

**Un Modelo de Integración de Servicios Impulsado por
Arquitectura Empresarial para el Fortalecimiento del
Control Fiscal en las Entidades Fiscalizadoras Superiores**

(Trabajo de Grado)

ROSSE MARY VILLAMIL CAÑAS

Director:

Ing. Jhon Alexander Aponte Moreno

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
FACULTAD DE INGENIERIA DE TELECOMUNICACIONES
MAESTRIA EN TELECOMUNICACIONES Y REGULACION TIC
BOGOTÁ, 2026

A mi esposo, por su amor incondicional, paciencia y apoyo constante, que me dieron la fuerza necesaria para avanzar en este camino académico.

A mis hijas, quienes con su alegría y ternura iluminaron mis días y me recordaron la importancia de perseverar.

A mis padres, por sus consejos que siempre me han brindado.

Con gratitud y cariño, dedico este logro a todos ustedes, pues sin su apoyo no habría sido posible alcanzar esta meta que son Bendiciones.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a la Contraloría General de la República (CGR), por su respaldo y confianza en el desarrollo de este trabajo, brindando el apoyo institucional necesario para avanzar en la construcción de un modelo que aporte al fortalecimiento del control fiscal.

A la Universidad de Antioquia (UDEA), por ser el espacio y por ofrecer las herramientas y el acompañamiento indispensables para la culminación de este proyecto.

A Rotorr, por su apoyo técnico y logístico, que fue fundamental en la disponibilidad de insumos y recursos para la materialización de esta investigación.

A mi tutor, por su guía, paciencia y orientación constante, que enriquecieron cada etapa de este proceso y me motivaron a alcanzar un nivel superior de compromiso y excelencia.

A la Universidad Santo Tomás, por su respaldo académico y por abrir caminos de conocimiento que hicieron posible la integración de ideas y perspectivas en este trabajo.

Gracias a todos ustedes, este proyecto titulado “Un Modelo de Integración de Servicios Impulsado por Arquitectura Empresarial para el Fortalecimiento del Control Fiscal en las Entidades Fiscalizadoras Superiores” se convierte en un logro compartido, fruto del esfuerzo conjunto y del apoyo invaluable recibido.

|

TABLA CONTENIDO

ACRÓNIMOS	iv
RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	2
MARCO GENERAL DEL PROYECTO.....	5
.OBJETIVOS	7
.... ALCANCE	8
METODOLOGIA	9
Enfoque de Investigación en Ciencias del Diseño (DSR)	9
Diseño general y etapas.....	11
Cronograma de desarrollo del modelo	12
Fuentes de datos y métodos de recolección	12
Diseño muestral y estratificación de la población	14
Conducción de entrevistas	15
Procedimiento de evaluación de madurez y preparación	16
Instrumentos analíticos	17
Vinculación con resultados institucionales.....	17
Antecedentes.....	18
Marco TOGAF.....	18
.....ITIL	22
.....COBIT	24
Aplicación de los marcos e integración institucional	26
Hallazgos clave.....	28
Análisis de datos de la encuesta y resultados descriptivos	28

Análisis del estado actual de la prestación de servicios tecnológicos en la CGR	31
Reinterpretación de los conceptos de los marcos para la gobernanza pública	34
Modelo de Integración de Servicios	38
Visión general del modelo y lógica de diseño	38
Arquitectura y modelo de flujo de valor	40
Dominios arquitectónicos y etapas operativas.....	42
Marco de evaluación y validación	44
Dimensiones de evaluación	44
Indicadores clave de desempeño (KPIs)	44
Enfoque de validación	45
CONCLUSIONES	46
TRABAJOS FUTUROS	47
REFERENCIAS	48
LISTA DE FIGURAS	52
LISTA DE TABLAS	53

ACRÓNIMOS

Acónimo	Nombre completo
CGR	Contraloría General de la República
UDEA	Universidad de Antioquia
EFS	Entidades Fiscalizadoras Superiores
SAI	Supreme Audit Institutions (Entidades Fiscalizadoras Superiores, en inglés)
TI	Tecnologías de la Información
TOGAF	The Open Group Architecture Framework
ITIL	Information Technology Infrastructure Library
COBIT	Control Objectives for Information and Related Technologies
ISO	International Organization for Standardization
PETI	Plan Estratégico de Tecnologías de la Información
DSR	Design Science Research (Investigación en Ciencias del Diseño)
ADM	Architecture Development Method (Método de Desarrollo de Arquitectura, parte de TOGAF)
KPIs	Key Performance Indicators (Indicadores Clave de Desempeño)
SLA	Service Level Agreement (Acuerdo de Nivel de Servicio)
MTTR	Mean Time To Repair (Tiempo Medio de Reparación)
TRL	Technology Readiness Level (Nivel de Preparación Tecnológica)
OSEI	Oficina de Sistemas de Información
DIARI	Dirección de Auditoría de Recursos de

RESUMEN

La integración de los servicios de TI constituye un desafío crítico para las organizaciones públicas que buscan modernizar sus ecosistemas operativos y fortalecer los procesos orientados a su misión institucional. En el ámbito del control fiscal, las Entidades Fiscalizadoras Superiores (EFS) requieren cada vez más arquitecturas de servicios sistematizadas e interoperables que garanticen la transparencia, la rendición de cuentas y el control efectivo de los recursos públicos. Sin embargo, la literatura existente evidencia vacíos persistentes en relación con la forma en que los modelos de integración de servicios pueden ser desplegados y validados dentro de entornos gubernamentales complejos. Este estudio describe un modelo de integración de servicios impulsado por Arquitectura Empresarial, diseñado y evaluado en la Contraloría General de la República de Colombia (CGR). El estudio pone a prueba la hipótesis de que un modelo de integración basado en Arquitectura Empresarial proporciona el acoplamiento estructural necesario para alinear el desempeño técnico de los servicios de TI con los requisitos legales del control fiscal, una alineación que normalmente no se encuentra en los marcos genéricos de gobernanza.

Palabras clave: Control fiscal; modelo de integración de servicios; arquitectura empresarial; gobernanza de TI; transformación digital en el sector público

ABSTRACT

The integration of IT services is a critical challenge for public organizations that seek to modernize their operational ecosystems and strengthen mission-oriented processes. In the field of fiscal oversight, supreme audit institutions (SAIs) increasingly require systematized and interoperable service architectures to ensure transparency, accountability, and effective public resource control. However, existing literature reveals persistent gaps concerning how service integration models can be deployed and validated within complex government environments. This study describes an enterprise architecture-driven service integration model designed and evaluated within the Office of the General Comptroller of the Republic of Colombia (Contraloría General de la República, CGR). The study tests the hypothesis that an Enterprise Architecture-driven integration model provides the necessary structural coupling to align technical IT performance with the legal requirements of fiscal oversight, which is an alignment that typically does not appear in generic governance frameworks.

Keywords: fiscal oversight; service integration model; enterprise architecture; IT governance; digital transformation in the public sector

INTRODUCCIÓN

La transformación digital se ha convertido en una prioridad estratégica para las entidades de la administración pública a nivel mundial. Esto es particularmente relevante para las instituciones responsables de garantizar la rendición de cuentas, la transparencia y el uso efectivo de los recursos públicos. Las Entidades Fiscalizadoras Superiores (EFS) presentan una dependencia creciente de ecosistemas tecnológicos integrados y orientados por datos para ejecutar las funciones de control fiscal en entornos administrativos y territoriales complejos [1–3]. Aunque estos ecosistemas gestionan información crítica, su falta de interoperabilidad representa un riesgo directo para la rendición de cuentas fiscal. El aislamiento de información misional impide la obtención de una visión unificada del gasto público, incrementando la latencia entre la ocurrencia de irregularidades fiscales y su detección por parte de los mecanismos de control.

De manera similar a otras EFS, la misión de la Contraloría General de la República de Colombia (CGR) depende en gran medida de las tecnologías de la información y las comunicaciones que soportan los procesos de auditoría, seguimiento y responsabilidad fiscal [4].

A pesar de esta dependencia, las plataformas heterogéneas, la provisión fragmentada de servicios y la interoperabilidad limitada continúan siendo desafíos persistentes en las organizaciones del sector público [5]. Antes del desarrollo de este estudio, varios sistemas misionales críticos de la CGR —como el sistema de auditoría financiera, la plataforma de control interno y el sistema de denuncias ciudadanas— operaban de forma aislada. Esta situación generaba duplicidad de procesos, silos de información, niveles de servicio inconsistentes y trazabilidad limitada. Otras deficiencias derivadas de este aislamiento incluían catálogos de servicios incompletos, ausencia de una definición explícita de niveles de servicio, infraestructura obsoleta y falta de mecanismos unificados de monitoreo y gestión de capacidad.

Con el fin de abordar estas problemáticas, la CGR puso en marcha el proyecto de I+D+i CGR-407-2024, orientado al diseño y desarrollo de un modelo integrado de gestión de

servicios sustentado en marcos de gobernanza y arquitectura reconocidos internacionalmente, específicamente ITIL v4 [6], TOGAF [7], COBIT [8] e ISO 20000 [9]. Esta iniciativa se alinea con el Plan Estratégico de la CGR 2022–2026 [10] y con el Plan Estratégico de Tecnologías de la Información (PETI) 2022–2026 [11], los cuales priorizan la interoperabilidad, la creación de valor centrada en el ciudadano y la modernización tecnológica.

En este contexto estratégico, la CGR definió objetivos enfocados en:

- (i) consolidar un modelo integrado de gestión de servicios de TI;
- (ii) fortalecer la seguridad de la información y la continuidad del negocio;
- (iii) mejorar la confiabilidad y eficiencia operativa (por ejemplo, disponibilidad > 98 %, tiempo medio de reparación —MTTR— < 24 h); y
- (iv) promover la innovación y la gestión del conocimiento en las unidades técnicas y de control.

No obstante, diseñar un modelo de integración que adopte de manera operativa los artefactos de TOGAF, ITIL v4 y COBIT dentro de una institución nacional de control fiscal no es una tarea trivial. Estos marcos se originan en entornos corporativos y requieren una reinterpretación contextual para lograr alineación con los principios de valor público, cumplimiento legal, transparencia y rendición de cuentas. El desafío asociado a esta alineación constituye la principal motivación científica de esta investigación.

El enfoque metodológico combina una evaluación de madurez en la gestión de servicios de TI, análisis de procesos, revisión del repositorio de arquitectura y sesiones iterativas de validación con actores institucionales. El modelo integra ITIL v4 (Information Technology Infrastructure Library), TOGAF (The Open Group Architecture Framework), COBIT (Control Objectives for Information and Related Technologies) e ISO 20000 en un marco coherente, adaptado a los requisitos operativos y regulatorios de una EFS.

Los resultados muestran que el modelo propuesto reduce la fragmentación de los servicios, mejora la estandarización de procesos, fortalece la gobernanza de la información y habilita un catálogo de servicios unificado alineado con las funciones de control fiscal. La validación

empírica evidencia mejoras medibles en la prestación de servicios, la transparencia y la capacidad de respuesta organizacional.

Este estudio contribuye al campo de la innovación aplicada de sistemas mediante: (i) la provisión de un modelo de integración científicamente fundamentado y basado en evidencia, (ii) la demostración de cómo los marcos híbridos de gobernanza y arquitectura pueden adaptarse a entornos complejos del sector público, y (iii) la oferta de un enfoque replicable para las EFS que buscan modernizar sus ecosistemas de servicios tecnológicos mediante principios de Arquitectura Empresarial. Asimismo, se discuten líneas futuras de investigación orientadas a avanzar en la gobernanza integrada y la transformación digital en las instituciones de control fiscal.

1 MARCO GENERAL DEL PROYECTO

La transformación digital ha sido ampliamente reconocida como un catalizador para mejorar el valor, la eficiencia y la participación ciudadana en los servicios públicos [12–14]. Estudios previos muestran que la transformación digital conduce a procesos de reestructuración administrativa [15], rediseño de procesos [16,17], mayor proximidad con la ciudadanía [3,18] y un aumento en la madurez de la gobernanza [19,20]. Investigaciones europeas destacan que la modernización digital se correlaciona con mejoras en los indicadores de gobernanza y la reducción de la corrupción [21,22]. No obstante, la limitada disponibilidad pública de datos estructurados suele restringir la evaluación empírica de estas transformaciones y su aplicación en contextos diferentes.

La “disponibilidad limitada” de los servicios de TI puede conducir, por ejemplo, a la suspensión del monitoreo en tiempo real de los contratos públicos, generando vacíos en la cadena institucional de control. De manera similar, la ausencia de prácticas estandarizadas no solo afecta la eficiencia, sino que compromete la integridad y la validez jurídica de la evidencia digital de auditoría, dado que los procedimientos inconsistentes pueden ser cuestionados durante las etapas judiciales de los procesos de responsabilidad fiscal.

Investigaciones recientes han analizado cómo la transformación digital mejora el desempeño del sector público. Sin embargo, estos trabajos tienden a conceptualizar la transformación a nivel macroinstitucional, sin proponer modelos operativos de integración. Por ejemplo, Yang et al. [23] desarrollan un modelo de red de producción para demostrar cómo la transformación digital mejora la eficiencia gubernamental, enfatizando la importancia de iniciativas digitales coordinadas entre dependencias. De forma similar, Shibambu y Ngoepe [24] analizan la transformación digital en Sudáfrica y concluyen que la legislación limitada, las estrategias débiles y las implementaciones inconsistentes restringen las mejoras en la prestación de servicios públicos.

Aunque estos estudios resaltan los obstáculos estructurales y la necesidad de estrategias digitales coordinadas, no proponen modelos integrales de gobernanza o arquitectura orientados a lograr dicha coordinación. En contraste, el presente trabajo va más allá del

diagnóstico de deficiencias sistémicas e introduce un modelo estructurado de integración de servicios que conecta estrategia, gobernanza, arquitectura empresarial y gestión de servicios de TI. Esta articulación se logra mediante la aplicación combinada de TOGAF, ITIL v4 y COBIT, proporcionando una ruta operativa para abordar la fragmentación y asegurar una alineación no solo conceptual, sino también operativa, entre la transformación digital y el desempeño institucional.

Otros enfoques más especializados se centran en la mejora de servicios impulsada por arquitectura, aunque permanecen circunscritos a contextos municipales o centrados en el ciudadano, más que en instituciones de control fiscal. Singh et al. [25] desarrollaron un modelo de procesos basado en TOGAF que incorpora retroalimentación ciudadana en la mejora de servicios públicos locales, destacando desafíos de capacidad, riesgo y adopción a nivel operativo. De manera similar, Waara [26] evalúa 18 modelos de madurez de gobierno digital y concluye que la mayoría no integra consideraciones centradas en el ciudadano dentro de la estructura de madurez del gobierno digital.

En comparación con estas contribuciones, el presente trabajo extiende las perspectivas arquitectónicas y de madurez hacia un entorno institucional más complejo: una Entidad Fiscalizadora Superior (CGR). El modelo presentado reinterpreta la Arquitectura Empresarial, la gestión de servicios de TI y los marcos de gobernanza dentro de un contexto donde la transparencia, la trazabilidad, la rendición de cuentas y la integridad de la información son requisitos misionales. En lugar de centrarse exclusivamente en la retroalimentación ciudadana o la evaluación de madurez, este estudio articula un modelo de integración multi-marco, validado empíricamente, capaz de soportar procesos críticos de control fiscal. El resultado constituye una contribución significativa, al proporcionar un modelo único y transferible para instituciones públicas con alta complejidad regulatoria y operativa.

Otros estudios destacan la dimensión socioorganizacional de la transformación digital, señalando que la adaptación cultural y la adopción institucional son factores clave de éxito [27]. Las metodologías descritas en dichos trabajos ofrecen aportes relevantes para evaluar modelos de integración de servicios, aunque su aplicación en instituciones de control fiscal sigue siendo limitada.

A pesar de estas contribuciones, la literatura evidencia una brecha clara en la integración de la gobernanza de TI, la arquitectura empresarial y los marcos de gestión de servicios dentro de las EFS. Si bien TOGAF, COBIT e ITIL v4 han sido aplicados de manera individual en procesos de modernización del sector público, la investigación previa no examina su aplicación combinada y contextualizada en organizaciones responsables del control fiscal, donde la trazabilidad, el cumplimiento legal y la rendición de cuentas operativa imponen restricciones particulares.

Los estudios existentes carecen de modelos validados que:

- Fortalezcan la integración de servicios de TI en entidades de control.
- Incorporen evaluaciones de madurez de línea base y mejoras de gobernanza medibles.
- Demuestren cómo la integración tecnológica respalda la supervisión fiscal y la creación de valor público.

Asimismo, pocos trabajos caracterizan las condiciones de madurez o los objetivos de desempeño necesarios para evaluar los resultados de transformación en entornos administrativos multinivel y heterogéneos como la CGR. Esta brecha subraya la necesidad de un modelo de integración estructurado y basado en evidencia, adaptado a las exigencias críticas del control fiscal..

1.1 OBJETIVOS

El objetivo de esta investigación es presentar el diseño y la validación conceptual de un modelo de integración de servicios impulsado por principios de Arquitectura Empresarial, que mejore la gobernanza de TI, la confiabilidad de los servicios y la generación de valor público en la CGR. El modelo se basa en la aplicación integrada de TOGAF, ITIL v4 y COBIT, y se alinea con los objetivos estratégicos de transformación digital de la institución [30].

A diferencia de las aplicaciones tradicionales de Arquitectura Empresarial orientadas a la agilidad comercial o al alineamiento con fines lucrativos, este modelo se diferencia operativamente al situar el cumplimiento normativo y la cadena de custodia de los datos fiscales en su núcleo. Transforma las fases arquitectónicas estándar en un mecanismo estructurado que garantiza que cada componente del servicio de TI soporte directamente la validez jurídica de los hallazgos de auditoría, un requisito específico de los contextos de control fiscal.

1.2 ALCANCE

Este estudio realiza tres contribuciones científicas principales:

- Un modelo de integración novedoso y sensible al contexto: se presenta un modelo que adopta ITIL v4, TOGAF y COBIT específicamente para la misión, las restricciones regulatorias y las funciones de supervisión de una EFS, una contribución ausente en la literatura actual.
- Una arquitectura empíricamente fundamentada: el modelo se deriva de diagnósticos, participación de actores institucionales, análisis de madurez y validaciones iterativas dentro de la CGR, garantizando su relevancia y aplicabilidad.
- Un marco replicable para EFS: el modelo proporciona fundamentos conceptuales y procedimentales que pueden ser adoptados por otras instituciones de control que busquen modernizar sus ecosistemas de servicios tecnológicos.

Más que responder a la pregunta de “cómo” integrar servicios, este estudio pone a prueba la proposición de que la gobernanza estándar de TI (por ejemplo, COBIT/ITIL) resulta insuficiente para las EFS si no está mediada por una capa de servicios impulsada por principios de Arquitectura Empresarial que traduzca métricas operativas en métricas de “valor público” específicas de los procesos de auditoría. La hipótesis es que esta mediación arquitectónica constituye el factor crítico para superar la fragmentación que actualmente caracteriza a los sistemas de control en el sector público.

1.3 METODOLOGIA

Esta sección presenta el marco metodológico adoptado para el desarrollo y la validación del modelo de integración de servicios. En coherencia con las expectativas científicas de la investigación en innovación de sistemas, la metodología se fundamenta en los principios de la Investigación en Ciencias del Diseño (Design Science Research, DSR), ampliamente utilizada para desarrollar, implementar y evaluar artefactos tecnológicos y organizacionales orientados a resolver problemas complejos del mundo real [45]. Este artefacto, descrito conceptualmente en la Sección 5, constituye la arquitectura objetivo que sintetiza los requisitos identificados durante la fase de diagnóstico con los componentes estructurales de TOGAF, COBIT e ITIL v4.

La metodología DSR proporciona un enfoque estructurado que garantiza rigor, fundamentación empírica y reproducibilidad de los resultados, lo cual resulta esencial en el contexto de la transformación digital del sector público.

1.3.1 *Enfoque de Investigación en Ciencias del Diseño (DSR)*

Bajo la metodología DSR, el conocimiento se genera a través de la creación y evaluación de un artefacto innovador diseñado para resolver un problema claramente identificado. En este estudio, el artefacto corresponde al modelo de integración de servicios (detallado en la Sección 5), concebido para abordar la fragmentación, las prácticas inconsistentes de gobernanza y los bajos niveles de madurez en los servicios presentes en el ecosistema tecnológico de la CGR.

En el marco DSR, el proceso de investigación se guía por dos espacios interconectados:

- Espacio del Problema: donde el diagnóstico, la recolección de datos y la evaluación de la gobernanza permiten analizar las necesidades, restricciones y requisitos contextuales de la CGR.
- Espacio de Diseño y Validación: donde las evaluaciones de madurez, la validación experta y la verificación de alineación con las prioridades institucionales permiten construir y evaluar el modelo de integración mediante artefactos de TOGAF, COBIT e ITIL v4.

Esta doble perspectiva asegura que el artefacto propuesto esté sólidamente fundamentado desde el punto de vista teórico y, al mismo tiempo, sea factible de aplicar en el entorno institucional de una Entidad Fiscalizadora Superior.

Para operacionalizar plenamente el enfoque DSR, este estudio distingue entre el artefacto local (modelo de integración de la CGR) y la abstracción del artefacto (marco generalizable para EFS). El conocimiento justificativo se deriva de la teoría institucional —que asegura legitimidad— y de la teoría de sistemas socio-técnicos —que equilibra herramientas técnicas y comportamiento organizacional—. A partir de ello, se identificaron los siguientes principios de diseño (DP):

- DP1 (Modularidad): desacoplar los datos de auditoría de aplicaciones específicas para garantizar su disponibilidad a largo plazo.
- DP2 (Trazabilidad): toda acción del servicio de TI debe estar mapeada a un requisito de control fiscal.
- DP3 (Transparencia): las métricas de desempeño deben ser accesibles para actores no técnicos, con el fin de reducir la resistencia burocrática.

Como se detalla en la Tabla 1, esta investigación distingue explícitamente entre la implementación específica en la CGR y la abstracción teórica de mayor nivel. De esta forma, se garantiza que los resultados no se limiten a un reporte contextual, sino que constituyan una contribución generalizable al campo de la innovación de sistemas.

