordinada, de modo que la restauración conjunta mantenga la integridad referencial entre ambos.
- Respaldo de los repositorios de antecedentes, coherente con la versión de la base de datos al momento del respaldo.
- Pruebas periódicas de restauración en un ambiente aislado, que verifiquen no solo la integridad técnica del respaldo, sino la consistencia funcional de los datos restaurados.

8.3 Monitoreo y alertas

Se deberá implementar monitoreo de la base de datos y de los componentes de convivencia, con métricas de disponibilidad, rendimiento, latencia de sincronización y uso de recursos, y con alertas configurables ante eventos críticos (caídas, degradación de rendimiento, fallas de sincronización).

- Monitoreo específico del estado de la sincronización con las fuentes antiguas (retraso respecto de la latencia máxima definida, errores de procesamiento, conflictos no resueltos).
- Monitoreo de la vigencia del submodelo de reportabilidad, alertando cuando la antigüedad de los datos analíticos supere el umbral definido.
- Definición de umbrales de alerta y de los canales de notificación correspondientes, diferenciando entre alertas operativas y alertas críticas que requieran intervención inmediata.

9. Plan a Implementar (Etapas)

El plan de implementación se debe llevar a cabo en etapas. A continuación, se desarrollan las etapas que se deben considerar en el proyecto:

Etapa 1: Mapeo y Diagnóstico técnico

- Levantamiento y validación del modelo de datos actual de las fuentes existentes (entidades, relaciones, duplicidades, fuentes de verdad) y de los requerimientos funcionales y no funcionales de CPA y BNA.

Etapa 2: Diseño Conceptual y Arquitectura de Datos.

- Diseño del modelo de datos único e híbrido (PostgreSQL y MongoDB), incluyendo diccionario de datos, matriz de mapeo origen-destino y reglas de transformación.
- Diseño de los mecanismos de elasticidad, versionamiento temporal, gestión de antecedentes y del submodelo de reportabilidad (data warehouse).
- Diseño de la estructura y componentes de convivencia, definiendo mecanismo de sincronización, fuente de verdad por dominio, latencias y criterios de reconciliación.
- Definición de políticas de respaldo, monitoreo y recuperación ante desastres.
- Configuración de roles de acceso y autenticación de usuarios, y diseño del mecanismo de trazabilidad y auditoría a nivel de dato.

El producto esperado de las Etapas 1 y 2 es un documento que detalle: el diagnóstico de la base de datos actual y su mapeo al nuevo modelo, junto con las configuraciones de tuning recomendadas; el levantamiento del modelo actual y los requerimientos; el diseño del modelo único e híbrido con su diccionario y mapeo; el diseño de la convivencia y su mecanismo de sincronización; el plan de respaldo y DRP; la configuración de seguridad, accesos y del mecanismo de trazabilidad y auditoría a nivel de dato.

Etapa 3: Integración, Migración y Convivencia de Datos

- Implementación de la infraestructura y de los ambientes de desarrollo, pruebas y producción, previos a la migración y puesta en marcha del nuevo modelo.
- Migración de los datos históricos hacia la nueva base de datos única, con validación de integridad, consistencia y completitud.
- Implementación efectiva de los componentes de convivencia, dejando operativa la alimentación automática y continua del nuevo modelo desde las fuentes antiguas.
- Integración de los sistemas CPA, BNA y otros sobre la nueva base, validando conectividad y consistencia.
- Desarrollo e implementación de los componentes de acceso e interoperabilidad necesarios.
- Reconciliación entre fuentes antiguas y nuevo modelo, y pruebas de rendimiento del sistema implementado.
- Implementación de herramientas de monitoreo, seguridad y respaldo.

Etapa 4: Cierre, documentación y transferencia

- Documentación técnica y operativa, capacitación al personal y transferencia formal de la solución con pruebas de aceptación.

Los productos esperados de la Etapa 3 y 4 son: los ambientes implementados; la nueva base poblada y validada; los componentes de convivencia operativos con evidencia de alimentación automática; la integración funcional de los sistemas; el plan de migración ejecutado con bitácora; el informe de integridad, consistencia y reconciliación; el informe de pruebas de rendimiento; las herramientas de monitoreo, seguridad y respaldo operativas; los manuales técnicos y operativos; los componentes de acceso con su documentación técnica; y el informe de capacitación.

V. EQUIPO DE TRABAJO

Los roles solicitados y los requisitos mínimos esperados se describen a continuación:

- **Líder de Proyecto:** al menos cinco (5) años liderando proyectos de bases de datos o arquitectura de datos, idealmente en organismos públicos. Deseable certificación en gestión de proyectos.
- **Arquitecto de Datos:** experiencia en diseño de modelos de datos híbridos y en PostgreSQL y MongoDB (o tecnologías relacional y documental equivalentes), y en modelos de alta disponibilidad. Mínimo tres (3) años en diseño y administración de bases de datos complejas.
- **Especialista en Migración e Integración de Datos:** experiencia en procesos ETL, sincronización y convivencia entre sistemas (CDC o equivalentes), y en reconciliación y validación de datos migrados. Mínimo tres (3) años en entornos de integración.

- **Desarrollador Backend/API:** experiencia en desarrollo de componentes de acceso e interoperabilidad (APIs RESTful con Node.js o equivalentes). Mínimo tres (3) años.

El equipo de trabajo debe estar conformado por las personas que se requiera teniendo en cuenta la propuesta que realiza el proveedor.

Términos de Referencia

Los TDR se deben incluir como parte del documento de SDMI. No es posible incluirlos como archivos separados.