Tabla 1. Operacionalización del marco DSR: desde la implementación local hasta la abstracción del artefacto

Componente DSR	Implementación en este estudio (Local)	Abstracción teórica (General)
Artefacto	Modelo de Integración de Servicios CGR	Meta-modelo de gobernanza para EFS
Conocimiento justificativo	Teoría institucional	Teoría de acoplamiento auditoría–servicio
DP1	Uso de GLPI para gestión de tickets	Trazabilidad forense automatizada
DP2	Implementación del ADM de TOGAF	Arquitectura modular para control fiscal
DP3	Panel de KPIs y retroalimentación piloto	Bucle adaptativo de gobernanza

1.3.2 *Diseño general y etapas*

El proceso metodológico se organizó en cuatro etapas estructuradas, alineadas con los ciclos DSR de identificación del problema, diseño y evaluación:

1. Diagnóstico institucional: análisis del ecosistema tecnológico, las estructuras de gobernanza y los desafíos de interoperabilidad en la CGR.
2. Recolección de datos y participación de actores: obtención de evidencia cualitativa y cuantitativa a partir de documentos institucionales, entrevistas y encuestas.
3. Evaluación de madurez y preparación: análisis de las prácticas de servicio alineadas con ITIL v4 y las capacidades de gobernanza según COBIT.

4. Modelado de la integración y validación: desarrollo del modelo de integración de servicios y su validación conceptual mediante sesiones con expertos y alineación con los planes estratégicos de la CGR.

Cada etapa integró múltiples fuentes de evidencia con el fin de asegurar la triangulación de la información y el rigor metodológico.

1.3.3 Cronograma de desarrollo del modelo

La investigación para el desarrollo del modelo presentado en este artículo se ejecutó a través de un ciclo de vida integrado que alineó el rigor científico del enfoque DSR con las necesidades institucionales de la CGR. El cronograma de ejecución de las fases del modelo se detalla a continuación:

- Fase 1: Diagnóstico institucional y evaluación (Inicio): esta fase comenzó con el lanzamiento del proyecto de I+D+i CGR-407-2024, impulsado por la necesidad institucional de modernizar sistemas fragmentados (auditoría, control interno y denuncias ciudadanas), conforme al ciclo estratégico 2022–2026.
- Fase 2: Investigación primaria y recolección de datos: la recolección de datos cuantitativos se centró en una encuesta institucional aplicada a funcionarios de la CGR. La evaluación estuvo alineada con el PETI 2022–2026 para asegurar que los resultados reflejaran las necesidades tecnológicas actuales y los objetivos de transformación digital.
- Fase 3: Evaluación de madurez y preparación: tras la recolección de datos, se realizó una evaluación de madurez de línea base utilizando COBIT 2019 e ITIL v4. Esta evaluación (detallada en las Tablas 2 y 3) estableció el estado actual de las capacidades de gobernanza y servicios de TI de la institución.
- Fase 4: Modelado de la integración y validación: la validación conceptual del modelo de integración de servicios (artefacto DSR) se lleva a cabo durante la “fase de estructuración”, mediante sesiones iterativas de validación con el Comité de Gobernanza de TI de la CGR, con cierre previsto para 2026.

1.3.4 Fuentes de datos y métodos de recolección

Siguiendo un enfoque de métodos mixtos, la recolección de datos combinó instrumentos cualitativos y cuantitativos para asegurar una evaluación integral del desempeño de los servicios de TI y de la gobernanza institucional.

- Análisis documental: revisión de políticas institucionales de TI, planes estratégicos (Plan Estratégico CGR 2022–2026 y PETI 2022–2026), procedimientos de gestión de servicios y repositorios de arquitectura.
- Entrevistas semiestructuradas: realizadas con directivos y líderes de procesos de la OSEI y la DIARI, con el fin de identificar puntos críticos, dependencias y expectativas frente a los servicios.
- Instrumento de encuesta: la encuesta (Apéndice A) consta de 44 ítems. Los ítems basados en percepción utilizan una escala Likert de cinco puntos (1 = totalmente en desacuerdo, 5 = totalmente de acuerdo), mientras que los ítems de capacidad operativa (identificados en el Apéndice A) emplean escalas categóricas para verificar la existencia y formalización de prácticas de gestión de TI. Ambos tipos de datos se integraron en los puntajes de madurez presentados en la Sección 4.2.

Para garantizar una evaluación completa, se empleó un enfoque de escala mixta:

- Dimensiones estratégicas y de desempeño (ítems 1–5, 7–10, etc.): evaluadas mediante escala Likert de cinco puntos, desde “totalmente en desacuerdo” (1) hasta “totalmente de acuerdo” (5).
- Dimensiones operativas y de capacidad (ítems 6, 11, 17, 23, 29, 35 y 41): enfocadas en la existencia y formalización de prácticas específicas de ITIL v4 y COBIT 2019, medidas mediante escalas categóricas (Sí/No/En proceso o basadas en frecuencia) para establecer una línea base binaria u ordinal.

Los valores categóricos se normalizaron posteriormente a una escala de 0.0–5.0 para su integración con los resultados de percepción.

Las evaluaciones cuantitativas de madurez incluyeron la aplicación de modelos de madurez ITIL v4 y del Technology Readiness Level (TRL) para evaluar la preparación operativa hacia una gestión de servicios integrada. El instrumento demostró una alta consistencia interna (α de Cronbach = 0.87).

1.3.5 *Diseño muestral y estratificación de la población*

La CGR cuenta con aproximadamente 6500 funcionarios distribuidos entre sedes centrales y regionales. El tamaño de muestra se estimó utilizando la fórmula de corrección para poblaciones finitas:

$$n = \frac{Z^2 p(1 - p)N}{e^2(N - 1) + Z^2 p(1 - p)}$$

donde $Z = 1.96$, $p = 0.5$, $e = 0.05$ y $N = 6500$. El tamaño de muestra óptimo calculado fue de 363 participantes. La muestra final válida estuvo conformada por 130 encuestados (2.0 % de la población), cifra considerada adecuada para estudios institucionales de carácter exploratorio.

Aunque el tamaño teórico óptimo fue de 363 participantes (IC 95 %, error del 5 %), el estudio alcanzó una muestra efectiva de 130 funcionarios activos. Esta tasa de participación es habitual en entornos públicos de alta seguridad, donde el acceso al personal técnico especializado es restringido. A pesar del menor número absoluto, la muestra logró un alto nivel de representatividad, al incluir a los principales responsables de procesos y tomadores de decisión de la OSEI y la DIARI, quienes poseen el conocimiento técnico necesario para evaluar la madurez de ITIL v4 y COBIT.

Con $N = 130$, el estudio mantiene un margen de error aproximado del 8.5 %, estadísticamente aceptable para investigaciones diagnósticas exploratorias en Arquitectura Empresarial. La estrategia de muestreo evolucionó de un muestreo aleatorio simple hacia un muestreo intencional de informantes clave, priorizando a auditores y líderes de gobernanza de TI, considerados propietarios de los procesos del modelo de integración. En

el enfoque DSR, la representatividad se alcanza a través de la profundidad del conocimiento del entorno del artefacto más que por el volumen de participantes.

Se implementó un muestreo aleatorio estratificado para asegurar representación proporcional por roles, dependencias y regiones geográficas. La selección se realizó de manera digital para minimizar sesgos.

Para asegurar la comparabilidad entre ítems Likert y categóricos, se aplicó un procedimiento de normalización y ponderación: “Sí” = 5.0, “Parcial” = 2.5 y “No” = 0.0. Los puntajes se agregaron por unidad organizacional (OSEI y DIARI) utilizando promedios aritméticos con ponderación igualitaria.

1.3.6 Conducción de entrevistas

Se realizaron entrevistas semiestructuradas con directivos y líderes de proceso de la OSEI y la DIARI. Las entrevistas se diseñaron para identificar dependencias operativas, cuellos de botella críticos y expectativas estratégicas frente al modelo de integración. El protocolo abordó cuatro ejes:

- (i) fragmentación actual de sistemas,
- (ii) flujos de datos críticos para el control fiscal,
- (iii) restricciones de gobernanza, y
- (iv) niveles de servicio esperados.

Los datos cualitativos permitieron:

- Contextualizar el espacio del problema, confirmando la operación aislada de sistemas críticos como auditoría financiera y denuncias ciudadanas.
- Informar el diseño arquitectónico, asegurando que el ADM de TOGAF mapeara correctamente los 23 procedimientos ITIL v4 a los dominios técnicos reales de la EFS.

- Vincular hallazgos, aportando profundidad cualitativa a los bajos puntajes de madurez (<2.0) observados en COBIT e ITIL v4.

1.3.7 Procedimiento de evaluación de madurez y preparación

La evaluación de la gobernanza y la capacidad de los servicios de TI se realizó mediante:

- Madurez de prácticas ITIL v4: evaluación de organización y personas; información y tecnología; socios y proveedores; y flujos de valor y procesos, utilizando una escala de cinco niveles.
- Capacidad de procesos COBIT 2019: evaluación complementaria de procesos de gobernanza con una escala de madurez de 0 a 5.
- Análisis de Niveles de Preparación Tecnológica (TRL): evaluación de la madurez de prototipos, pilotos controlados y factibilidad operativa por dominio de servicio.

Tabla 2. Puntajes base de madurez de prácticas ITIL v4

Práctica	Puntaje	Comentario
Gestión de la estrategia	3.50	Existen artefactos de alineación y planeación
Gestión de riesgos	3.18	Registros de riesgo parcialmente implementados
Seguridad de la información	3.00	Políticas definidas; operación desigual
Mesa de servicios	2.86	Rutas de escalamiento definidas
Gestión de incidentes	2.67	Registro estandarizado; continuidad pendiente
Diseño del servicio	1.71	Plantillas no aplicadas consistentemente
Gestión de niveles de servicio	1.73	SLA en etapa temprana
Gestión de problemas	1.60	Análisis de causa raíz no sistemático

Dos evaluadores realizaron las valoraciones de manera independiente y consolidaron los resultados en sesiones de validación con el Comité de Gobernanza de TI de la CGR.

1.3.8 Instrumentos analíticos

Se emplearon herramientas complementarias para apoyar el análisis sistemático:

- Matrices de cumplimiento: mapeo de procesos CGR con objetivos de control COBIT y prácticas ITIL v4.
- Modelos de dependencias: identificación de flujos de datos, servicios compartidos y puntos de interoperabilidad.
- Mapas de procesos: modelado de flujos de gestión de incidentes, problemas, cambios, capacidad y catálogo.

1.3.9 Vinculación con resultados institucionales

Los resultados diagnósticos revelaron dependencias entre plataformas, restricciones de infraestructura y brechas de madurez en el ecosistema tecnológico de la CGR. Estos hallazgos, presentados en la Sección 4, informaron directamente los principios arquitectónicos y de diseño del modelo de integración descrito en la Sección 5, asegurando que el artefacto propuesto estuviera empíricamente fundamentado y alineado con las necesidades estratégicas, operativas y de gobernanza de la institución.

2 ANTECEDENTES

La misión central de la CGR gira en torno a las funciones de control fiscal y vigilancia del uso de los recursos públicos. Estas funciones dependen cada vez más de un soporte tecnológico eficaz y escalable. En respuesta a la creciente complejidad en la prestación de servicios y a las demandas de transparencia y eficiencia, la CGR decidió desarrollar un modelo integrado de servicios que alinee sus capacidades de TI con sus objetivos institucionales.

Para respaldar esta iniciativa, la CGR adoptó estratégicamente marcos internacionales reconocidos como fundamento para el desarrollo de su modelo de integración. COBIT proporciona la estructura para la gobernanza de TI, ITIL e ISO/IEC 20000 [9] aportan las mejores prácticas para la gestión de servicios, y TOGAF orienta el desarrollo de la arquitectura empresarial. La convergencia de estos marcos dentro del modelo de integración permite a la CGR optimizar la prestación de servicios, estandarizar procesos y asegurar que los servicios de TI sean coherentes con la misión, la visión y los objetivos estratégicos de transformación de la organización.

Esta alineación fundacional ha sido crítica para la configuración de un modelo que es, al mismo tiempo, técnicamente robusto y adaptable a las demandas cambiantes del sector público. Dicha alineación garantiza que los servicios tecnológicos funcionen como habilitadores del valor institucional y refuercen el compromiso de la CGR con la innovación, la rendición de cuentas y la transformación digital.

2.1 MARCO TOGAF

TOGAF es un marco que permite estructurar una arquitectura de alto nivel para alinear los servicios de TI dentro de una organización. Ofrece una visión integral de la arquitectura actual y facilita la planificación e implementación de una arquitectura objetivo, cuyo propósito es maximizar la efectividad y la eficiencia en la capa de prestación de servicios.

Las capas arquitectónicas centrales, ilustradas en la Figura 1, proporcionan la jerarquía estructural de los activos digitales de las EFS. La capa de negocio define los objetivos

estratégicos. La capa de sistemas de información, subdividida en datos y aplicaciones, soporta los procesos del negocio. Finalmente, la capa tecnológica especifica la infraestructura requerida.

TOGAF define el ADM (Architecture Development Method), el cual proporciona una guía para cada etapa del desarrollo, desde la definición de la visión hasta la implementación y la gestión del cambio. El ADM asegura la correcta alineación entre los objetivos institucionales y del negocio, y promueve la interoperabilidad.

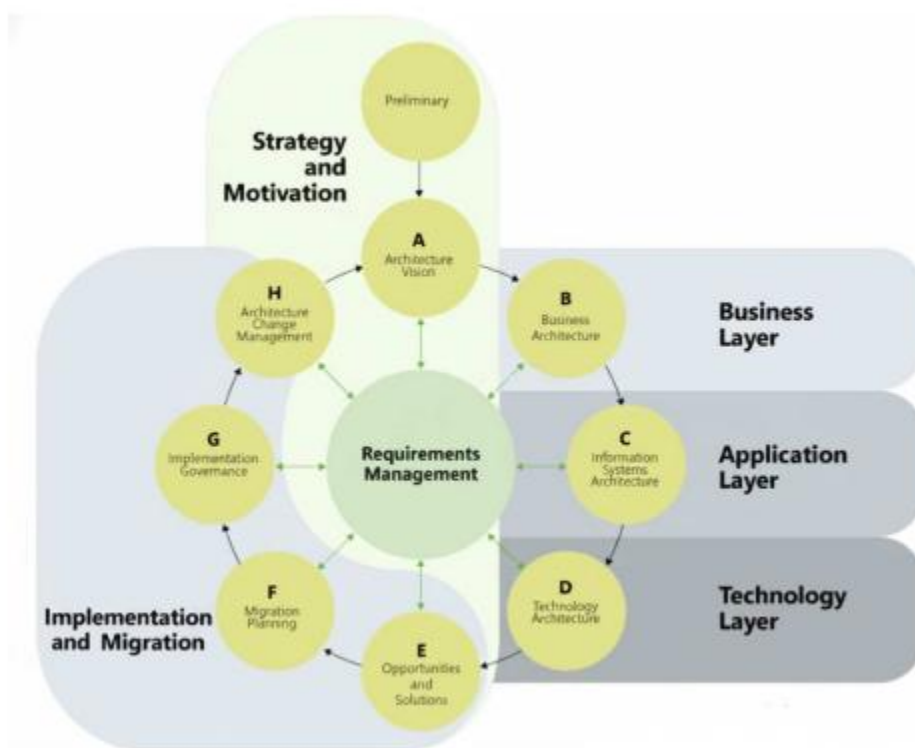


Figura 1. Capas centrales de TOGAF [7]. Esta jerarquía garantiza que las inversiones tecnológicas estén subordinadas a los requisitos de integridad de los datos y a los objetivos del control fiscal.

Más que una implementación estándar, en el modelo presentado en este estudio el ADM de TOGAF fue adaptado a la CGR priorizando la fase preliminar para su alineación con el PETI institucional 2022–2026. La Fase B (Arquitectura de Negocio) fue modificada específicamente para modelar el “catálogo de servicios”, no como ofertas comerciales, sino

como funciones de soporte legal-técnico orientadas a los auditores. En consecuencia, el Enterprise Continuum de TOGAF se utilizó para clasificar los sistemas de auditoría “legados” existentes como arquitecturas base que evolucionaron hacia el modelo de integración de servicios propuesto.

La Figura 2 describe cómo integrar distintos marcos de gestión dentro de una arquitectura empresarial definida en TOGAF.

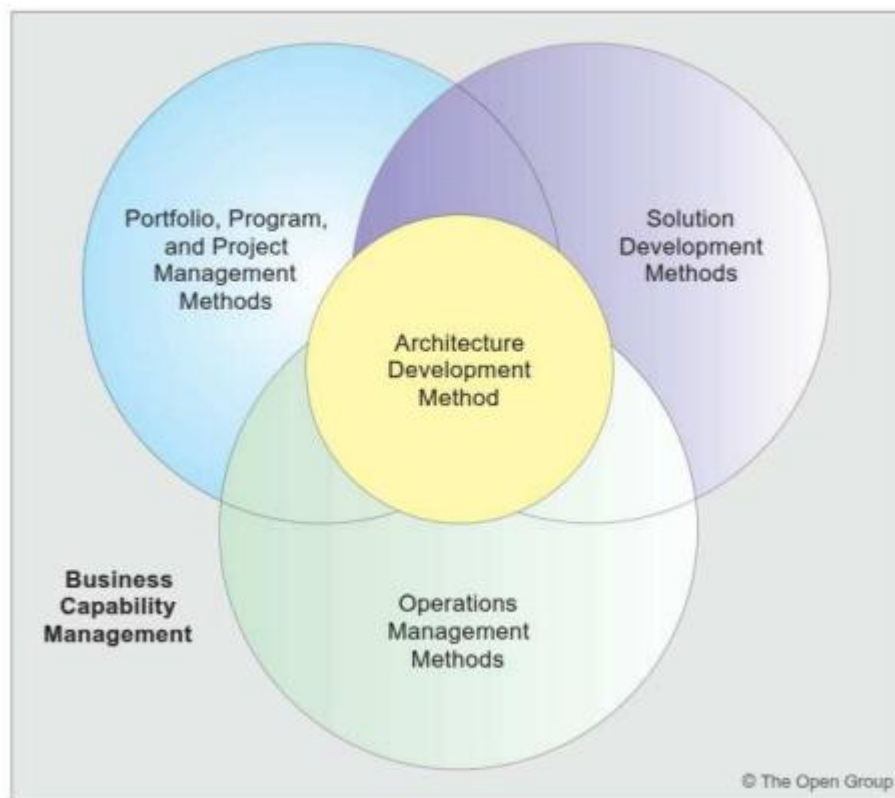


Figura 2. Integración de marcos. Este mapeo demuestra cómo COBIT proporciona el “por qué” de la gobernanza, mientras que TOGAF e ITIL aportan el “cómo” arquitectónico y el “qué” operativo, respectivamente, para el contexto de la CGR [7].

Para una primera aproximación en la aplicación de TOGAF, es necesario evaluar el nivel de madurez de la organización en estudio, tal como lo presentan diversos autores [31–33].

A partir de esta evaluación, es posible obtener artefactos que midan la madurez y la efectividad de los servicios y políticas, con el fin de establecer contratos entre servicios.

Los modelos de evaluación de madurez clasifican áreas clave en dos dominios principales: uno centrado en la interoperabilidad legal y organizacional, y otro enfocado en la interoperabilidad técnica. Estos modelos permiten una evaluación integral de múltiples factores, facilitan el diagnóstico de la situación actual y la identificación de oportunidades de mejora en los sistemas que se utilizarán para contratos digitales [32].

El modelo de innovación presentado en este artículo ofrece una estructura de cinco niveles integrada para evaluar los avances en interoperabilidad de acuerdo con los elementos definidos por Gotschalk et al. [33]. Cada nivel establece indicadores que contribuyen a determinar si se han alcanzado los objetivos de interoperabilidad esperados. Al completar estos niveles, es posible obtener una evaluación cuantitativa de la madurez de los sistemas que requieren interoperar. El modelo de evaluación de madurez se presenta en la Figura 3.

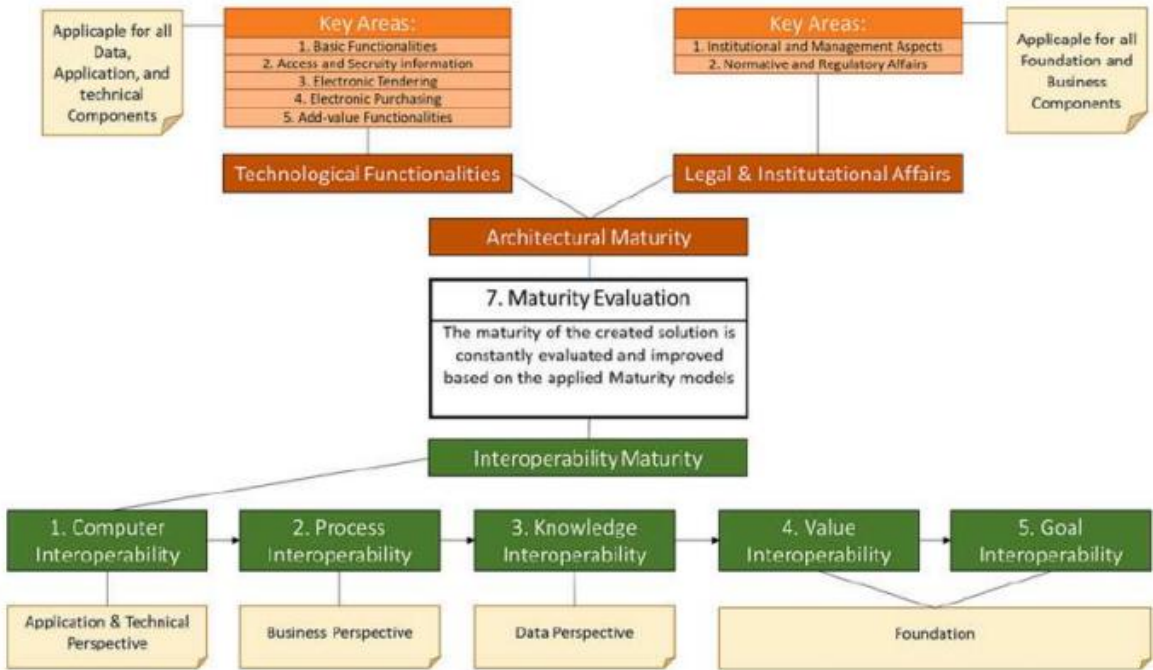


Figura 3. Modelo de madurez [31].

2.2 ITIL

La Information Technology Infrastructure Library (ITIL) es un marco adoptado globalmente que impulsa las mejores prácticas en la Gestión de Servicios de TI (ITSM). Su versión actual, ITIL v4, fue publicada oficialmente en 2019 y desde entonces ha promovido la alineación de las capacidades de TI con los objetivos estratégicos del negocio, con un énfasis contemporáneo en la transformación digital, la agilidad y la co-creación de valor [34].

La adopción de ITIL resulta útil para la optimización de los procesos operativos de TI, con un enfoque especial en la satisfacción del usuario y la eficiencia en la gestión de servicios. Esta adopción contribuye a mejorar la capacidad de respuesta en los proyectos y garantiza una experiencia de calidad en cada punto de interacción, conforme a las mejores prácticas definidas. Para comprender adecuadamente la situación actual, es importante considerar las principales categorías que conforman las prácticas de ITIL, su alcance y sus beneficios.

El marco ITIL organiza sus 34 prácticas de gestión en tres categorías principales: gestión general, gestión de servicios y gestión técnica. Esta organización proporciona una base estructurada y flexible para que las organizaciones alineen sus capacidades de gestión de servicios con sus necesidades estratégicas y operativas. Cada categoría contribuye a una dimensión diferente del valor del servicio: desde la coordinación organizacional y la gobernanza, hasta el diseño y la entrega de servicios de extremo a extremo, así como la habilitación técnica requerida para infraestructuras digitales modernas.

En lugar de aislar la ejecución técnica de las tareas de gestión, esta clasificación promueve un pensamiento integrado y la colaboración interdisciplinaria.

- Prácticas de Gestión General:

Reflejan capacidades tradicionalmente asociadas a la administración a nivel empresarial, adaptadas para apoyar la gestión de servicios de TI. Incluyen áreas como gobernanza, gestión estratégica, mejora continua y gestión del talento humano. Estas prácticas mejoran la alineación de las iniciativas de TI con los objetivos institucionales, fomentan una cultura de rendición de cuentas y proporcionan mecanismos para incorporar la generación de valor a largo plazo en los procesos organizacionales. Asimismo, contribuyen a la mitigación de

riesgos y al cumplimiento normativo, respaldando una toma de decisiones robusta en entornos dinámicos [35].

- Prácticas de Gestión de Servicios:

Constituyen el núcleo operativo de ITIL y abordan el ciclo de vida completo de los servicios de TI. Cubren todas las etapas, desde el diseño y la transición hasta la entrega y el soporte. Estas prácticas enfatizan la calidad del servicio, la experiencia del usuario y la retroalimentación continua, permitiendo a las organizaciones ofrecer valor consistente y confiable a sus partes interesadas. Al promover enfoques estandarizados para la gestión de incidentes, la configuración de servicios, la gestión de la disponibilidad y la interacción con los usuarios, ITIL contribuye a reducir interrupciones y mejorar la capacidad de respuesta frente a demandas cambiantes. Además, estas prácticas respaldan el desarrollo de modelos de servicio adaptativos, críticos en la economía digital actual [36,37].

- Prácticas de Gestión Técnica:

Se centran en la operación eficaz y segura de las infraestructuras y plataformas de TI que soportan los servicios organizacionales. Proporcionan directrices para el despliegue, monitoreo y soporte técnico, garantizando la resiliencia y escalabilidad de los componentes tecnológicos que sustentan la prestación de servicios. Su aplicación permite reducir la deuda técnica e incorporar enfoques modernos como la automatización y la infraestructura como código [38]. Estas prácticas son esenciales para garantizar la continuidad del servicio y del negocio, especialmente en entornos híbridos o nativos en la nube, donde la confiabilidad del sistema es un factor crítico [39].

En conjunto, estas tres categorías contribuyen a una estrategia unificada de gestión de servicios. ITIL fomenta una cultura de gestión integrada que promueve la agilidad, la transparencia y la co-creación de valor, lo cual resulta particularmente relevante para organizaciones inmersas en procesos de transformación digital, donde las interdependencias entre personas, procesos y tecnología requieren modelos de gobernanza integrales y adaptativos [36].

2.3 COBIT

COBIT (Control Objectives for Information and Related Technologies) es un marco integral de gobernanza y gestión de TI empresarial, desarrollado y mantenido por ISACA. COBIT proporciona un enfoque estructurado para alinear los procesos y servicios de TI con los objetivos institucionales, asegurando que las organizaciones obtengan valor de sus inversiones en tecnología, al tiempo que gestionan de manera efectiva los riesgos y los recursos. El marco está diseñado para ser adaptable a diferentes sectores y contextos organizacionales, y sirve como modelo de referencia para la integración de la gobernanza de TI dentro de las estructuras de gestión corporativa [40].

En su núcleo, COBIT se fundamenta en cinco principios principales que guían el diseño y la implementación de los sistemas de gobernanza [41]:

Satisfacer las necesidades de las partes interesadas: asegurar que la gobernanza de TI se alinee con las prioridades y expectativas de todos los actores, equilibrando beneficios, riesgos y optimización de recursos.

Cubrir la empresa de extremo a extremo: integrar las responsabilidades de gobernanza a lo largo de toda la organización y sus procesos, no limitándose a la función de TI, sino abarcando todas las áreas del negocio y la tecnología.

Aplicar un marco único e integrado: utilizar COBIT como un marco general que puede armonizarse con otros estándares, como ITIL, ISO/IEC 27001 [42] e ISO/IEC 38500 [43].

Habilitar un enfoque holístico: estructurar la gobernanza mediante un conjunto de componentes interrelacionados, que incluyen procesos, estructuras organizacionales, políticas, flujos de información, cultura, habilidades y comportamiento. Esta visión integrada es clave para una adopción efectiva en la organización.

Separar la gobernanza de la gestión: distinguir claramente entre las actividades de gobernanza (evaluar, dirigir y monitorear) y las actividades de gestión (planificar, construir, operar y supervisar las operaciones).

COBIT se estructura a través de elementos conceptuales que materializan estos principios [44]:

- **Objetivos de Gobernanza y Gestión:** organizados en cinco dominios: Gobernanza (EDM—Evaluar, Dirigir y Monitorear) y Gestión (APO—Alinear, Planificar y Organizar; BAI—Construir, Adquirir e Implementar; DSS—Entregar, Dar Servicio y Soportar; MEA—Monitorear, Evaluar y Valorar). En conjunto, estos dominios cubren la estrategia, la planificación, la ejecución, el soporte y el seguimiento del desempeño.
- **Componentes del Sistema de Gobernanza:** habilitadores como procesos, estructuras organizacionales, políticas y procedimientos, información, cultura, ética y comportamiento, servicios, infraestructura y talento humano, los cuales interactúan para garantizar una gobernanza efectiva.
- **Gestión del Desempeño:** mecanismos para evaluar la capacidad y la madurez de las prácticas de gobernanza y gestión, que respaldan la mejora continua.
- **Factores de Diseño:** características organizacionales (por ejemplo, estrategia, perfil de riesgo, requisitos de cumplimiento) que influyen en la forma en que el sistema de gobernanza debe adaptarse a las necesidades institucionales.
- **Cascada de Objetivos:** mecanismo de traducción de las necesidades y motivadores de las partes interesadas en objetivos empresariales específicos y, posteriormente, en objetivos de gobernanza y gestión alineados.

Al integrar estos principios y elementos, COBIT proporciona a las organizaciones una metodología integral y adaptable para diseñar, implementar y mejorar continuamente los sistemas de gobernanza de TI. Su enfoque estructurado respalda tanto el cumplimiento de requisitos regulatorios como la creación de valor institucional sostenible mediante el uso estratégico de los recursos tecnológicos [41].

No obstante, los modelos generales de gobernanza (por ejemplo, COBIT 2019) suelen enfrentar dificultades en entornos de Entidades Fiscalizadoras Superiores, debido a que asumen un objetivo organizacional unificado centrado en la entrega de valor. En contraste, las EFS operan bajo una lógica dual: deben garantizar la estabilidad técnica de los servicios y, simultáneamente, asegurar la independencia del control fiscal. Los modelos tradicionales

impulsados por arquitectura no consideran adecuadamente la fricción socio-técnica que surge cuando la transparencia de la integración de TI entra en conflicto con la confidencialidad requerida en investigaciones fiscales en curso. El modelo presentado en este estudio contribuye a cerrar esta brecha mediante la alineación de estas lógicas en conflicto a través de una abstracción especializada en la capa de servicios.

2.4 APLICACIÓN DE LOS MARCOS E INTEGRACIÓN INSTITUCIONAL

La integración de TOGAF, ITIL v4 y COBIT dentro de la CGR fue más allá de una alineación teórica. Cada marco abordó un componente específico del proceso de transformación y fue validado mediante datos de campo y análisis técnico realizados durante la fase de estructuración del Modelo de Integración de Servicios. Las fases adoptadas para la integración y adopción de los marcos industriales en el contexto institucional siguieron un enfoque metodológico basado en los principios de la Metodología de Investigación en Ciencias del Diseño (Design Science Research, DSR) [45].

Desde TOGAF, la institución adoptó el Architecture Development Method (ADM) para diseñar un modelo de referencia que vincula las arquitecturas de negocio, datos y tecnología. El ADM guio la unificación de los sistemas misionales críticos, habilitando la interoperabilidad y la trazabilidad de procesos.

Las prácticas de ITIL v4 fueron adoptadas e integradas a través de 23 procedimientos formales de gestión, que incluyen la gestión de incidentes, problemas, capacidad, catálogo de servicios y seguridad de la información. Estos procedimientos estandarizaron los tiempos de respuesta, los mecanismos de escalamiento y los indicadores de disponibilidad del servicio en los distintos dominios técnicos.

COBIT 2019 proporcionó la capa de gobernanza para alinear la gestión de servicios con la estrategia institucional. Se establecieron objetivos de gobernanza e indicadores de desempeño orientados a la toma de decisiones, la mitigación de riesgos y la optimización de recursos. Los principios de gestión del desempeño de COBIT se emplearon para definir indicadores clave de desempeño (KPIs) medibles, tales como el cumplimiento de los Acuerdos de Nivel de Servicio (SLA), la continuidad del servicio y la satisfacción del usuario, entre otros.

La validación analítica del modelo propuesto combinó la evaluación de Niveles de Madurez Tecnológica (TRL) con una evaluación de madurez en la gestión de servicios de TI. Esta validación evidenció una institucionalización parcial de los procesos. Las métricas obtenidas respaldaron la priorización de iniciativas de mejora y la construcción de una hoja de ruta de integración de servicios en cinco fases: diagnóstico, diseño, desarrollo, implementación y monitoreo.

3 HALLAZGOS CLAVE

Esta sección presenta los principales hallazgos obtenidos durante la fase de estructuración, como paso previo al desarrollo del modelo de integración de servicios. El proceso seguido se ilustra en la Figura 4. El Modelo de Innovación para la Integración de Servicios se fundamenta en la evaluación del nivel de madurez y en la identificación de un plan de mejora orientado a fortalecer la eficiencia y efectividad de los servicios.

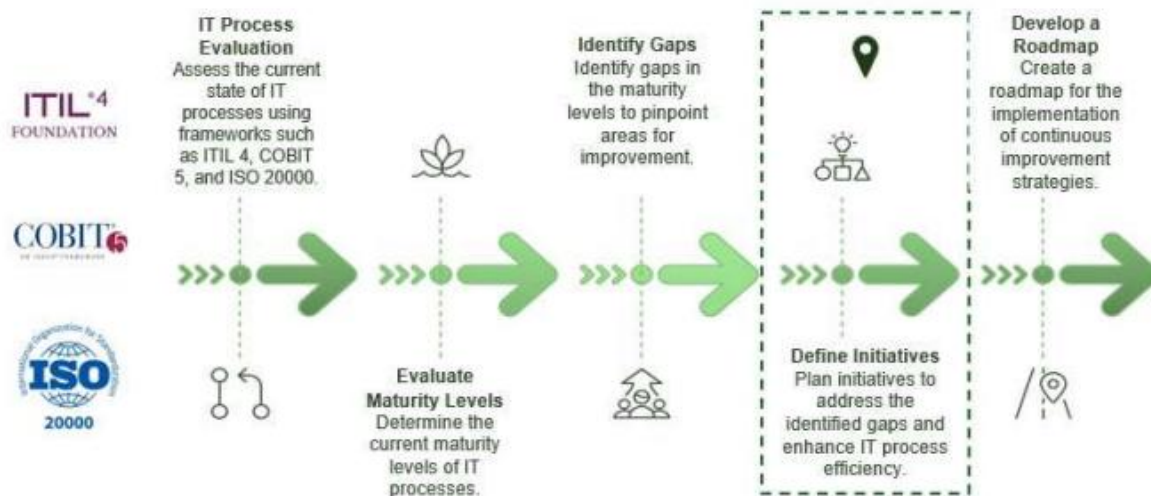


Figura 4. Etapa de estructuración del proceso del modelo de diseño.

3.1 ANÁLISIS DE DATOS DE LA ENCUESTA Y RESULTADOS DESCRIPTIVOS

La encuesta institucional aplicada a funcionarios de la CGR proporcionó una visión multidimensional del estado actual de los servicios tecnológicos. El análisis agrupó los resultados en siete dimensiones analíticas:

- (i) disponibilidad y acceso a los servicios de TI,
- (ii) calidad del soporte técnico,
- (iii) infraestructura tecnológica,
- (iv) seguridad de la información y protección de datos,

(v) comunicación y atención al usuario,

(vi) innovación y mejora continua, y

(vii) satisfacción general.

La siguiente tabla resume los principales hallazgos cuantitativos. Los resultados revelan un cuello de botella crítico: la dimensión de comunicación e innovación obtuvo los puntajes más bajos tanto en la DIARI como en la OSEI. Esto indica que, aunque existen capacidades técnicas, persiste una cultura de silos que resiste la transparencia requerida para la integración de servicios. Para los objetivos de transformación de la CGR, esto implica que la implementación tecnológica del modelo debe ir acompañada de una estrategia de gestión del cambio; de lo contrario, la integración arquitectónica carecerá de la aceptación institucional necesaria para sostener la interoperabilidad.

Tabla 3. Hallazgos cuantitativos - estado actual de los servicios tecnológicos

Dimension	Key Indicators (Main Results)	Descriptive Statistics (Means/Majority Responses)	Interpretation Summary
Availability and Access	93.6% report services generally or always available; 81.8% consider access easy or very easy; 71.6% experience interruptions < 2 h; 73.9% report resolution < 10 h.	Mean = 4.3; SD = 0.6; Mode = 5 (High).	High service availability and accessibility; connectivity issues remain the main source of incidents.
Technical Support Quality	94.1% rate staff as competent; 90.7% find incidents resolved definitively; 96.6% perceive strong commitment.	Mean = 4.5; SD = 0.4; Mode = 5.	Users highlight competence and responsiveness; communication and feedback consistency need improvement.
Technological Infrastructure	80.9% state their equipment meets needs; 75% find the connection stable; 65% consider the infrastructure sufficient.	Mean = 3.9; SD = 0.8.	General adequacy of infrastructure, but equipment obsolescence and connectivity deficiencies persist, especially in territorial offices.
Security and Data Protection	52% always and 46.3% generally feel secure; 92.6% consider their data protected; 70% show concern about cyberattacks.	Mean = 4.2; SD = 0.5.	Positive perception of cybersecurity; users request more training and stronger preventive tools (firewalls, antivirus, awareness).
Communication and User Attention	47% generally receive notifications; 53.7% perceive communication as clear; 49% feel their opinions are considered.	Mean = 3.8; SD = 0.7.	Effective communication overall, but inconsistent; users demand clearer, more inclusive, and timely messages.
Innovation and Continuous Improvement	52.8% perceive regular innovation; 73% affirm updates improve productivity; 43% recognize new tool proposals.	Mean = 3.9; SD = 0.6.	Moderate innovation perception; users highlight the need for unified systems, interoperability, and use of AI tools.

En todas las dimensiones, las respuestas reflejan una percepción institucional predominantemente positiva de los servicios de TI. Los promedios oscilan entre 3.8 y 4.5, confirmando una evaluación global favorable, con baja dispersión (desviación estándar < 0.8), lo que sugiere consistencia interna en las respuestas. El promedio más alto corresponde a la calidad del soporte técnico, mientras que los valores más bajos se asocian con comunicación e infraestructura, coherentes con los comentarios abiertos de los participantes.

Las respuestas cualitativas reforzaron estos hallazgos estadísticos. Los usuarios valoran la disponibilidad del servicio, la seguridad y la capacidad de respuesta del personal, pero enfatizan la necesidad de modernizar equipos, mejorar la conectividad y fortalecer la interoperabilidad entre plataformas institucionales. Asimismo, subrayan la importancia de una mayor capacitación en ciberseguridad y de una comunicación efectiva durante cambios o incidentes del servicio. La demanda explícita de herramientas basadas en inteligencia artificial evidencia un alto nivel de madurez tecnológica entre los funcionarios y una alineación clara con la estrategia de transformación digital de la CGR (PETI 2022–2026).

Más que simples brechas técnicas, los bajos niveles de madurez en diseño del servicio y gestión de problemas (Tabla 4) reflejan una postura institucional reactiva. Esta reactividad compromete directamente la confiabilidad de los informes de auditoría, ya que los incidentes de TI se gestionan de forma aislada y no se analizan como patrones sistémicos. En consecuencia, el modelo presentado en este estudio no constituye únicamente una optimización técnica, sino una corrección estratégica destinada a transformar a la CGR de un enfoque reactivo a una estructura preventiva de gobernanza orientada a servicios.

En síntesis, el análisis descriptivo evidencia que, si bien la CGR mantiene un desempeño operativo sólido y altos niveles de satisfacción en dimensiones clave, las áreas críticas de mejora se concentran en la infraestructura tecnológica, la comunicación y la innovación. Estos resultados constituyen la base empírica para la hoja de ruta de mejora y para el diseño de indicadores clave de desempeño (KPIs) específicos dentro del modelo de integración de servicios propuesto.

3.2 ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL DE LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS TECNOLÓGICOS EN LA CGR

La CGR depende de manera intensiva de las tecnologías de la información para soportar funciones críticas como el control fiscal, la gestión de datos y el análisis de evidencias. Sin embargo, esta dependencia también introduce riesgos operativos, dado que la institución carece de planes de continuidad suficientemente robustos para mitigar posibles fallas. En ausencia de mecanismos estructurados de recuperación ante desastres, las interrupciones tecnológicas podrían afectar de forma significativa la capacidad de la CGR para cumplir su misión constitucional.

Los datos presentados en las Tablas anteriores representan el diagnóstico cuantitativo de línea base del ecosistema tecnológico de la CGR. Estos valores se obtuvieron mediante un proceso iterativo que incluyó:

- Evaluación cuantitativa: aplicación del instrumento de 44 ítems a la muestra de estudio (N = 130) para generar puntajes en siete dimensiones de ITIL v4 y COBIT 2019.
- Triangulación cualitativa: ajuste de los comentarios interpretativos a partir de entrevistas semiestructuradas con líderes de proceso de la OSEI y la DIARI.
- Definición de metas: alineación de objetivos de desempeño con los requisitos del PETI 2022–2026 y los hitos del proyecto CGR-407-2024.

La siguiente tabla muestra los niveles de madurez COBIT 2019 en las cinco familias de gobernanza de la CGR. Los resultados indican que, aunque el dominio EDM (Evaluar, Dirigir y Monitorear) presenta un avance relativo con un nivel de madurez de 2.60 —principalmente por la existencia de comités y mecanismos de decisión—, las demás familias permanecen por debajo de 2.5. En particular, BAI, DSS y MEA evidencian las mayores oportunidades de mejora, debido a la ausencia de procesos institucionalizados para habilitación del cambio, continuidad del servicio y monitoreo del desempeño.

Tabla 4. Niveles de madurez COBIT 2019 en las cinco familias de gobernanza de la CGR

Family	Current	Comment (Excerpt)
EDM (Evaluate, Direct, Monitor)	2.60	Governance intents are defined; reporting is partially standardized.
APO (Align, Plan, Organize)	2.21	Strategy /architecture are defined; portfolio and SLA management incipient.
BAI (Build, Acquire, Implement)	1.82	Project controls and change enablement heterogeneous across units.
DSS (Deliver, Service, Support)	1.83	Incident/problem continuity not fully institutionalized.
MEA (Monitor, Evaluate, Assess)	1.75	KPIs defined in templates; routine monitoring yet to be consolidated.

Un desafío estructural relevante es la falta de integración completa de servicios entre los distintos sistemas de TI. Actualmente, los servicios tecnológicos operan en entornos aislados y fragmentados, lo que genera redundancias, ineficiencias y baja interoperabilidad. La ausencia de un marco centralizado de integración limita la gestión transversal de datos y operaciones interfuncionales, restringiendo el aprovechamiento pleno de la transformación digital.

La siguiente tabla resalta el estado de madurez de prácticas ITIL v4 seleccionadas. Las entrevistas confirmaron que los bajos puntajes en gestión de problemas están asociados a la inexistencia de procedimientos sistemáticos de análisis de causa raíz. Si bien dominios estratégicos como gestión de la estrategia y gestión de riesgos superan el nivel 3.0, las prácticas con mayor impacto operativo —diseño del servicio, gestión de niveles de servicio y gestión de problemas— se sitúan por debajo de 2.0. Esta brecha refleja flujos de trabajo definidos de forma heterogénea y la ausencia de mecanismos estandarizados de negociación y medición de SLA, afectando directamente la experiencia del usuario y las operaciones de control fiscal.

Tabla 5. Estado de madurez de prácticas ITIL v4 en la CGR

Practice	Score	Comment
Strategy Management	3.50	Strategic alignment and planning artifacts exist.
Risk Management	3.18	Risk registers and treatment plans are partially implemented.
Information Security Management	3.00	Policies in place; operationalization uneven across offices.
Service Desk	2.86	Escalation pathways are defined; heterogeneous response times.
Incident Management	2.67	Logging standardized; root cause and continuity procedures pending.
Service Design	1.71	Design templates are not consistently applied across services.
Service Level Management	1.73	SLA negotiation and review mechanisms in the early stages.
problem management	1.60	Root-cause analysis and knowledge capture are not systematic.

Los resultados evidencian una vulnerabilidad crítica en gestión de problemas y diseño del servicio. En el contexto de una EFS, una baja madurez en estas áreas implica que las fallas recurrentes no se analizan en profundidad, elevando el riesgo de corrupción o pérdida de datos durante la recuperación de incidentes. Esto impacta directamente la confiabilidad de las auditorías, ya que nuevas herramientas pueden desplegarse sin controles de seguridad o líneas base de desempeño adecuadas. Por ello, el modelo de integración prioriza la estabilización de estos dominios para asegurar que la recuperación de evidencias fiscales sea no solo rápida (MTTR), sino también forense y jurídicamente consistente.

El análisis del Nivel de Preparación Tecnológica (TRL) indica que la CGR opera actualmente entre los niveles 5 y 6. Si bien existen entornos de prueba y mecanismos de aseguramiento de calidad, la integración completa en un entorno operativo aún es parcial. Elementos esenciales como el catálogo de servicios, los procesos de desarrollo y los marcos de gestión de infraestructura están presentes, pero la fragmentación limita su efectividad en escenarios críticos. Además, la ausencia de pruebas periódicas de resiliencia y de procedimientos formales de recuperación ante desastres refuerza la necesidad de avanzar hacia una mayor madurez tecnológica, incorporando estándares como ISO 22301 [46], junto con ITIL v4 y COBIT.

3.3 REINTERPRETACIÓN DE LOS CONCEPTOS DE LOS MARCOS PARA LA GOBERNANZA PÚBLICA

La adaptación de marcos gerenciales como TOGAF, ITIL v4 y COBIT al sector público requiere una reinterpretación contextual de sus conceptos fundamentales. En la CGR, estos marcos no se aplicaron en su forma corporativa original, sino que fueron ajustados para alinearse con los principios de transparencia, rendición de cuentas y creación de valor público que rigen la administración pública. Esta subsección aclara cómo los conceptos clave fueron redefinidos y operacionalizados en este entorno institucional.

La contextualización de estos marcos para la CGR implicó modificaciones operativas específicas:

- Ajuste del ADM de TOGAF: la Fase B (Arquitectura de Negocio) fue modificada para incluir una subfase de “Trazabilidad Legal–Técnica”, garantizando que cada servicio de TI definido en el catálogo estuviera mapeado no solo a un proceso de negocio, sino también a un artículo específico de la normativa colombiana de control fiscal.
- Operacionalización de COBIT: las métricas de desempeño se desplazaron del retorno de inversión corporativo hacia la “capacidad de control fiscal”. Por ejemplo, la métrica COBIT “porcentaje de programas de negocio habilitados por TI” se reinterpretó como “porcentaje de artefactos digitales de auditoría con verificación automatizada de la cadena de custodia”.
- Adaptación de ITIL v4: la práctica de gestión de solicitudes de servicio se integró específicamente con los protocolos de seguridad del proyecto CGR-407-2024, exigiendo autenticación multifactor y control de acceso basado en roles para cualquier modificación de datos que involucre evidencia fiscal.
- Análisis de negocio. En el contexto de la CGR, el análisis de negocio se reinterpretó como el estudio de los procesos de control fiscal, auditoría y servicios al ciudadano, en lugar de actividades comerciales u orientadas al lucro. El análisis se centró en comprender cómo fluye la información entre los dominios de auditoría, administrativos y estratégicos, identificando cuellos de botella que afectaban la

oportunidad y confiabilidad de las acciones de control fiscal. Este proceso fundamentó el rediseño de flujos de trabajo en las plataformas núcleo, vinculando las reglas de negocio directamente con la trazabilidad de auditoría y la rendición de cuentas ciudadana.

De manera consistente, la siguiente figura muestra que prácticas que influyen directamente en la experiencia del usuario —como la gestión de niveles de servicio y la gestión de problemas— presentan niveles de madurez inferiores a 2.0, lo que explica las limitaciones actuales en el cumplimiento de SLA y en la restauración del servicio. En contraste, la gestión de la estrategia y la gestión de riesgos exhiben mayores niveles de madurez, reflejando una gobernanza estratégica sólida, pero evidenciando una brecha en la ejecución táctica–operativa.

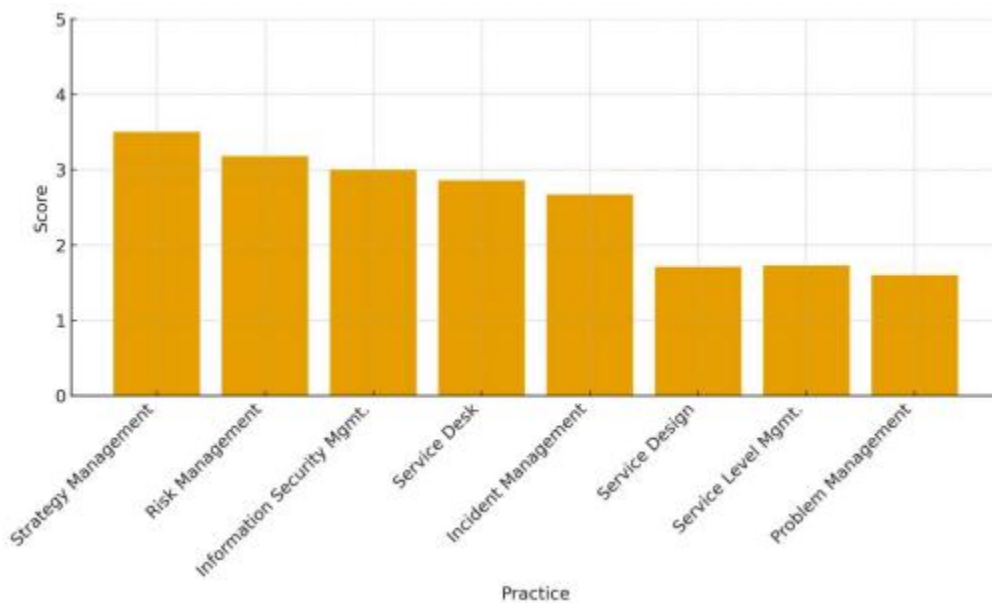


Figura 5. Prácticas que influyen directamente en la experiencia del usuario

Gestión de la estrategia. En la CGR, la gestión estratégica se alineó con instrumentos de planificación nacional e institucional, incluidos el Plan de Transformación Digital y el PETI 2022–2026. En lugar de perseguir ventajas competitivas, la alineación estratégica buscó asegurar que las iniciativas tecnológicas respaldaran el cumplimiento normativo, la equidad territorial y la accesibilidad de los servicios. Esta redefinición permitió integrar las fases de

planificación arquitectónica de TOGAF con prioridades del sector público como la cobertura regional y la confianza ciudadana.

Gestión del desempeño. En la reinterpretación de la gestión del desempeño se identificó una limitación crítica en el catálogo institucional de KPIs. Como se observa en la selección sintetizada de indicadores, la distribución se concentra en métricas operativas: 72 % operativas/técnicas, 22 % tácticas y solo 6 % estratégicas. Esta “brecha de medición” indica que, aunque la CGR puede monitorear la salud de sus sistemas, carece de métricas que cuantifiquen directamente cómo la integración de servicios de TI fortalece los resultados del control fiscal o la creación de valor público. El modelo propuesto establece la base arquitectónica para evolucionar estos indicadores hacia métricas estratégicas orientadas al impacto.

Los principios de gestión del desempeño de COBIT 2019 se adaptaron a métricas de gobernanza pública. Indicadores de transparencia, continuidad del servicio, capacidad de respuesta y credibilidad institucional reemplazaron métricas tradicionales de eficiencia corporativa. Los KPIs definidos incluyeron disponibilidad del servicio (>98 %), satisfacción del usuario y cumplimiento de regulaciones de seguridad de la información y protección de datos, orientados a fortalecer la toma de decisiones y la rendición de cuentas.

La siguiente figura complementa el análisis de madurez al ilustrar el desempeño relativo de las familias de gobernanza. La brecha entre EDM y los demás dominios hace visible el desafío de operacionalizar las intenciones de gobernanza en prácticas consistentes de prestación y medición de servicios. Esta evidencia visual refuerza los hallazgos de la Tabla 3 y confirma que los esfuerzos de transformación deben priorizar las capacidades APO, BAI, DSS y MEA.

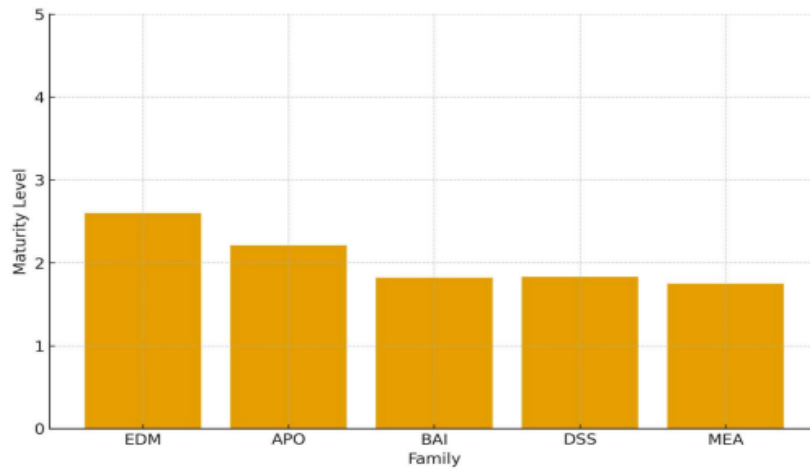


Figura 6. Niveles de Madurez en CGR

Gestión del conocimiento e innovación. El énfasis de ITIL v4 en la mejora continua y el aprendizaje organizacional fue reinterpretado como un mecanismo de fortalecimiento de capacidades institucionales. Las prácticas de gestión del conocimiento se enfocaron en documentar buenas prácticas, lecciones aprendidas y estandarización de procesos para asegurar la memoria institucional y la continuidad de los servicios de control fiscal. La gestión de la innovación se orientó a la modernización sostenible de los servicios públicos, promoviendo datos abiertos, participación digital y generación de valor centrada en el ciudadano.

4 MODELO DE INTEGRACIÓN DE SERVICIOS

El modelo de integración de servicios presentado constituye el artefacto científico desarrollado mediante la metodología de Investigación en Ciencias del Diseño descrita en la Sección 3. El modelo está diseñado para fortalecer la eficiencia, la interoperabilidad y la gobernanza de los servicios de TI en la CGR, integrando prácticas de arquitectura, gobernanza y gestión de servicios derivadas de TOGAF, ITIL v4 y COBIT. Proporciona un esquema estructurado y replicable que alinea los servicios tecnológicos con los objetivos institucionales y con las funciones críticas de control fiscal.

4.1 VISIÓN GENERAL DEL MODELO Y LÓGICA DE DISEÑO

El diseño del modelo sigue una estructura iterativa y por capas, fundamentada en principios de Arquitectura Empresarial. Cuatro macrocomponentes —Relacionamiento (Engagement), Diseño y Transición, Obtener/Construir (Obtain/Build) y Entrega y Soporte— constituyen el núcleo del modelo. Estos componentes abarcan el ciclo de vida completo de los servicios de TI, desde la alineación estratégica y la planificación hasta el desarrollo, la operación y la mejora continua. La siguiente figura presenta una visualización integrada de estos elementos.

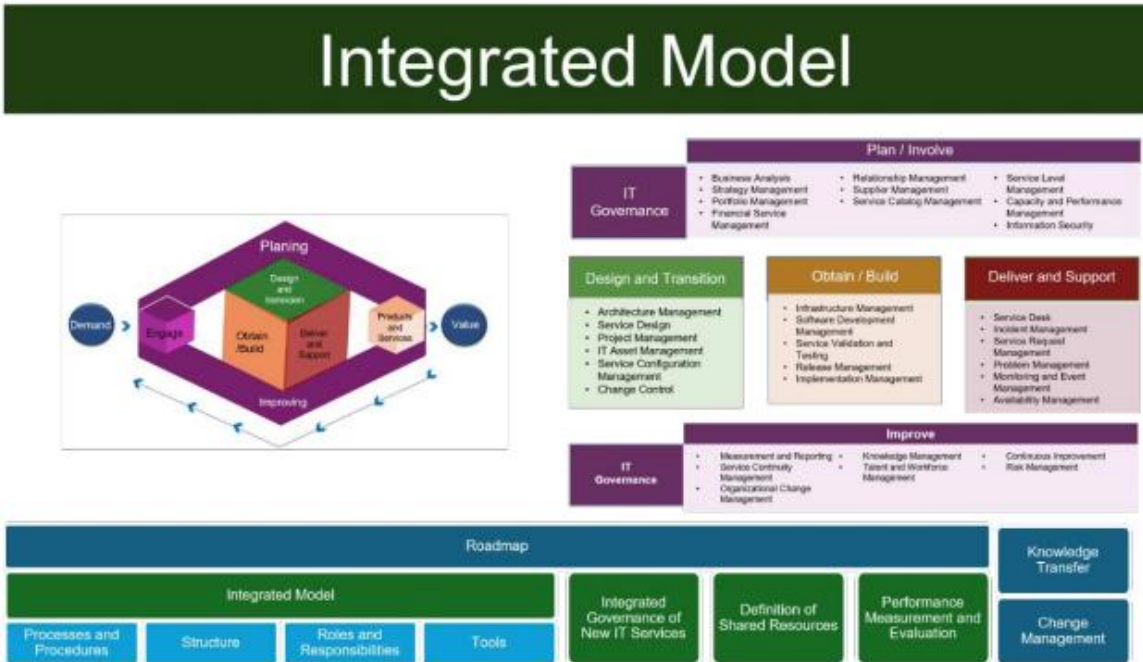


Figura 7. Modelo propuesto de integración de servicios para Entidades Fiscalizadoras Superiores. La figura destaca los cuatro macrocomponentes: Gobernanza (COBIT), Arquitectura (TOGAF), Operaciones (ITIL) y la capa unificada de desempeño.

Cada macrocomponente implementa decisiones arquitectónicas, mecanismos de gobernanza y prácticas alineadas con ITIL v4:

- **Relacionamiento:** en el contexto de la CGR, este componente implementa bucles de retroalimentación semiestructurados identificados en el diagnóstico, integrando expectativas de usuarios internos y actores misionales.
- **Diseño y Transición:** se centra en la migración de flujos de auditoría heredados hacia un estado interoperable, asegurando control de cambios, trazabilidad y validación legal-técnica.
- **Obtener/Construir:** aborda el aprovisionamiento de infraestructura, la implementación de software, la prototipación y la validación de servicios,

alineándose con criterios de preparación TRL y ciclos de construcción–prueba propios de la ingeniería de sistemas.

- Entrega y Soporte: garantiza el desempeño operativo mediante la gestión de incidentes, la operación de la mesa de servicios, el cumplimiento de solicitudes, el monitoreo y la medición del desempeño, correspondiendo a las actividades de la cadena de valor del servicio de ITIL v4.

Un bucle de mejora continua integra mecanismos de gobernanza como la gestión de riesgos, la continuidad del servicio y la evaluación del desempeño. Las prácticas de gestión del cambio y transferencia de conocimiento facilitan la adopción sostenible de las innovaciones tecnológicas.

4.2 ARQUITECTURA Y MODELO DE FLUJO DE VALOR

El diseño arquitectónico del modelo se fundamenta en la cadena de valor del servicio de ITIL v4, adaptada al entorno institucional de la CGR para optimizar recursos, fortalecer la interoperabilidad y mejorar tanto la experiencia del funcionario como la del ciudadano. La Figura 8 ilustra la representación del flujo de valor del modelo.

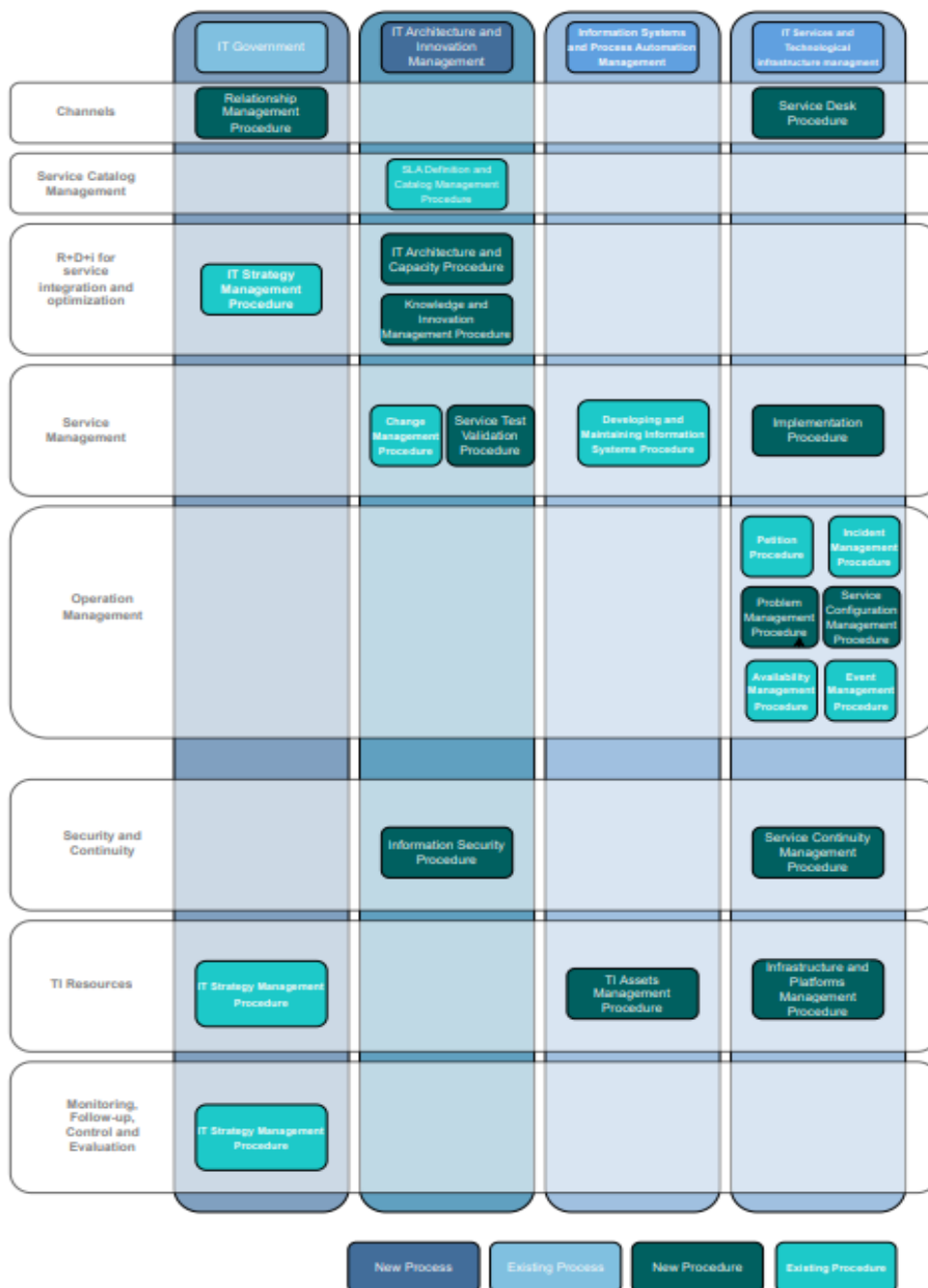


Figura 8. Flujo arquitectónico y conexiones procedimentales. El diagrama ilustra el ciclo de vida de una solicitud de servicio: desde la capa de negocio (estrategia/política), pasando por la capa de datos (evidencia de auditoría), hasta la capa tecnológica (infraestructura).

Para clarificar la contribución del modelo, la Figura 8 distingue entre activos institucionales preexistentes y nuevos componentes arquitectónicos. La capa tecnológica (servidores en la nube y locales) y ciertos silos de aplicaciones representan componentes existentes. En contraste, la capa de integración, el catálogo unificado de servicios y las APIs transversales de gobernanza constituyen nuevos artefactos diseñados en este estudio para conectar sistemas previamente aislados. Esta arquitectura posibilita la transición de una TI fragmentada hacia un modelo de servicios integrado.

4.3 DOMINIOS ARQUITECTÓNICOS Y ETAPAS OPERATIVAS

La arquitectura del modelo de integración de servicios se organiza en cuatro dominios estratégicos, que estructuran la gobernanza, el diseño, la operación y la evaluación del valor generado por los servicios de TI en la CGR:

- **Gobernanza de TI:** orienta la toma de decisiones mediante políticas, gestión de riesgos, planeación de continuidad y definición de responsabilidades, conforme a los principios y objetivos de COBIT.
- **Gestión de Arquitectura e Innovación:** coordina el diseño de las arquitecturas organizacional, de datos, de aplicaciones y tecnológica siguiendo el ADM de TOGAF, incorporando prácticas de innovación institucional.
- **Sistemas de Información y Automatización de Procesos:** gestiona las plataformas núcleo, los procesos misionales, la interoperabilidad y los servicios de automatización que soportan el control fiscal.
- **Servicios de TI e Infraestructura Tecnológica:** supervisa la entrega operativa, el aprovisionamiento de infraestructura y la gestión de la confiabilidad y disponibilidad de los servicios.

A través de estos dominios, el modelo estructura ocho etapas operativas que organizan el flujo de creación de valor:

- **Canales:** puntos de interacción con usuarios internos y actores misionales.

- Catálogo de servicios: definición, clasificación y priorización de servicios alineados con funciones de control fiscal.
- I+D+i: investigación, desarrollo e innovación orientados a la integración y optimización de servicios.
- Gestión de servicios: aplicación de prácticas ITIL v4 para diseño, transición y operación.
- Operación: ejecución diaria de los servicios, soporte y resolución de incidentes.
- Seguridad y continuidad: protección de la información, gestión de accesos y planes de continuidad del negocio.
- Recursos de TI: gestión de activos, capacidades técnicas y plataformas.
- Monitoreo, seguimiento, control y evaluación: medición del desempeño, análisis de KPIs y retroalimentación para la mejora continua.

Esta estructuración permite asegurar que cada servicio de TI contribuya de manera explícita al cumplimiento de la misión institucional y a la preservación de la validez legal de la evidencia fiscal.

5 MARCO DE EVALUACIÓN Y VALIDACIÓN

El marco de evaluación y validación tiene como propósito medir el grado en que el modelo de integración de servicios fortalece la eficiencia, la interoperabilidad y la gobernanza de los servicios de TI en la CGR. Dicho marco combina métricas cuantitativas, evaluaciones de madurez y validaciones cualitativas, alineadas con los objetivos estratégicos de la institución.

5.1 DIMENSIONES DE EVALUACIÓN

La evaluación del modelo se estructuró en cinco dimensiones principales:

- **Gobernanza y alineación estratégica:** grado de alineación entre los servicios de TI, los objetivos institucionales y los requerimientos legales del control fiscal.
- **Madurez de gestión de servicios:** evolución de las prácticas ITIL v4 y COBIT, medida a través de evaluaciones periódicas de madurez.
- **Interoperabilidad y arquitectura:** nivel de integración entre sistemas, estandarización de interfaces y reducción de silos tecnológicos.
- **Desempeño operativo:** indicadores de disponibilidad, continuidad del servicio, tiempos de respuesta y resolución (SLA, MTTR).
- **Creación de valor público:** contribución de los servicios de TI a la transparencia, trazabilidad, confiabilidad de auditorías y satisfacción de usuarios.

Estas dimensiones se operacionalizan mediante indicadores clave de desempeño (KPIs), auditorías internas de arquitectura y sesiones de validación con actores institucionales.

5.2 INDICADORES CLAVE DE DESEMPEÑO (KPIs)

El modelo adopta y refina el catálogo institucional de indicadores, priorizando aquellos con mayor impacto en la prestación y el soporte de servicios. Entre los KPIs estratégicos y operativos se incluyen:

- Disponibilidad global de servicios de TI: objetivo ≥ 98 %.
- Cumplimiento de SLA en atención de incidentes: ≥ 90 %.
- Tiempo medio de reparación (MTTR) en servicios críticos: < 4 h.
- Cumplimiento del mantenimiento programado: ≥ 90 %.
- Cierre oportuno de incidentes de seguridad: ≥ 90 %.
- Satisfacción del usuario interno: medida mediante encuestas periódicas.

A diferencia de enfoques tradicionales, estos indicadores se interpretan en términos de capacidad de control fiscal, evaluando cómo el desempeño del servicio impacta la oportunidad, integridad y validez jurídica de los procesos de auditoría.

5.3 ENFOQUE DE VALIDACIÓN

La validación del modelo se concibió como un proceso iterativo y participativo, coherente con la metodología DSR. Incluyó:

- Sesiones de validación experta: con el Comité de Gobernanza de TI de la CGR, para evaluar coherencia conceptual y alineación estratégica.
- Revisión de artefactos arquitectónicos: análisis de catálogos de servicios, mapas de procesos y modelos de interoperabilidad.
- Contraste con línea base: comparación de indicadores de madurez y desempeño antes y después de la implementación de prácticas integradas.

- Retroalimentación cualitativa: recogida mediante entrevistas y talleres con usuarios clave (auditores y líderes técnicos).

Este enfoque asegura que la validación no se limite a una aprobación formal, sino que refleje la aplicabilidad real del modelo en el contexto operativo y normativo del control fiscal.

6 CONCLUSIONES

Este estudio presentó el diseño y la validación conceptual de un modelo de integración de servicios impulsado por Arquitectura Empresarial, orientado a fortalecer la gobernanza, la interoperabilidad y el desempeño de los servicios de TI en una Entidad Fiscalizadora Superior. El modelo fue diseñado y evaluado en el contexto de la Contraloría General de la República de Colombia (CGR), respondiendo a los desafíos específicos que enfrentan las instituciones de control fiscal en procesos de transformación digital.

Los resultados evidencian que la fragmentación de los servicios tecnológicos, la baja madurez en prácticas críticas como el diseño del servicio y la gestión de problemas, y la ausencia de una arquitectura de integración formal constituyen riesgos directos para la confiabilidad, trazabilidad y validez jurídica de la evidencia de auditoría. Frente a este escenario, el modelo propuesto introduce un mecanismo estructurado que articula TOGAF, ITIL v4 y COBIT dentro de un marco coherente, adaptado a los requisitos regulatorios, operativos y misionales del control fiscal.

Una de las principales contribuciones de este trabajo es la formalización de una interfaz legal-técnica, que permite traducir métricas operativas de TI en indicadores de valor público y capacidad de control fiscal. A diferencia de enfoques tradicionales de gobernanza de TI, orientados principalmente a la eficiencia o al retorno de inversión, el modelo prioriza la trazabilidad legal, la cadena de custodia de la información y la independencia institucional, elementos fundamentales para las Entidades Fiscalizadoras Superiores.

Desde una perspectiva metodológica, la aplicación de la Investigación en Ciencias del Diseño (DSR) permitió asegurar que el modelo no fuera únicamente una propuesta conceptual, sino un artefacto empíricamente fundamentado, construido a partir de diagnósticos reales, participación de actores institucionales, evaluaciones de madurez y validaciones iterativas. Esta aproximación refuerza la relevancia práctica y la transferibilidad del modelo hacia otras instituciones de control con características similares.

Los hallazgos muestran que, si bien la CGR presenta avances significativos en gobernanza estratégica (dominio EDM de COBIT) y en satisfacción general de los usuarios, persisten brechas importantes en la operacionalización de dicha gobernanza, particularmente en los dominios APO, BAI, DSS y MEA. El modelo de integración propuesto aborda estas brechas al establecer una arquitectura de servicios unificada, un catálogo de servicios alineado con funciones de control fiscal y un marco de indicadores que conecta desempeño tecnológico con resultados institucionales.

6.1 TRABAJOS FUTUROS

Este trabajo establece una línea base para futuras investigaciones y desarrollos prácticos. Como líneas de trabajo futuro se identifican:

Validación empírica longitudinal: evaluar, una vez completada la implementación del modelo, el impacto cuantitativo en indicadores de desempeño, interoperabilidad, continuidad del servicio y calidad de la auditoría.

Extensión del modelo a otras EFS: aplicar y adaptar el marco propuesto en otras Entidades Fiscalizadoras Superiores a nivel nacional e internacional, con el fin de contrastar su generalizabilidad y robustez.

Integración de analítica avanzada e inteligencia artificial: incorporar capacidades de analítica predictiva y detección temprana de riesgos fiscales, aprovechando la arquitectura integrada de servicios.

Evolución del marco de indicadores: desarrollar métricas más sofisticadas de valor público, que permitan medir de manera directa la contribución de los servicios de TI a la efectividad del control fiscal y a la confianza ciudadana.

En conclusión, el modelo presentado constituye una contribución científica y aplicada al campo de la innovación de sistemas y la gobernanza de TI en el sector público. Proporciona una ruta clara y replicable para que las Entidades Fiscalizadoras Superiores avancen en su transformación digital sin comprometer los principios de legalidad, transparencia e independencia que sustentan su función constitucional.

REFERENCIAS

1. Cook, M.E.; Pardo, T.A. *Digital Transformation and Public Value: A Primer for Government Leaders*; Center for Technology in Government, University at Albany: Albany, NY, USA, 2021; Volume 7.
2. Mountasser, T.; Abdellatif, M. Digital Transformation in Public Administration. *Int. J. Prof. Bus. Rev.* 2023, 8, 1–27.
3. Dawes, S.S. The evolution and continuing challenges of e-governance. *Public Adm. Rev.* 2008, 68, S86–S102.
4. Restrepo-Carmona, J.A.; Zuluaga, J.C.; Flórez, D.A.; Gómez, M.S.; Londoño, L.; Gómez, G.; Villamil, R.M.; Morales, O.; Hurtado, Á.M.; Escobar, C.A.; et al. The Design of a Strategic Platform for the Smart Supervision of Public Expenditure for Colombia in the Context of Society 5.0. *Urban Sci.* 2024, 8, 117.
5. Małkowska, A.; Urbaniec, M.; Kosała, M. The impact of digital transformation on European countries: Insights from a comparative analysis. *Equilibrium* 2021, 16, 325–355.
6. Al-Ashmoery, Y.; Haider, H.; Haider, A.; Nasser, N.; Al-Sarem, M. Impact of IT service management and ITIL framework on the businesses. In *Proceedings of the 2021 International Conference of Modern Trends in Information and Communication Technology Industry (MTICTI)*, Sana'a, Yemen, 4–6 December 2021; pp. 1–5.
7. The Open Group. *The Open Group Architecture Framework, Version 9.2*; The Open Group: San Francisco, CA, USA, 2018.
8. Gavrikova, E.; Volkova, I.; Burda, Y. Strategic aspects of asset management: An overview of current research. *Sustainability* 2020, 12, 5955.
9. ISO/IEC 20000-1:2018; *Information Technology—Service Management—Part 1: Service Management System Requirements*. International Organization for Standardization: Geneva, Switzerland, 2018. Available online: <https://www.iso.org/standard/70636.html> (accessed on 25 December 2025).
10. CGR. *Plan Estratégico*; Contraloría General de la República: Bogotá, Colombia, 2022.
11. CGR. *Plan Estratégico de Tecnologías de la Información*; Contraloría General de la República: Bogotá, Colombia, 2024.
12. Bannister, F.; Connolly, R. ICT, public values and transformative government: A framework and programme for research. *Gov. Inf. Q.* 2014, 31, 119–128.
13. Luna-Reyes, L.F. Opportunities and challenges for digital governance in a world of digital participation. *Inf. Polity* 2017, 22, 197–205.

14. Dobrolyubova, E. Measuring outcomes of digital transformation in public administration: Literature review and possible steps forward. *Netw. Institutes Sch. Public Adm. Cent. East. Eur. NISPAcee J. Public Adm. Policy* 2021, 14, 61–86.
15. Xiao, J.; Zhang, H.; Han, L. How digital transformation improve government performance: The mediating role of partnering agility. *IEEE Access* 2023, 11, 59274–59285.
16. Morgeson, F.V., III; Mithas, S. Does E-government measure up to E-Business? Comparing end user perceptions of US federal government and E-business web sites. *Public Adm. Rev.* 2009, 69, 740–752.
17. Chung, C.S.; Kim, S.B. A comparative study of digital government policies, focusing on E-government acts in Korea and the United States. *Electronics* 2019, 8, 1362.
18. Pittaway, J.J.; Montazemi, A.R. Know-how to lead digital transformation: The case of local governments. *Gov. Inf. Q.* 2020, 37, 101474.
19. Sanina, A.; Balashov, A.; Rubtcova, M. The socio-economic efficiency of digital government transformation. *Int. J. Public Adm.* 2023, 46, 85–96.
20. Umbach, G.; Tkalec, I. Evaluating e-governance through e-government: Practices and challenges of assessing the digitalisation of public governmental services. *Eval. Program Plan.* 2022, 93, 102118.
21. Crăciun, A.F.; Tătaru, A.M.; Noja, G.G.; Pirtea, M.G.; Răcăţai, R.I. Advanced modelling of the interplay between public governance and digital transformation: New empirical evidence from structural equation modelling and Gaussian and mixed#Markov graphical models. *Mathematics* 2023, 11, 1168.
22. Kaufmann, D.; Kraay, A. The worldwide governance indicators. *Hague J. Rule Law* 2024, 3, 220–246
23. Yang, C.; Gu, M.; Albitar, K. Government in the digital age: Exploring the impact of digital transformation on governmental efficiency. *Technol. Forecast. Soc. Change* 2024, 208, 123722.
24. Shibambu, A.; Ngoepe, M. Enhancing service delivery through digital transformation in the public sector in South Africa. *Glob. Knowl. Mem. Commun.* 2023, 74, 63–76.
25. Singh, P.; Lynch, F.; Helfert, M. Enterprise architecture for the transformation of public services based on citizen's feedback. *Digit. Policy Regul. Gov.* 2024, 26, 38–54.
26. Waara, Å. Examining Digital Government Maturity Models: Evaluating the Inclusion of Citizens. *Adm. Sci.* 2025, 15, 73.
27. Tangi, L.; Janssen, M.; Benedetti, M.; Noci, G. Barriers and drivers of digital transformation in public organizations: Results from a survey in the Netherlands. In *International Conference on Electronic Government*; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 2020; pp. 42–56.

28. Zoo, H.; Lee, H.; Yoon, J. Assessing the e-government maturity for public sector innovation in developing countries: Case of national informatization assessment tool (NIAT). In *IFIP Advances in Information and Communication Technology*; Springer: New York, NY, USA, 2017; pp. 778–789.
29. Benito, B.; Guillamón, M.D.; Ríos, A.M. Transforming European Governance: Proposals Towards Transparency, Sustainability and Efficiency for the New European Commission (2024–2029). *Financ. Account. Manag.* 2025.
30. Restrepo-Carmona, J.A.; Zuluaga, J.C.; Velásquez, M.; Zuluaga, C.; Villamil, R.M.; Morales, O.; Hurtado, Á.M.; Escobar, C.A.; Sierra-Pérez, J.; Vásquez, R.E. Smart Supervision of Public Expenditure: A Review on Data Capture, Storage, Processing, and Interoperability with a Case Study from Colombia. *Information* 2024, 15, 616. [CrossRef]
31. Schmitz, A.; Wimmer, M.A. Framework for interoperable service architecture development. *Gov. Inf. Q.* 2023, 40, 101869.
32. Concha, G.; Astudillo, H.; Porrua, M.; Pimenta, C. E-Government procurement observatory, maturity model and early measurements. *Gov. Inf. Q.* 2012, 29, S43–S50.
33. Gottschalk, P. Maturity levels for interoperability in digital government. *Gov. Inf. Q.* 2009, 26, 75–81.
34. Santosa, I.; Mulyana, R. The it services management architecture design for large and medium-sized companies based on itil 4 and togap framework. *JOIV Int. J. Inform. Vis.* 2023, 7, 30–36.
35. Gërvalla, M.; Preniqi, N.; Kopacek, P. IT Infrastructure Library (ITIL) framework approach to IT Governance. *IFAC-PapersOnLine* 2018, 51, 181–185.
36. Baradari, I.; Shoar, M.; Nezafati, N. Defining the relationship between IT Service management and knowledge management: Towards improved performance. *Knowl. Manag. Res. Pract.* 2023, 21, 384–396.
37. Permatasari, A.R.; Sulisty, S.; Santosa, P.I. Optimizing IT Services Quality: Implementing ITIL for Enhanced IT Service Management. In *Proceedings of the 2024 11th International Conference on Information Technology, Computer, and Electrical Engineering (ICITACEE)*, Semarang, Indonesia, 29–30 August 2024; pp. 296–301.
38. Yonia, D.L.; Anggraini, R.N.E.; Sarno, R.; Haryono, A.T.; Septiyanto, A.F.; Mulyanto, S. E-learning evaluation using information technology infrastructure library 4 with iso/iec 25010 indicators. In *Proceedings of the 2024 IEEE International Conference on Artificial Intelligence and Mechatronics Systems (AIMS)*, Bandung, Indonesia, 21–23 February 2024; pp. 1–6.
39. Sarwar, M.I.; Abbas, Q.; Alyas, T.; Alzahrani, A.; Alghamdi, T.; Alsaawy, Y. Digital transformation of public sector governance with IT service management—A pilot study. *IEEE Access* 2023, 11, 6490–6512.

40. Isaca. Cobit 5; Information Systems Audit and Control Association: Schaumburg, IL, USA, 2012.
41. Rusman, A.; Nadlifatin, R.; Subriadi, A.P. Analysis Factors Affect Information System Audit Using COBIT and ITIL Framework. *J. Dan Penelit. Tek. Inform.* 2022.
42. ISO/IEC 27001:2022; Information Security, Cybersecurity and Privacy Protection—Information Security Management Systems—Requirements. International Organization for Standardization: Geneva, Switzerland, 2022. Available online: <https://www.iso.org/standard/27001> (accessed on 25 December 2025).
43. ISO/IEC 38500:2024; Information Technology—Governance of IT for the Organization. International Organization for Standardization: Geneva, Switzerland, 2024. Available online: <https://www.iso.org/standard/81684.html> (accessed on 25 December 2025).
44. Antariksa, M.D.S.; Angin, M.P.; Widodo, A.P. COBIT 2019 Framework in IT Governance: A Systematic Literature Review of Implementation Challenges and Benefits Across Various Industry Sectors. *J. Renew. Energy, Electr. Comput. Eng.* 2025, 5, 99–105.
45. Carter, L.; Yoon, V.; Liu, D. Analyzing e-government design science artifacts: A systematic literature review. *Int. J. Inf. Manag.* 2022, 62, 102430.
46. ISO/IEC 22301:2019; Security and Resilience—Business Continuity Management Systems—Requirements. International Organization for Standardization: Geneva, Switzerland, 2019. Available online: <https://www.iso.org/standard/75106.html> (accessed on 25 December 2025).

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Capas centrales de TOGAF [7]. Esta jerarquía garantiza que las inversiones tecnológicas estén subordinadas a los requisitos de integridad de los datos y a los objetivos del control fiscal..... pág. 20
- Figura 2.** Integración de marcos. Este mapeo demuestra cómo COBIT proporciona el “por qué” de la gobernanza, mientras que TOGAF e ITIL aportan el “cómo” arquitectónico y el “qué” operativo, respectivamente, para el contexto de la CGR [7].....pág. 21
- Figura 3.** Modelo de madurez [31]..... **pág. 22**
- Figura 4.** Etapa de estructuración del proceso del modelo de diseño pág. 44

LISTA DE TABLAS

- Tabla 1.** Operacionalización del marco DSR: desde la implementación local hasta la abstracción del artefacto pág. 12
- Tabla 2.** Puntajes base de madurez de prácticas ITIL V4..... pág. 16
- Tabla 3.** Hallazgos cuantitativos - estado actual de los servicios tecnológicos..... pág. 17
- Tabla 4.** Niveles de madurez COBIT 2019 en las cinco familias de gobernanza de la CGRpág. 17
- Tabla 5.** Estado de madurez de prácticas ITIL v4 en la CGR..... pág. 17



*applied system
innovation*

an Open Access Journal Published by MDPI



CERTIFICATE OF ACCEPTANCE



The certificate of acceptance for the manuscript (**asi-4017527**) titled:

An Enterprise Architecture–Driven Service Integration Model for Enhancing Fiscal Oversight in Supreme Audit Institutions

Authored by:

Rose M. Villamil; Jaime A. Restrepo-Carmona; Alejandro Escobar; Alexander Aponte-Moreno; Juliana Arevalo Herrera; Sergio Armando Gutierrez-Betancur;
Luis Fletscher

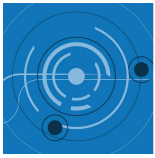
was accepted in *Appl. Syst. Innov.* (ISSN 2571-5577) on 26 December 2025



Basel, December 2025

A handwritten signature in black ink, reading "C. Douligieris".

Prof. Dr. Christos Douligieris
Editor-in-Chief



*applied system
innovation*



Article

An Enterprise Architecture-Driven Service Integration Model for Enhancing Fiscal Oversight in Supreme Audit Institutions

Rosse Mary Villamil, Jaime A. Restrepo-Carmona, Alejandro Escobar, Alexánder Aponte-Moreno, Juliana Arévalo Herrera, Sergio Armando Gutiérrez-Betancur and Luis Fletscher



<https://doi.org/10.3390/asi9010016>

Article

An Enterprise Architecture-Driven Service Integration Model for Enhancing Fiscal Oversight in Supreme Audit Institutions

Rosse Mary Villamil ¹, Jaime A. Restrepo-Carmona ², Alejandro Escobar ², Alexander Aponte-Moreno ³,
Juliana Arévalo Herrera ⁴, Sergio Armando Gutiérrez-Betancur ⁵ and Luis Fletscher ^{5,*}

¹ Contraloría General de la República, Bogotá 111071, Colombia; rosse.villamil@contraloria.gov.co

² Rotorr-Motor de Innovación, Bogotá 111321, Colombia; jaime.restrepo@rotorr.co (J.A.R.-C.);
alejandro.escobar@udea.edu.co (A.E.)

³ Department of Mechatronics Engineering, Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá 110111, Colombia;
john.aponte@unimilitar.edu.co

⁴ Department of Telecommunications Engineering, Universidad Santo Tomás, Bogotá 110911, Colombia;
julianaarevalo@usta.edu.co

⁵ Department of Electronics and Telecommunications Engineering, Universidad de Antioquia, Medellín 050010,
Colombia; sergio.gutierrezb@udea.edu.co

* Correspondence: luis.fletscher@udea.edu.co; Tel.: +57-604-2195560

Abstract

The integration of IT services is a critical challenge for public organizations that seek to modernize their operational ecosystems and strengthen mission-oriented processes. In the field of fiscal oversight, supreme audit institutions (SAIs) increasingly require systematized and interoperable service architectures to ensure transparency, accountability, and effective public resource control. However, existing literature reveals persistent gaps concerning how service integration models can be deployed and validated within complex government environments. This study describes an enterprise architecture-driven service integration model designed and evaluated within the Office of the General Comptroller of the Republic of Colombia (Contraloría General de la República, CGR). The study tests the hypothesis that an Enterprise Architecture-driven integration model provides the necessary structural coupling to align technical IT performance with the legal requirements of fiscal oversight, which is an alignment that typically does not appear in generic governance frameworks. The methodological approach followed in this study combines an IT service management maturity assessment, process analysis, architecture repository review, and iterative validation sessions with institutional stakeholders. The model integrates ITILv4 (Information Technology Infrastructure Library), TOGAF (The Open Group Architecture Framework), COBIT (Control Objectives for Information and Related Technologies), and ISO20000 into a coherent framework tailored to the operational and regulatory requirements of an SAI. Results show that the proposed model reduces service fragmentation, improves process standardization, strengthens information governance, and enables a unified service catalog aligned with fiscal oversight functions. The empirical validation demonstrates measurable improvements in service delivery, transparency, and organizational responsiveness. The study contributes to the field of applied system innovation by: (i) providing an integration model, which is scientifically grounded and evidence-based, (ii) demonstrating how hybrid governance and architecture frameworks can be adapted to complex public-sector environments, and (iii) offering a replicable approach for SAIs that seek to modernize their technological service ecosystems through enterprise architecture principles. Future research directions are also discussed to provide guidelines to advance integrated governance and digital transformation in oversight institutions.



Academic Editor: Teen-Hang Meen

Received: 15 November 2025

Revised: 22 December 2025

Accepted: 26 December 2025

Published: 31 December 2025

Copyright: © 2025 by the authors.

Published by MDPI on behalf of the International Institute of Knowledge Innovation and Invention. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the [Creative Commons Attribution \(CC BY\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) license.

Keywords: fiscal oversight; service integration model; enterprise architecture; IT governance; ITIL 4; TOGAF; COBIT; digital transformation in the public sector

1. Introduction

1.1. Context and Institutional Motivation

Digital transformation has become a strategic priority for public administration offices worldwide. This is particularly true for institutions responsible for the guarantee of accountability, transparency, and the effective use of public resources. Supreme Audit Institutions (SAIs) have an increasing dependence on integrated, data-driven technological ecosystems to execute fiscal oversight functions within complex administrative and territorial environments [1–3]. While these ecosystems manage critical data, their lack of interoperability represents a direct risk to fiscal accountability. The isolation of mission-critical information prevents the achievement of a unified view of public spending, which increases the latency between the occurrence of fiscal irregularities and their detection by oversight mechanisms.

Similar to the case of other SAIs, the mission of the Office of the General Comptroller of the Republic of Colombia (Contraloría General de la República, CGR) relies heavily on information and communication technologies that support auditing, monitoring, and fiscal responsibility processes [4].

Despite this dependence, heterogeneous platforms, fragmented service provision, and limited interoperability are still persistent challenges for public-sector organizations [5]. Before this study, several mission-critical systems in CGR, such as the financial auditing system, the internal control platform, and the citizen complaints system, operated in isolation. This situation results in duplicated processes, data silos, inconsistent service levels, and limited traceability. Other shortcomings generated by this isolation are incomplete service catalogs, the absence of an explicit definition of service levels, outdated infrastructure, and a lack of unified monitoring and capacity-management mechanisms.

To address these issues, CGR launched the R&D&I project CGR-407-2024, aimed at designing and developing an integrated service-management model grounded in internationally recognized governance and architecture frameworks—specifically ITILv4 [6], TOGAF [7], COBIT [8], and ISO20000 [9]. The initiative behind the named project aligns with the CGR Strategic Plan 2022–2026 [10] and the institutional IT Strategic Plan (PETI) 2022–2026 [11]. This strategy emphasizes interoperability, citizen-centered value creation, and technological modernization. Within this strategic context, CGR defined objectives focused on (i) consolidating an integrated IT service-management model, (ii) strengthening information security and business continuity, (iii) improving reliability and operational efficiency (e.g., availability > 98%, mean time to repair—MTTR < 24 h), and (iv) promoting innovation and knowledge management across technical and oversight units.

However, designing an integration model that adopts for implementation the artifacts of TOGAF, ITILv4, and COBIT within a national fiscal oversight institution is a non-trivial task. These frameworks originate from corporate environments and require contextual reinterpretation to achieve alignment with public-value, legal compliance, transparency, and accountability demands. The challenge associated to this alignment motivates the scientific contribution of this research.

1.2. Related Work and Research Gap

Digital transformation has been widely recognized as a catalyzer for improving the value, efficiency, and citizen participation in public services [12–14]. Prior works show that digital transformation leads to administrative restructuring [15], process redesign [16,17],

greater proximity to citizens [3,18], and enhanced governance maturity [19,20]. European studies highlight that digital modernization correlates with improved governance indicators and reduced corruption [21,22]. Nevertheless, limited public availability of structured data often restricts the empirical assessment of these transformations for their application in different contexts.

The “limited availability” of IT services is an aspect that might result in the suspension of real-time monitoring of public contracts. This suspension will leave as consequence gaps in the institutional oversight chain. In a similar way, the lack of standardized practices does not just affect efficiency, but it compromises the integrity and legal validity of digital audit evidence, because inconsistent procedures can be challenged during judicial stages of fiscal responsibility processes.

Recent research has explored how digital transformation enhances public-sector performance. However, the efforts presented in those pieces of work tend to conceptualize transformation at a macro-institutional level, without offering operational integration models. For example, Yang et al. [23] develop a production network model to demonstrate how digital transformation improves governmental efficiency, emphasizing the importance of coordinated digital initiatives across departments. Similarly, Shibambu and Ngoepe [24] analyze digital transformation in South Africa and find that limited legislation, weak strategies, and inconsistent implementations limit improvements in public service delivery.

Despite these studies highlighting structural obstacles and the need for coordinated digital strategies, they do not propose comprehensive governance or architectural models aiming at achieving such coordination. In contrast, our work moves beyond diagnosing systemic deficiencies and introduces a structured service integration model that bridges strategy, governance, enterprise architecture, and IT service management. This bridging is achieved through the combined application of TOGAF, ITILv4, and COBIT. This approach provides an actionable pathway to address fragmentation, ensuring not only conceptual but operational alignment between digital transformation and institutional performance.

More specialized approaches focus on architecture-driven service improvement, although these remain scoped within citizen-centric or municipal contexts rather than institutions of fiscal oversight. Singh et al. [25] developed a process model using TOGAF, which incorporates citizen feedback into local public service improvement, highlighting capacity, risk, and adoption challenges at the practitioner level. Likewise, Waara [26] evaluates 18 digital government maturity models and concludes that most fail to integrate citizen-centric considerations into the structure of digital government maturity. This evaluation reveals gaps in frameworks that focus on guiding comprehensive transformation. Compared with these contributions, our work extends architectural and maturity-oriented perspectives towards a more complex institutional environment: a supreme audit institution (CGR). The model presented in this paper reinterprets Enterprise Architecture (EA), IT service management, and governance frameworks within a context where transparency, traceability, accountability, and information integrity are mission critical. Rather than focusing exclusively on citizen-service feedback or maturity assessment, this study articulates a multi-framework and empirically validated integration model capable of supporting mission-critical oversight processes. The result of this work represents a significant contribution, providing a unique and transferable model for public institutions that exhibit high regulatory and operational complexity.

Other studies emphasize the socio-organizational dimension of digital transformation, showing that cultural adaptation and institutional adoption are key factors of success [27]. The methodologies described in these studies provide relevant insights for evaluating service integration models, although they remain underused in oversight institutions.

Despite these contributions, the literature reveals a clear research gap in the integration of IT governance, enterprise architecture, and service-management frameworks within SAIs. Indeed, TOGAF, COBIT, and ITILv4 have been individually applied in public-sector modernization. Nevertheless, prior research does not examine their combined, context-aware application in organizations responsible for fiscal control, where traceability, legal compliance, and operational accountability impose unique constraints [28?].

Existing studies lack validated models that:

1. Strengthen IT service integration within oversight bodies.
2. Incorporate baseline maturity assessments and measurable governance improvements.
3. Demonstrate how technological integration supports fiscal supervision and public-value creation.

Moreover, few works characterize the maturity conditions or performance targets needed to evaluate transformation outcomes in multi-level, heterogeneous administrative environments such as CGR. This gap underscores the need for a structured, evidence-based integration model tailored to the mission-critical demands of fiscal oversight.

While general EA frameworks like TOGAF provide structural blueprints, they lack the legal-technical coupling required for the specific evidential standards of supreme audit institutions. Existing models fail to address the “semantic gap” between IT service performance and the legal validity of fiscal data. Our study resolves this theoretical deficiency by introducing a service integration model for SAIs that prioritizes “legal traceability” as a core architectural constraint, moving beyond operational efficiency toward the preservation of public value through digital governance.

1.3. Aim and Contribution

The aim of this research is to present the design and conceptually validate a service integration model driven by EA principles, that improves IT governance, service reliability, and public-value generation in CGR. The model is based on the integrated application of TOGAF, ITILv4, and COBIT, and it is aligned with the strategic digital transformation goals of the institution [30].

Unlike traditional EA applications that prioritize commercial agility or alignment driven to profit, this model differs operationally by placing regulatory compliance and the chain of custody for fiscal data at its core. It transforms standard architectural phases into a structured mechanism for ensuring that every IT service component directly supports the legal validity of audit findings, which is a requirement unique to oversight contexts.

This study makes three primary scientific contributions:

1. A novel, context-aware integration model: We present a model that adopts ITILv4, TOGAF, and COBIT, specifically for the mission, regulatory constraints, and oversight functions of an SAI, which is a contribution absent in current literature.
2. An empirically grounded architecture: The model is derived from diagnostic assessments, stakeholder engagement, maturity analysis, and iterative validation within CGR, ensuring relevance and applicability.
3. A replicable framework for SAIs: The proposed model provides conceptual and procedural foundations that can be adopted by other oversight institutions seeking to modernize their technological service ecosystems.

Rather than asking “how” to integrate services, this study tests the proposition that standard IT governance (e.g., COBIT/ITIL) is insufficient for SAIs unless mediated by a service layer driven by EA principles that translates operational metrics into “public value” metrics specific to audit processes. Our hypothesis is that this architectural mediation is

the critical factor for overcoming the fragmentation that currently characterizes oversight systems in the public sector.

While this paper focuses on the discussion of the designed and structured phases, since deployment is ongoing, it establishes the baseline for future empirical evaluation of efficiency, interoperability, and governance impacts.

This study offers a replicable framework for other SAIs. This contribution is grounded in institutional theory, specifically addressing the need for the adoption of standardized, professional practices that enhance the institutional legitimacy of oversight bodies. By providing a validated roadmap, the model seeks to help similar public organizations navigate the pressures of digital transformation while maintaining the rigorous governance structures required by their legal mandates.

Finally, the novelty of this study is not simply discussing the aggregation of TOGAF, ITIL, and COBIT. It is the formalization of a “legal–technical interface”. While pre-existing frameworks focus on value delivery and risk management in a commercial sense, they are fundamentally silent on the principles of evidential weight and constitutional independence, which are crucial to SAIs. The model presented in this study generates a new conceptual artifact by “re-coding” ITIL service actions into “audit-ready” processes, where every technical state change is mapped to a legal validity requirement. This synthesis creates a Generative Governance Model that provides a new theoretical lens for studying IT in SAIs.

2. Background

The core mission of CGR revolves around the functions of fiscal oversight and public resource control. These are functions that increasingly depend on effective and scalable technological support. In response to the growing complexity of service delivery and the demand for transparency and efficiency, CGR has decided to work on the development of an integrated service model that aligns its IT capabilities with its institutional objectives.

To support this initiative, CGR strategically adopted internationally recognized frameworks as the foundation for the development of its integration model. COBIT provides the structure for IT governance, ITIL and ISO/IEC 20000 [9] offer best practices for service management, and TOGAF guides the development of enterprise architecture. The convergence of these frameworks within the integration model enables CGR to optimize service delivery, standardize processes, and ensure that IT services are consistent with the mission, vision, and strategic transformation goals of the organization.

This foundational alignment has been critical in shaping a model, which is both technically robust and adaptable to evolving public sector demands. The alignment ensures that technological services function as enablers of institutional value and strengthen the commitment of CGR to innovation, accountability, and digital transformation.

2.1. TOGAF Framework

TOGAF is a framework that allows structuring a high-level architecture to align IT services in an organization. It offers an integral vision of the current architecture and facilitates the planning and implementation of an objective architecture. This objective architecture has as goal to maximize effectiveness and efficiency in a service delivery layer.

The core architectural layers, as shown in Figure 1, provide the structural hierarchy for the digital assets of SAIs. The business layer defines strategic objectives. The information systems layer, which is further divided into data and applications, which supports business processes. Finally, the technological layer specifies the required infrastructure.

TOGAF defines ADM (Architecture Development Method), which provides a guide for every stage of the development, from the definition of the view to the implementation and

change management. ADM ensures the correct alignment of the business and institutional objectives and promotes interoperability.

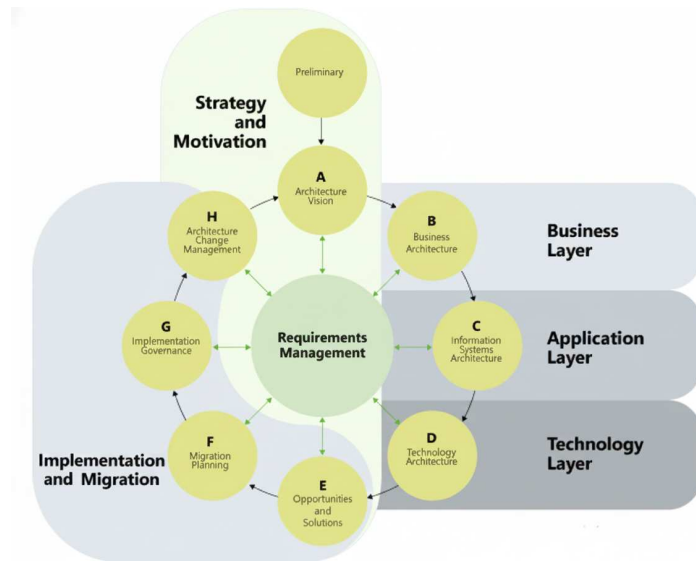


Figure 1. TOGAF core layers [7]. This hierarchy ensures that technological investments are subordinated to the data integrity requirements and business objectives of fiscal oversight.

Rather than a standard implementation, for the model presented in this study, the TOGAF ADM was tailored to CGR by prioritizing the preliminary phase for its alignment with the institutional PETI 2022-2026. Phase B (business architecture) was specifically modified to model the “service catalog” rather than as commercial offerings, but as legal-technical support functions aimed at auditors. Consequently, the Enterprise Continuum of TOGAF was utilized to classify existing “legacy” audit systems as foundation architectures that evolved into the presented service integration model. Figure 2 describes how to integrate different management frameworks with an enterprise architecture defined in TOGAF.

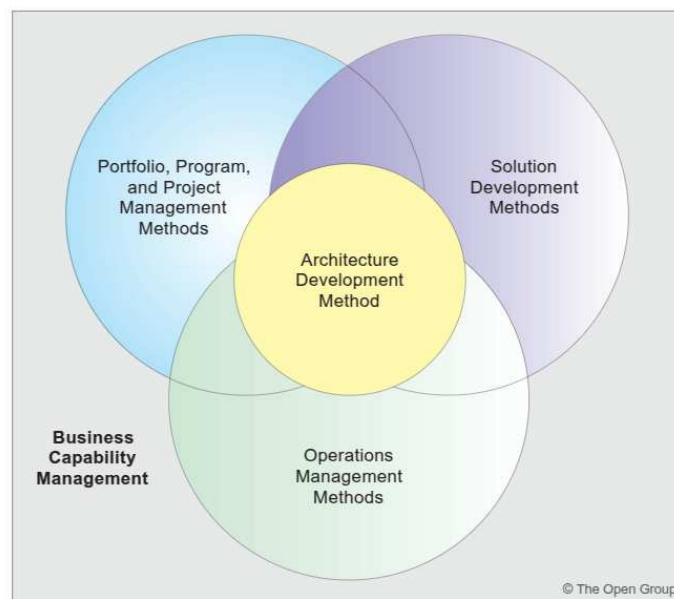


Figure 2. Integration of frameworks. This mapping demonstrates how COBIT provides the governance “Why”, while TOGAF and ITIL provide the architectural “How” and operational “What”, respectively, for the CGR context [7].

For the first approach in the application of TOGAF, it is necessary to assess the maturity level of the organization under consideration, as presented by different authors [31–33]. From this assessment, it is possible to obtain artifacts that measure the maturity and effectiveness of services and policies, for the establishment of contracts among services. Maturity assessment models classify key areas in two main domains: One centered on legal and organizational interoperability and the other focused on technical interoperability. Maturity assessment models allow for an integral evaluation of different factors, make it easier to diagnose the current situation and the identification of improvement opportunities in the systems to be used for digital contracts [32]. The innovation model presented in this paper offers a five-level structure integrated to assess the advances in the interoperability according to the elements defined by Gotschalk et al. [33]. Each level establishes indicators that contribute to determining whether the expected interoperability indicators have been achieved. When completing these levels, it is possible to obtain a quantitative assessment of the maturity of the systems that need to interoperate. The model for maturity assessment is presented in Figure 3.

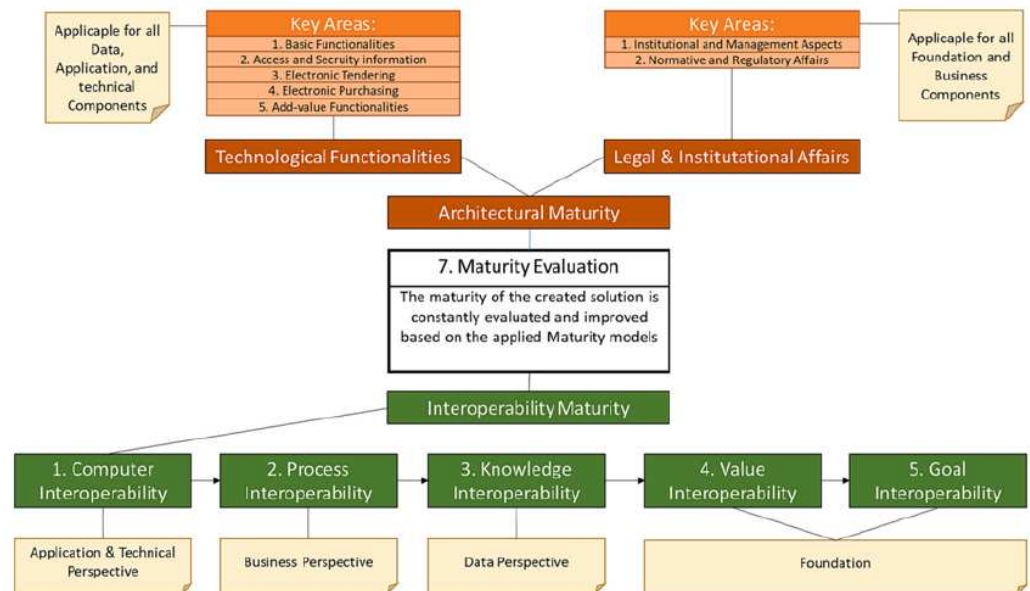


Figure 3. Maturity model [31].

2.2. ITIL

The Information Technology Infrastructure Library (ITIL) is a globally adopted framework driving best practices in IT Service Management (ITSM). Its current iteration, ITILv4, was officially released in 2019 and has since driven the alignment of IT capabilities with strategic business objectives, with a contemporary emphasis on digital transformation, agility, and value co-creation [34]. ITIL adoption is useful for the optimization of operational IT processes, with a special focus on user satisfaction and efficiency on service management. This adoption contributes to the improvement of the responsiveness in projects, which ensures an experience with quality at each point of the interaction within the defined best practices. To achieve a good understanding of the current situation, it is important to consider the main categories that comprise the practices of ITIL, their scope and benefits.

The ITIL framework organizes its 34 management practices into three main categories: general management, service management, and technical management. This organization provides a structured and flexible foundation for companies and institutions to align their service management capabilities with strategic and operational needs. Each

category contributes to a different dimension of service value: from organizational coordination and governance to end-to-end service design and delivery, and the technical enabling required for modern digital infrastructures. Rather than isolating technical execution from management tasks, this classification advocates for integrated thinking and interdisciplinary collaboration.

- **General Management Practices:** They reflect capabilities traditionally associated with enterprise-level administration adapted to support IT service management. These practices include areas such as governance, strategy management, continuous improvement, and workforce management. These practices also improve the alignment of IT initiatives with business objectives, foster a culture of accountability, and provide mechanisms to embed long-term value generation across organizational processes. Finally, general management practices contribute to risk mitigation and regulatory compliance, while supporting robust decision-making in dynamic environments [35].
- **Service Management Practices:** They form the operational core of ITIL, addressing the full life cycle of IT services. Service management practices cover all the stages, from design and transition to delivery and support. These practices emphasize service quality, user experience, and continuous feedback, enabling organizations to provide consistent and reliable value to stakeholders. By promoting standardized approaches to incident handling, service configuration, availability management, and customer engagement, the practices proposed in ITIL contribute to reducing service disruption and improving responsiveness to evolving demands. Moreover, service management practices support the development of adaptive service models, which are critical in fast-paced digital economy present in nowadays societies [36,37].
- **Technical Management Practices:** They focus on the effective and secure operation of IT infrastructures and platforms supporting organizational services. This set of practices provides guide on deployment, monitoring, and technical support, ensuring resilience and scalability of the technological components that sustain service delivery. By applying these practices, organizations can drive infrastructure management, reduce technical debt, and adopt modern approaches such as automation and infrastructure-as-code [38]. Technical management practices are essential to guarantee service and business continuity, especially in hybrid or cloud-native environments where system reliability is a key aspect [39].

Together, these three categories of practices contribute to a unified service management strategy. Rather than treating governance, service quality, and technical execution as separate concerns, ITIL fosters an integrated management culture that promotes agility, transparency, and value co-creation. This holistic perspective is particularly relevant for organizations undergoing digital transformation, where complex interdependencies among people, processes, and technology demand comprehensive and adaptive governance models [36]. By adopting the practice-based structure of ITIL, organizations can enhance their operational maturity while remaining responsive to changes and the dynamic nature of their processes.

2.3. COBIT

COBIT (Control Objectives for Information and Related Technologies) is a comprehensive governance and management framework for enterprise IT, developed and maintained by ISACA. COBIT provides a structured approach for aligning IT processes and services with business objectives, ensuring that organizations obtain value from their IT investments while effectively managing risks and resources. COBIT is designed to be adaptable across different industries and organizational contexts, serving as a reference model for the integration of IT governance within corporate management structures [40].

At its core, COBIT is based on a set of five main principles that guide the design and implementation of governance systems [41]:

- Meeting stakeholder needs: That means ensuring enterprise IT governance aligns with the priorities and expectations of all stakeholders, to balance benefits, risk, and resource optimization.
- Covering the enterprise end-to-end: It corresponds to the integration of governance responsibilities across the entire organization and its processes, not limited to the IT function, but encompassing all business and technological areas.
- Applying a single, integrated framework: This principle refers to leveraging COBIT as an overarching framework that can harmonize with other standards, such as ITIL, ISO/IEC 27001 [42], and ISO/IEC 38500 [43].
- Enabling a holistic approach: That is, structuring governance through a set of interrelated components, including processes, organizational structures, policies, information flows, culture, and skills. This integrated vision, involving all the elements, is key for a true adoption within the enterprise
- Separating governance from management: It means to clearly distinguish governance activities (evaluating, directing, and monitoring) from management activities (planning, building, running, and monitoring operations).

COBIT is structured into conceptual elements that implement these principles [44]:

- Governance and Management Objectives: Grouped into five domains: Governance (evaluate, direct, and monitoring) and management (APO—Align, plan and organize; BAI—build, acquire and implement; DSS—deliver, service and support; MEA—monitor, evaluate and assess), which collectively cover strategy, planning, execution, support, and performance monitoring.
- Components of a Governance System: These are enablers such as processes, organizational structures, policies and procedures, information, culture, ethics, behavior, services, infrastructure, and human resources. These components interact among them to ensure effective governance.
- Performance Management: These are mechanisms to assess the capability and maturity of governance and management practices. This assessment contributes to supporting continuous improvement.
- Design Factors: They include organizational characteristics (e.g., strategy, risk profile, compliance requirements) that influence how the governance system should be tailored to organizational needs.
- Goals Cascade: This is a translation mechanism from stakeholder drivers and needs into specific enterprise goals, and subsequently into aligned governance and management objectives.

By integrating these principles and elements, COBIT provides organizations with a comprehensive and adaptable methodology for designing, implementing, and continuously improving IT governance systems. Its structured approach supports both compliance with regulatory requirements and the creation of sustainable business value leveraging technology resources [41].

Nevertheless, general governance models (e.g., COBIT 2019) often struggle in SAI environments because they assume a unified organizational goal centered on value delivery. In contrast, SAIs operate under a dual-logic system: they must provide technical service stability while simultaneously ensuring independent oversight. Traditional models driven by architecture often fail here because they do not consider the Socio-Technical friction created when IT integration transparency conflicts with the necessary confidentiality of

ongoing fiscal investigations. Our presented model contributes to filling this gap by aligning these conflicting logics through a specialized service-layer abstraction.

2.4. Framework Application and Institutional Integration

The integration of TOGAF, ITILv4, and COBIT within CGR went beyond theoretical alignment. Each framework addressed a specific component of the transformation process, and it was validated through field data and technical analysis performed during the Structuring Phase of the Service Integration Model. The phases adopted for the integration and adoption of industry frameworks in the institutional context follow a methodological approach according to the principles of the Design Science Research (DSR) Methodology [45].

From TOGAF, the institution adopted the Architecture Development Method (ADM) to design a reference model linking business, data, and technology architectures. ADM guided the unification of mission-critical systems, enabling interoperability and process traceability.

ITILv4 practices were adopted and integrated through 23 formalized management procedures, including incident, problem, capacity, service catalog, and information security. These procedures standardized response times, escalation mechanisms, and service availability indicators across different technical domains.

COBIT 2019 provided the governance layer to align service management with institutional strategy. Governance objectives and performance indicators were established for decision-making, risk mitigation, and resource optimization. The performance management principles of COBIT have been employed to define measurable Key Performance Indicators (KPIs) such as Service Level Agreement (SLA) compliance, service continuity, and user satisfaction, among others.

The analytical validation of the proposed model combined the TRL assessment and an IT service-management maturity evaluation. This validation made evident partial process institutionalization. The metrics obtained from this assessment supported the prioritization of improvement initiatives and the construction of a five-phase service integration roadmap comprising diagnosis, design, development, implementation, and monitoring.

3. Methodology

This section presents the methodological framework adopted for the development and validation of the service integration model. Aligned with the scientific expectations of systems innovation research, the methodology is grounded on the principles of Design Science Research (DSR), which is a methodology widely used to develop, implement, and evaluate technological and organizational artifacts that address complex real-world problems [45]. This artifact, as conceptually outlined in Section 5 serves as the target architecture that synthesizes the requirements identified during the diagnosis phase with the structural components of TOGAF, COBIT, and ITIL. DSR provides a structured approach for ensuring rigor, empirical grounding, and reproducibility of results, which is essential in the context of digital transformation in the public sector.

3.1. Design Science Research (DSR) Approach

Under the DSR methodology, knowledge is generated through the creation and evaluation of an innovative artifact intended to solve a well-identified problem. In this study, the artifact is the service integration model (detailed in Section 5), designed to address the fragmentation, inconsistent governance practices, and low service maturity present in the technological ecosystem of CGR.

In the DSR framework, two interconnected spaces guide the research process:

- Problem Space: where diagnosis, data collection and governance assessment allow to analyze needs, constraints, and contextual requirements of CGR.
- Design and Validation Space: where maturity assessments, expert validation, and verification of alignment with institutional priorities allow the construction and evaluation of an integration model using TOGAF, COBIT, and ITILv4 artifacts.

This dual perspective ensures that the proposed artifact is both theoretically grounded, with feasible practical application within the institutional environment of a Supreme Audit Institution.

To fully operationalize the DSR approach, this study distinguishes between the local artifact (the CGR integration model) and the artifact abstraction (a generalizable framework for SAIs). The justificatory knowledge is drawn from institutional theory (ensuring legitimacy) and socio-technical systems theory (balancing technical tools with organizational behavior). The following design principles (DP) were extracted:

- DP1 (Modularity): Decouple audit data from specific applications to ensure long-term availability.
- DP2 (Traceability): Every IT service action must map to a fiscal oversight requirement.
- DP3 (Transparency): Performance metrics must be accessible to non-technical stakeholders to reduce bureaucratic resistance.

As detailed in Table 1, this research distinguishes between the specific implementation at the CGR and the higher-level artifact abstraction. Thus, we ensure that the findings are not merely a contextual report but a generalizable contribution to the field of systems innovation.

Table 1. Operationalization of the design science research (DSR) framework: from local implementation to artifact abstraction.

DSR Component	Implementation in This Study (Local)	Theoretical Abstraction (General)
Artifact	CGR Service Integration Model.	SAI Governance Meta-Model.
Justificatory Knowledge	Institutional Theory.	Audit-Service Coupling Theory.
DP1	Use of GLPI for ticket tracking	Automated Forensic Traceability.
DP2	TOGAF ADM implementation	Modular Architecture for Oversight.
DP3	KPI Dashboard and Pilot Feedback	Adaptive Governance Feedback Loop.

3.2. Overall Design and Stages

The methodological process has been organized into four structured stages aligned with DSR cycles of problem identification, design, and evaluation:

1. Institutional Diagnosis: Analysis of the technological ecosystem, governance structures, and interoperability challenges in CGR.
2. Data Collection and Stakeholder Engagement: Gathering qualitative and quantitative evidence from institutional documents, interviews, and surveys.
3. Maturity and Readiness Assessment: Evaluation of the service practices aligned with ITILv4 and COBIT governance capabilities.
4. Integration Modeling and Validation: Development of the service integration model and its conceptual validation through expert sessions and alignment with the strategic plans of CGR.

Each stage integrated multiple sources of evidence to ensure triangulation and methodological rigor.

3.3. Timeline of the Model Development

The research to develop the model presented in this paper was executed through an integrated lifecycle that aligned the scientific rigor of DSR with the institutional needs of CGR. The timeline below details the execution of the model phases:

- Phase 1: Institutional Diagnosis and Evaluation (Initiation): This phase began with the launch of the R&D&I project CGR-407-2024. It was driven by the institutional need to modernize fragmented systems (auditing, internal control, and citizen complaints) as outlined in the 2022–2026 strategic cycle.
- Phase 2: Primary Research and Data Collection: Quantitative data collection was centered around an institutional survey conducted among CGR officials. The survey assessment was aligned with the current PETI 2022–2026 strategy to ensure the findings reflected contemporary technological needs and digital transformation goals.
- Phase 3: Maturity Assessment and Readiness Assessment: Following data collection, a baseline maturity assessment was performed using COBIT 2019 and ITILv4. This assessment (detailed in Tables 2 and 3) established the current state of the IT governance and service capabilities of the institution for the current strategic period.
- Phase 4: Integration Modeling and Validation: The conceptual validation of the service integration model (the DSR artifact) will take place during the “structuring phase”. This phase involves iterative validation sessions with the CGR IT governance board, and it will be finalized for submission during 2026.

Table 2. Descriptive summary of survey results by analytical dimension.

Dimension	Key Indicators (Main Results)	Descriptive Statistics (Means/Majority Responses)	Interpretation Summary
Availability and Access	93.6% report services generally or always available; 81.8% consider access easy or very easy; 71.6% experience interruptions < 2 h; 73.9% report resolution < 10 h.	Mean = 4.3; SD = 0.6; Mode = 5 (High).	High service availability and accessibility; connectivity issues remain the main source of incidents.
Technical Support Quality	94.1% rate staff as competent; 90.7% find incidents resolved definitively; 96.6% perceive strong commitment.	Mean = 4.5; SD = 0.4; Mode = 5.	Users highlight competence and responsiveness; communication and feedback consistency need improvement.
Technological Infrastructure	80.9% state their equipment meets needs; 75% find the connection stable; 65% consider the infrastructure sufficient.	Mean = 3.9; SD = 0.8.	General adequacy of infrastructure, but equipment obsolescence and connectivity deficiencies persist, especially in territorial offices.
Security and Data Protection	52% always and 46.3% generally feel secure; 92.6% consider their data protected; 70% show concern about cyberattacks.	Mean = 4.2; SD = 0.5.	Positive perception of cybersecurity; users request more training and stronger preventive tools (firewalls, antivirus, awareness).
Communication and User Attention	47% generally receive notifications; 53.7% perceive communication as clear; 49% feel their opinions are considered.	Mean = 3.8; SD = 0.7.	Effective communication overall, but inconsistent; users demand clearer, more inclusive, and timely messages.
Innovation and Continuous Improvement	52.8% perceive regular innovation; 73% affirm updates improve productivity; 43% recognize new tool proposals.	Mean = 3.9; SD = 0.6.	Moderate innovation perception; users highlight the need for unified systems, interoperability, and use of AI tools.

Table 2. *Cont.*

Dimension	Key Indicators (Main Results)	Descriptive Statistics (Means/Majority Responses)	Interpretation Summary
Overall Satisfaction	82.4% satisfied or highly satisfied; 77% feel expectations are generally or always met; 81.3% would recommend IT services.	Mean = 4.1; SD = 0.5.	High overall satisfaction, with expectations for modernization, improved communication, and better connectivity.

Table 3. Current COBIT 2019 maturity levels at the CGR: baseline results from institutional diagnostic assessment (*N* = 130).

Family	Current	Comment (Excerpt)
EDM (Evaluate, Direct, Monitor)	2.60	Governance intents are defined; reporting is partially standardized.
APO (Align, Plan, Organize)	2.21	Strategy/architecture are defined; portfolio and SLA management incipient.
BAI (Build, Acquire, Implement)	1.82	Project controls and change enablement heterogeneous across units.
DSS (Deliver, Service, Support)	1.83	Incident/problem continuity not fully institutionalized.
MEA (Monitor, Evaluate, Assess)	1.75	KPIs defined in templates; routine monitoring yet to be consolidated.

The research process has not been limited to a theoretical application of frameworks. It has been a contextual reinterpretation (as noted in Section 2.4). The modeling phase has explicitly integrated the 23 formalized management procedures from ITILv4 with the TOGAF ADM architecture designed specifically for the SAI environment. This integration ensures that the validation stage is not limited to abstract approval, but it will be incorporated according to the actual operational and regulatory requirements of fiscal oversight.

3.4. Data Sources and Collection Methods

Following an approach based on mixed methods, data collection has combined qualitative and quantitative instruments to ensure a comprehensive assessment of IT service performance and governance.

- Document Analysis: Review of institutional IT policies, strategic plans (PECGR 2022–2026 and PETI 2022–2026), service management procedures, and architecture repositories.
- Semi-structured Interviews: Conducted with directors and process leaders from OSEI and DIARI to identify pain points, dependencies, and service expectations.
- Survey Instrument: The survey instrument (Appendix A) comprises 44 items. While perception-based items use a five-point Likert scale (1 = strongly disagree, 5 = strongly agree), operational capability items (marked in Appendix A) utilize a categorical scale to verify the formalization and existence of IT management practices. Both types of data were integrated into the maturity assessment scores presented in Section 4.2.

To ensure a comprehensive evaluation, a mixed-scale approach was employed:

- Strategic and Performance Dimensions (Items 1–5, 7–10, etc.): These items assessed institutional perception and maturity using a five-point Likert scale, ranging from “strongly disagree” (1) to “Strongly Agree” (5).
- Operational and Capability Dimensions (Items 6, 11, 17, 23, 29, 35, 41): These items focused on the existence and formalization of specific ITILv4 and COBIT 2019 practices. They were measured using a categorical scale (e.g., Yes/No/In Progress or frequency-based options) to provide a binary or ordinal baseline for

maturity calculations, which were subsequently normalized to the 0.0–5.0 scale presented in the results.

- Quantitative Maturity Assessments: Application of ITILv4 maturity models and Technology Readiness Level (TRL) scales to evaluate operational readiness for integrated service management.

The survey demonstrated strong internal consistency (Cronbach's $\alpha = 0.87$), and thematic grouping ensured alignment with the management practices presented in ITILv4.

3.5. Sampling Design and Population Stratification

CGR comprises approximately 6500 officials distributed across central and regional offices. The sample size for the survey was estimated using the finite population correction formula:

$$n = \frac{Z^2 p(1-p)N}{e^2(N-1) + Z^2 p(1-p)} \quad (1)$$

where $Z = 1.96$, $p = 0.5$, $e = 0.05$, and $N = 6500$. The calculated optimal sample size was 363. The final valid sample consisted of 130 respondents (2.0% of the population), which remains suitable for exploratory institutional studies.

While the theoretical optimal sample was calculated at 363 respondents (95% CI; 5% MoE), the final study reached a sample of 130 active officials. This participation rate is common in high-security public sector environments where access to specialized technical staff is restricted. Despite the lower absolute number, the sample achieved a high degree of representativeness, as it included the primary process owners and decision-makers from the OSEI (Office of Information Systems) and DIARI (Information, Analysis, and Immediate Reaction Direction), who possess the specific technical knowledge required to evaluate ITILv4 and COBIT maturity. Furthermore, with $N = 130$, the study maintains a margin of error of approximately 8.5%, which is statistically acceptable for exploratory diagnostic research in Enterprise Architecture.

While the response rate represents approximately 2% of the total institutional workforce, the sampling strategy transitioned from a simple random approach to purposive sampling of key informants. The number 130 respondents are not a general cross-section but are concentrated in the OSEI and DIARI units. These groups, particularly auditors and IT governance leads, are emphasized because they are considered the “process owners” of the service integration model. In DSR, representativeness is achieved through the depth of expertise regarding the environment of the artifact rather than sheer volume. Auditors were prioritized because they are the end-users of the fiscal evidence that the model aims to protect, ensuring that the validation is grounded in the core constitutional mission of CGR.

A stratified random sampling strategy was implemented to ensure proportional representation across job roles, departmental affiliations, and geographic regions. Random selection was conducted digitally to minimize selection bias.

To ensure comparability between the five-point Likert items (perception) and the categorical items (practice verification), a normalization and weighting procedure was applied. For categorical items, a “Yes” response was assigned a value of 5.0, “Partial” 2.5, and “No” 0.0. Scores were then aggregated by organizational unit (OSEI and DIARI) using an arithmetic mean with equal weighting, as both units represent critical pillars of the integration model. To mitigate response bias from the low response rate in certain technical areas, scores were cross-referenced with the qualitative findings from the semi-structured interviews, ensuring that the final maturity level reflected both the quantitative data and the institutional reality.

3.6. Conduction of Interviews

Semi-structured interviews were conducted with directors and process leaders from the OSEI and DIARI units. Interview sessions were designed to identify operational dependencies, critical service bottlenecks, and strategic expectations for the integration model. Specifically, these interviews followed a protocol focused on four lines: (i) current system fragmentation, (ii) critical data flows for fiscal oversight, (iii) governance constraints, and (iv) desired service levels. The qualitative data gathered were used to:

- Contextualize the Problem Space: By validating the “isolated” operation of the mission-critical systems like the financial auditing and citizen complaints platforms.
- Inform the Architecture Design: By ensuring the TOGAF ADM application correctly maps the 23 formalized ITILv4 procedures to the actual technical domains of the SAI.
- Linking of findings: By providing qualitative depth to the low maturity scores (below 2.0) found in the quantitative COBIT and ITILv4 assessments.

3.7. Maturity and Readiness Assessment Procedure

To evaluate IT governance and service capability, assessments were performed using:

- ITILv4 Practice Maturity: Evaluation of organization and people, information and technology, partners and suppliers, and value streams and processes. Each domain was rated on a maturity scale with five levels. Table 4 summarizes the level descriptions.
- COBIT 2019 Process Capability: Complementary evaluation of governance processes using the maturity scale of COBIT (0 to 5), as shown in Table 3.
- Technology Readiness Level (TRL) Analysis: Assessment of prototype readiness, controlled pilots, and operational feasibility for each service domain.

Table 4. Baseline maturity scores for ITILv4 practices: assessment of the current state via technical survey and qualitative interviews.

Practice	Score	Comment
Strategy Management	3.50	Strategic alignment and planning artifacts exist.
Risk Management	3.18	Risk registers and treatment plans are partially implemented.
Information Security Management	3.00	Policies in place; operationalization uneven across offices.
Service Desk	2.86	Escalation pathways are defined; heterogeneous response times.
Incident Management	2.67	Logging standardized; root cause and continuity procedures pending.
Service Design	1.71	Design templates are not consistently applied across services.
Service Level Management	1.73	SLA negotiation and review mechanisms in the early stages.
problem management	1.60	Root-cause analysis and knowledge capture are not systematic.

Two evaluators conducted the assessments independently and consolidated their results through validation sessions with the CGR IT Governance Board. This approach ensured the correct triangulation of findings.

3.8. Analytical Instruments

Several complementary tools have been used to support systematic analysis:

- Compliance Matrices: For the mapping of CGR processes to COBIT control objectives and ITILv4 practices.
- Dependency Models: For the identification of data flows, shared services, and interoperability points among the core systems of CGR.
- Process Maps: For the modeling of incident, problem, capacity, change, and catalog management workflows.

These tools enabled structured reasoning about capabilities, bottlenecks, and integration opportunities, thus forming the analytical basis for model formulation.

3.9. Link with Institutional Results

The diagnostic results revealed dependencies among platforms, infrastructure constraints, and maturity gaps across the technological ecosystem of CGR. These findings are presented in Section 4 and directly informed the architecture and design principles of the service integration model introduced in Section 5. The methodological approach thus ensures that the proposed artifact is both empirically grounded and aligned with the strategic, operational, and governance needs of the institution.

4. Key Findings

This section presents the key findings in the Structuring stage as a previous step for the development of the service integration model. The process followed is presented in Figure 4. The Innovation Model for Service Integration is based on assessing the maturity level and identifying an improvement plan to enhance service efficiency and effectiveness.

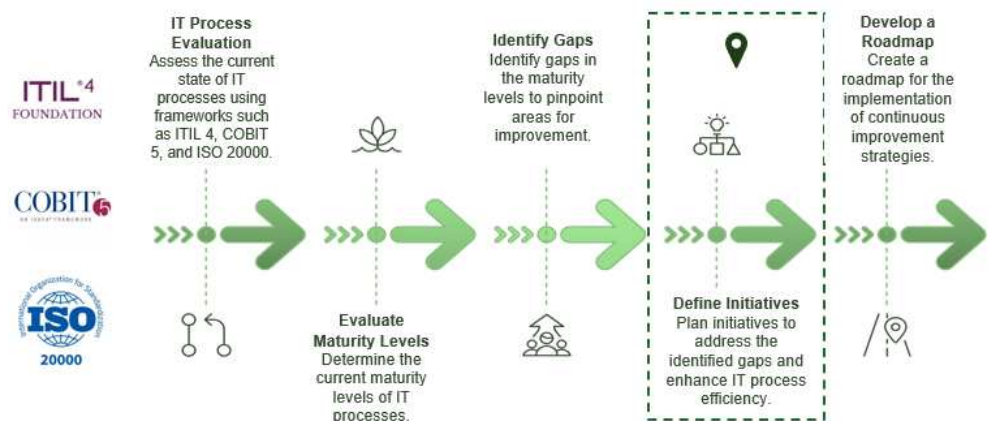


Figure 4. Structuring stage of the design model process.

4.1. Survey Data Analysis and Descriptive Results

The institutional survey conducted among CGR officials provided a multidimensional view of the current state of technological services. The analysis grouped results into seven analytical dimensions: (i) availability and access to IT services, (ii) technical support quality, (iii) technological infrastructure, (iv) information security and data protection, (v) communication and user attention, (vi) innovation and continuous improvement, and (vii) overall satisfaction. Table 2 summarizes the main quantitative findings.

The results in Table 1 reveal a critical bottleneck: the “communication and innovation” dimension received the lowest scores across both DIARI and OSEI. This indicates that while technical capabilities exist, there is a siloed culture that resists the transparency required for service integration. For the transformation goals of CGR, this implies that a change management strategy must accompany the technological deployment of the model. Otherwise, the architectural integration will lack the institutional acceptance necessary to sustain its interoperability.

Across all dimensions, responses indicate a predominantly positive institutional perception of IT services. The mean scores across the seven dimensions range between 3.8 and 4.5, confirming a globally favorable evaluation, with relatively low dispersion ($SD < 0.8$), suggesting internal consistency in user responses. The highest mean corresponds to technical support quality, while the lowest values are associated with communication and infrastructure, consistent with open-ended feedback.

Qualitative responses reinforced these statistical findings. Users value service availability, security, and staff responsiveness, but emphasize the need for modernization of equipment, improved connectivity, and stronger interoperability among institutional platforms. They also stress the importance of broader training in cybersecurity and effective communication during service changes or incidents. The expressed demand for tools and automation based on artificial intelligence indicates a high level of technological awareness among staff and alignment with the digital transformation strategy of CGR (PETI 2022–2026).

Rather than simple technical gaps, the low maturity levels in service design and problem management (as seen in Table 2) reflect an institutional reactivity. This reactive posture directly compromises the reliability of audit reports, as IT incidents are handled in isolation instead of being analyzed for systemic patterns. In consequence, the model presented in this study is not just an optimization, but a strategic correction intended to shift the CGR from a reactive mode to a preventive, governance structure oriented to services.

In summary, the descriptive analysis reveals that, while CGR maintains strong operational performance and high user satisfaction in key service dimensions, the most critical improvement areas relate to technological infrastructure, communication, and innovation. These findings provide the empirical foundation for the improvement roadmap and the design of specific key performance indicators (KPIs) in the presented service integration model.

4.2. Analysis of the Current State of Technological Service Delivery in CGR

CGR relies heavily on information technologies to support critical functions such as fiscal oversight, data management, and evidence analysis. However, this reliance on IT services also introduces operational risks, as the institution lacks robust continuity plans to mitigate potential failures. Without well-structured disaster recovery mechanisms, technological disruptions could significantly impact the ability of CGR to fulfill its mission.

The data presented in Tables 2–4 represent the baseline quantitative diagnosis of the technological ecosystem in CGR. These values have been obtained through the following iterative process:

- Quantitative Assessment: Applying the 44-item construct to the study sample ($N = 130$) to generate scores for seven ITILv4 and COBIT 2019 dimensions.
- Qualitative Triangulation: Refining the “Comment” columns through semi-structured interviews with process leaders from OSEI and DIARI units to identify root causes of low scores.
- Target Definition: Aligning the performance targets (Table 4) with the requirements established in the institutional PETI 2022–2026 and the CGR-407-2024 project milestones.

Table 3 shows the baseline COBIT 2019 maturity levels across the five governance families at CGR. The findings reveal that, although EDM (Evaluate, Direct, Monitor) shows relative progress with a maturity level of 2.60, mainly due to the existence of governance committees and decision-making mechanisms, other families remain below 2.5. Particularly, BAI, DSS, and MEA present the largest improvement opportunities, as they lack institutionalized processes for change enablement, continuity, and performance

monitoring. These results confirm the need for a unified integration model governed under a formal architecture and service-management framework.

A major challenge faced by CGR is the lack of complete service integration across its various IT systems. Currently, technological services operate in isolated and fragmented environments, leading to redundancies, inefficiencies, and limited interoperability. The absence of a centralized service integration framework prevents a streamlined approach to data management and cross-functional operations, restricting the ability of the institution to leverage digital transformation effectively. The addressing of these issues requires a strategic approach to IT service consolidation and governance. Table 4 highlights the maturity status of selected ITILv4 practices at CGR. The interview data confirmed that the low quantitative scores for “problem management” were linked to a lack of root-cause analysis procedures identified by process leaders. Strategic domains such as strategy management and risk management score above 3.0, making evident a strong alignment with institutional priorities and ongoing capacity planning efforts. However, practices with greater operational impact on service continuity, such as service design, service level management, and problem management display maturity levels below 2.0. This gap reflects the heterogeneous definition of workflows and the lack of standardized SLA negotiation and measurement, which directly affects user experience and fiscal oversight operations.

The results indicate a critical vulnerability in problem management (0.95) and service design (1.20). In the context of a supreme audit institution, low maturity in problem management implies that recurring technical failures are not being root-cause analyzed, leading to a high risk of data corruption or loss during incident recovery. This directly impacts audit reliability, as the lack of a stable service design means new auditing tools are being deployed without the necessary security controls or performance baselines. In consequence, the proposed integration model prioritizes the stabilization of these domains to ensure that the recovery of fiscal evidence is not only fast (MTTR) but also forensically sound and consistent.

An evaluation of IT process maturity in CGR, based on the Technology Readiness Level (TRL) model, indicates that the institution currently operates at a TRL level between 5 and 6. While testing environments and quality assurance mechanisms exist, full integration into an operational setting remains incomplete. Essential elements such as a service catalog, development processes, and infrastructure management frameworks have been implemented. However, fragmentation across different IT components limits their effectiveness, particularly in high-demand and mission-critical scenarios. Additionally, the absence of structured disaster recovery procedures and the lack of regular IT resilience testing further underscore the need for a higher level of technological maturity and preparedness. Advancing IT maturity in CGR requires the implementation of a standardized service model, incorporating frameworks such as ISO 22301 [46] for business continuity and ITILv4 and COBIT for IT governance and process integration.

While CGR has made notable efforts in digital transformation, there remains a partial disconnection between strategic objectives and tactical IT implementations across its departments. Despite modernization initiatives being in place, a lack of alignment between governance structures and operational execution reduces the efficiency of these advancements. To bridge this gap, it is essential to establish a more cohesive IT governance strategy that connects long-term institutional goals with practical, day-to-day IT service management.

Furthermore, Table 5 shows a sample of the current catalog of IT service indicators defined by the CGR. A total of 51 KPIs were identified: 37 operational (72%), 11 project-level (22%), and 3 strategic (6%). While this demonstrates a significant effort in process measurement, the concentration of indicators at the operational level suggests a limited capability

to measure public-value outcomes, a critical requirement for fiscal accountability institutions. Strengthening strategic KPIs (e.g., audit-traceability metrics, service contribution to oversight effectiveness) would enable the model to better demonstrate institutional impact.

From the total catalog of 51 KPIs managed by the CGR, the indicators shown in Table 5 were selected based on their high impact on the “delivery and support” macro-component of the proposed model. These metrics focus on availability and resolution times, which were identified as the most significant pain points during the diagnostic phase.

Table 5. Selected service performance indicators from the institutional catalog ($n = 51$) and their strategic targets.

ID	Indicator Name	Unit	Target (Meta)
IND-ES-1	Overall IT service availability	Percentage (%)	0.90
IND-OP-4	Incident response time compliance (SLA)	Percentage (%)	0.90
IND-OP-8	Mean Time to Repair (critical services)	Hours	<4 h
IND-PR-5	Project on-time delivery rate	Percentage (%)	0.90
IND-OP-6	Scheduled maintenance adherence	Percentage (%)	0.90
IND-OP-7	Security incident closure within time-frame	Percentage (%)	0.90

Taken together, these baseline results provide a precise and measurable starting point for the adopted service integration model. They validate the relevance of implementing a structured, framework-based approach, combining TOGAF, ITILv4, and COBIT, to enhance service reliability, visibility, and alignment with the CGR’s mission of safeguarding public resources.

4.3. Reinterpreting Framework Concepts for Public Governance

The adaptation of managerial frameworks such as TOGAF, ITILv4, and COBIT to the public sector requires a contextual reinterpretation of their core concepts. In CGR, these frameworks were not applied in their original corporate form, but they were adjusted to align with the principles of transparency, accountability, and public value creation that govern public administration. This subsection clarifies how key concepts were redefined and operationalized within this institutional setting.

The contextualization of these frameworks for the CGR involved specific operational modifications:

- **TOGAF ADM Tailoring:** Phase B (Business Architecture) was modified to include a “Legal-Technical Traceability” sub-phase. This ensured that every IT service defined in the catalog was mapped not just to a business process, but to a specific article of the Colombian fiscal oversight law.
- **COBIT Operationalization:** Performance metrics were shifted from corporate return of investment to “oversight capability”. For example, the COBIT metric “percent of IT-enabled business programs” was adopted at CGR as “percentage of digital audit artifacts with automated chain-of-custody verification”.
- **ITILv4 Adaptation:** The “service request management” practice was specifically integrated with the CGR-407-2024 security protocols, requiring multi-factor authentication and role-based access for any data modification involving fiscal evidence.

Business Analysis. In the context of CGR, business analysis was reinterpreted as the study of fiscal oversight, auditing, and citizen-service processes rather than commercial or profit-oriented activities. The analysis focused on understanding how information flows across audit, administrative, and strategic domains, identifying bottlenecks that affected

the timeliness and reliability of fiscal control actions. This process informed the redesign of workflows in its core platforms, linking business rules directly to audit traceability and citizen accountability. Thus, “business” refers to the public mission and statutory functions of the institution, emphasizing social and institutional outcomes instead of market performance.

Similarly, Figure 5 shows that practices influencing user service experience, such as Service Level Management and problem management, score below 2.0, explaining the current limitations in SLA compliance and service restoration. In contrast, Strategy and Risk Management show better maturity levels, which reflects the CGR’s strong strategic governance but also highlights a tactical–operational execution gap.

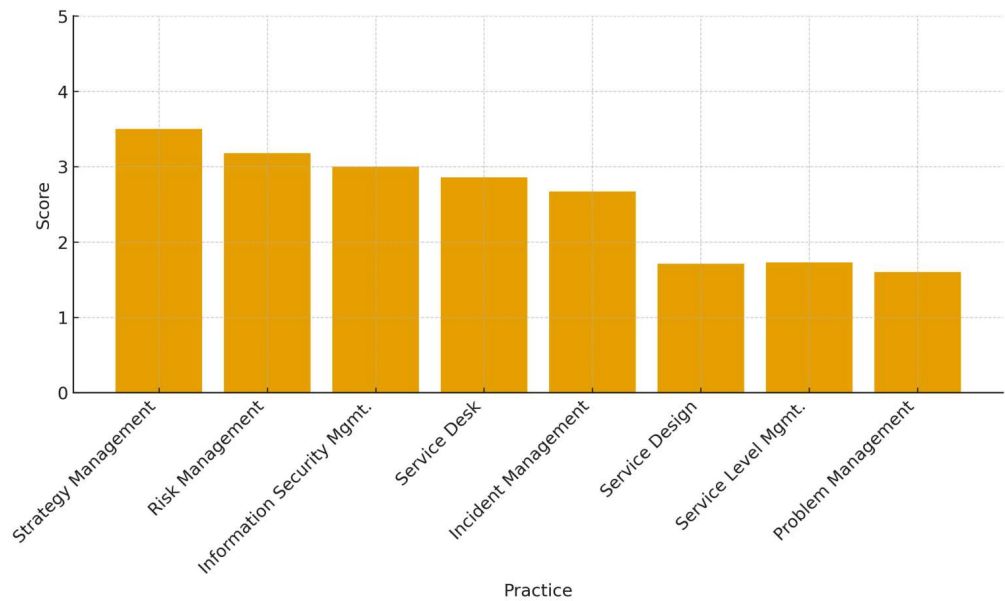


Figure 5. ITILv4 practice maturity levels at the CGR.

Strategy Management. Within CGR, strategy management was aligned with national and institutional planning instruments, including the Digital Transformation Plan and the Institutional Strategic Plan (PETI 2022–2026). Instead of pursuing competitive advantage, strategic alignment sought to ensure that technological initiatives supported policy compliance, regional equity, and service accessibility. This redefinition made it possible to integrate TOGAF’s architectural planning phases with public-sector priorities such as territorial coverage and citizen trust.

Performance Management. Within the reinterpretation of “performance management”, a critical limitation was identified in the current institutional KPI catalog. As shown in the synthesized selection in Table 4, the distribution is heavily skewed toward operational metrics: 72% of the indicators are operational/technical, 22% are tactical, and only 6% are strategic. This “measurement gap” suggests that while the CGR can monitor the “health” of its systems, it currently lacks the metrics to quantify how IT service integration directly enhances fiscal oversight outcomes or public value creation. Consequently, the presented model establishes the architectural foundation necessary to evolve these indicators toward more strategic and oriented to impact measures.

The COBIT 2019 principles of performance management have been adapted to public governance metrics. Measures of transparency, service continuity, responsiveness, and institutional credibility replaced Traditional efficiency indicators (cost reduction, return on investment). The Key Performance Indicators (KPIs) defined in the CGR’s IT Service Model included dimensions such as service availability (>98%), user satisfaction, and

compliance with information security and data protection regulations. These indicators were designed to strengthen decision-making and accountability rather than to maximize revenue or operational profit.

Figure 6 complements the maturity analysis by illustrating the relative performance of the governance families. The gap between EDM and the other domains makes visible the challenge of operationalizing governance intents into consistent service delivery and measurement practices across all units. This visual evidence reinforces the findings of Table 3 and confirms that transformation efforts must prioritize APO, BAI, DSS, and MEA capabilities to ensure effective fiscal oversight.

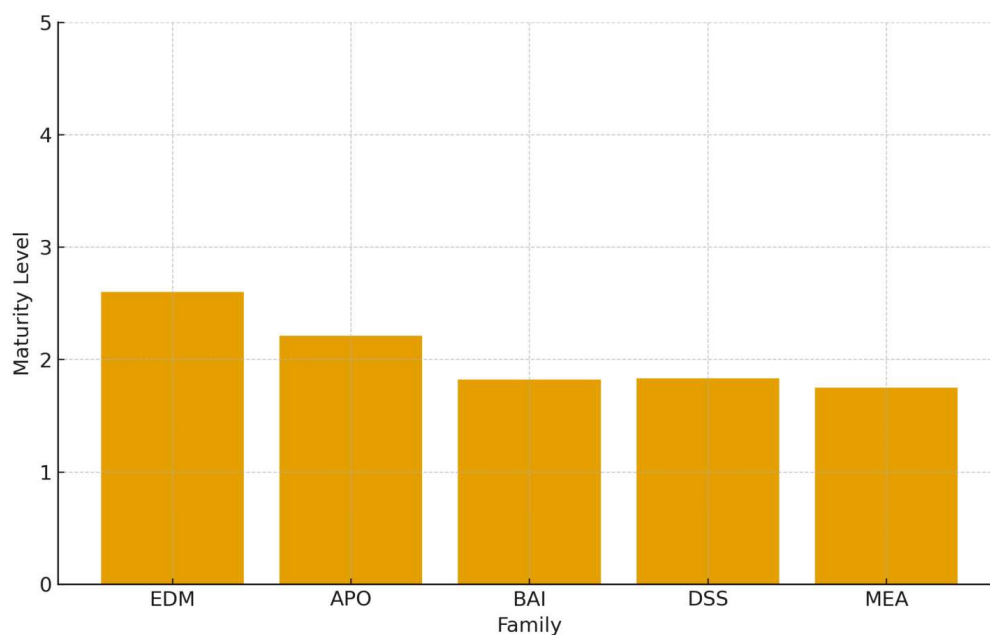


Figure 6. Baseline maturity levels across COBIT 2019 governance families at the CGR.

Knowledge and Innovation Management. The emphasis of ITILv4 on continuous improvement and organizational learning was reframed as a mechanism for institutional capacity building. Knowledge management practices focused on documenting good practices, lessons learned, and process standardization to facilitate institutional memory and ensure continuity of oversight services. Innovation management was directed towards the sustainable modernization of public services, emphasizing open data, digital participation, and citizen-centered value generation.

5. Service Integration Model

The presented service integration model constitutes the scientific artifact developed through the Design Science Research methodology described in Section 3. The model is designed to strengthen efficiency, interoperability, and governance of IT services in CGR by integrating architectural, governance, and service-management practices derived from TO-GAF, ITILv4, and COBIT. It deploys a structured and replicable blueprint that aligns technological services with institutional objectives and mission-critical fiscal oversight functions.

5.1. Model Overview and Design Logic

The design of the model follows a layered and iterative structure grounded in enterprise architecture principles. Four macro-components—Engagement, Design and Transition, Obtain/Build, and Delivery and Support—constitute the core of the model. These components encapsulate the full lifecycle of IT services, from strategic alignment and plan-

ning to service development, operation, and continuous improvement. Figure 7 provides an integrated visualization of these elements.

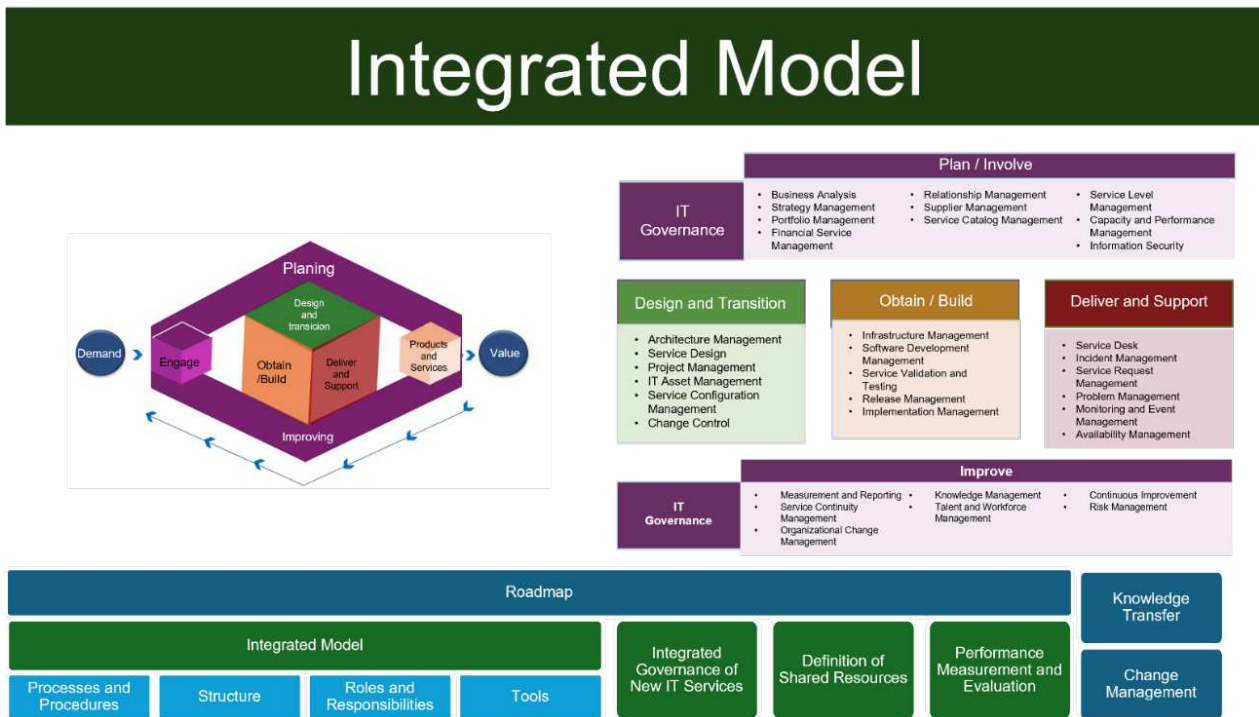


Figure 7. Proposed service integration model for SAIs. The figure highlights the four macro-components: Governance (COBIT), Architecture (TOGAF), Operations (ITIL), and the unified performance layer.

Each macro-component implements specific architectural decisions, governance mechanisms, and practices aligned with ITILv4:

- In the context of CGR, the engagement component implements semi-structured feedback loops identified in the diagnosis, while design and transition focuses specifically on the migration of legacy audit workflows into the new interoperable state. By focusing on these SAI-specific applications, the model avoids the generalities of standard ITIL implementations as described in Section 2.
- Obtain/Build: Addresses infrastructure provisioning, software implementation, prototyping, and service validation. This phase aligns with TRL readiness criteria and the Build–Test cycles of systems engineering.
- Delivery and Support: Ensures operational performance through incident management, service desk operation, request fulfillment, monitoring, and performance measurement. It corresponds to service value chain activities of ITILv4.

A continuous improvement loop integrates governance mechanisms such as risk management, service continuity, and performance evaluation. Knowledge transfer and organizational change practices facilitate sustainable adoption of technological innovations.

5.2. Architecture and Value Flow Model

The architectural design of the model is grounded in the ITILv4 service value chain, adapted to the institutional environment of CGR to optimize resources, strengthen interoperability, and enhance both employee and citizen experience. Figure 8 illustrates the value-flow representation of the model.

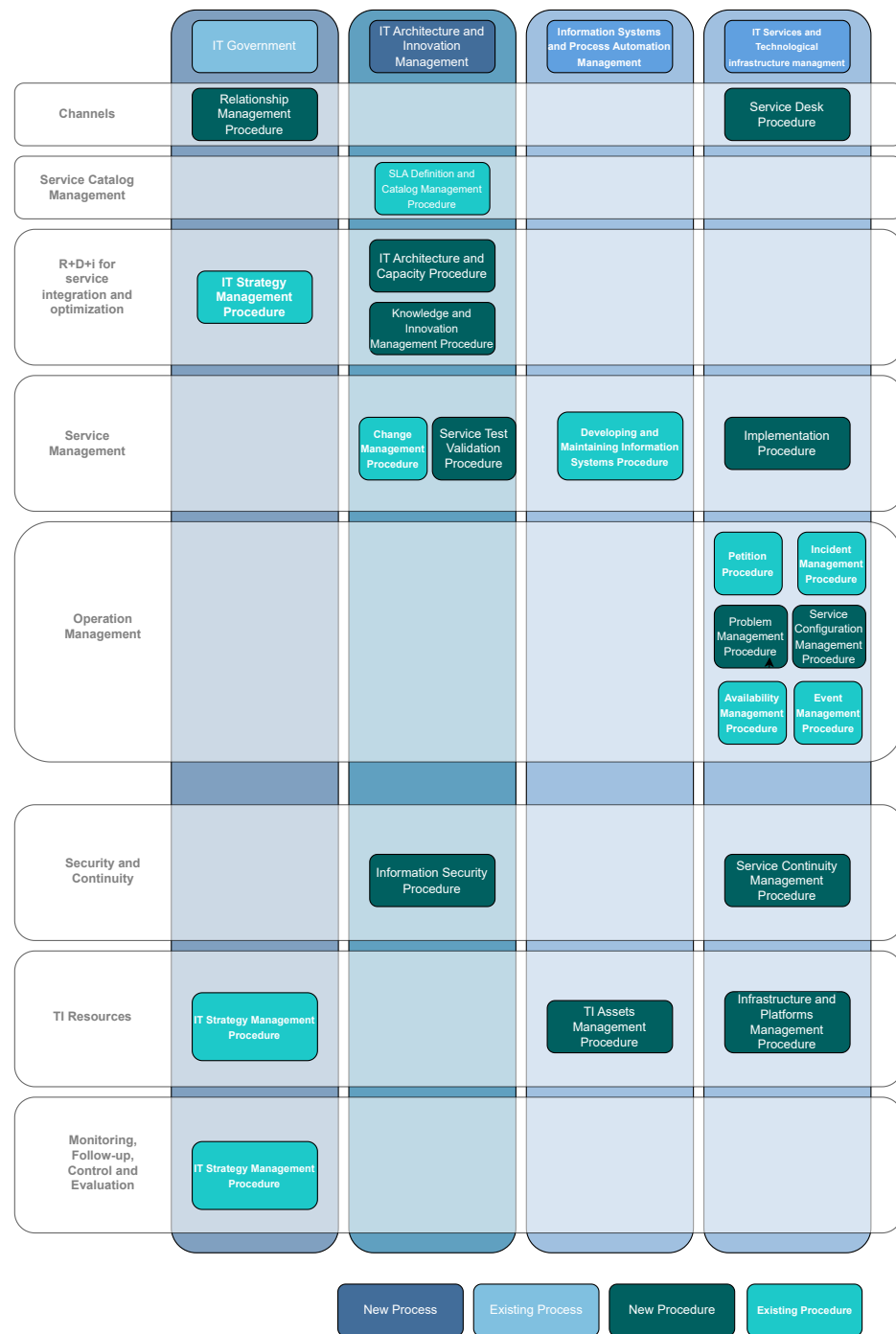


Figure 8. Architecture flow and procedural connections. The diagram illustrates the life cycle of a service request: from the business layer (strategy/policy) through the data layer (audit evidence) to the technology layer (infrastructure).

To provide clarity on the contribution of the model, Figure 8 distinguishes between pre-existing institutional assets and new architectural components. The technology layer (cloud/on-premise servers) and certain application silos represent existing components. In contrast, the integration layer, the unified service catalog, and the cross-cutting governance APIs are entirely new artifacts designed in this study to bridge previously isolated systems. This architecture is what enables the transition from fragmented IT to an integrated service model.

The architecture is organized around four strategic domains:

1. IT Governance: guides decision-making through policies, risk management, continuity planning, and accountabilities defined in COBIT.
2. Architecture and Innovation Management: orchestrates the design of organizational, data, application, and technology architectures following TOGAF ADM.
3. Information Systems and Automation: manages core platforms, business processes, and interoperability services.
4. IT Services and Infrastructure: oversees operational delivery, infrastructure provisioning, and reliability management.

Across these domains, eight operational stages structure the flow of value creation: (1) channels, (2) service catalogue, (3) R&D&I, (4) service management, (5) operation, (6) security and continuity, (7) IT resources, and (8) monitoring, follow-up control and evaluation.

6. Assessment and Validation Framework

The performance assessment framework evaluates the extent to which the presented service integration model strengthens efficiency, interoperability, and governance of IT services within CGR. Consistent with the Design Science Research methodology, the assessment focuses on determining how the artifact performs within its intended environment and whether it addresses the organizational challenges identified in the problem space. The evaluation integrates quantitative indicators, qualitative evidence, and institutional deliverables, ensuring a multi-perspective validation of the model's effectiveness.

6.1. Evaluation Dimensions

Four analytical dimensions were defined to assess the impact of the model and alignment with the strategic objectives of CGR:

1. People and Organization: user satisfaction, usability, adoption levels, and organizational alignment.
2. Information and Technology: system performance, data quality, security controls, interoperability, and platform reliability.
3. Partners and Suppliers: contractual performance, risk management, and alignment with service levels defined in SLAs.
4. Value and Process Flows: consistency of service workflows, process standardization, and governance indicators linked to fiscal oversight functions.

These dimensions reflect the ITILv4 four-dimension model and the evaluation of governance and management capabilities of COBIT.

6.2. Key Performance Indicators

A balanced scorecard of Key Performance Indicators (KPIs) was defined across three strategic areas: administrative efficiency, technological interoperability, and user satisfaction. KPIs include:

- Administrative Efficiency: average service response time, mean time to repair (MTTR), SLA compliance rate.
- Technological Interoperability: system integration rate, data synchronization reliability, service availability.
- User Satisfaction and Adoption: perceptions of service quality, system usability, communication effectiveness, and overall satisfaction scores.

To address the identified imbalance where current metrics are heavily skewed toward operational performance, the described model introduces a strategic pivot in performance management. This pivot transitions the focus from technical “uptime” to Strategic Fiscal-Impact KPIs that align IT performance with the constitutional mandate of CGR. Specifically, three new categories are proposed for the next implementation phase:

- Audit velocity that measures the reduction in time required to compile fiscal evidence through automated service integration.
- Forensic integrity rate that quantifies the percentage of digital artifacts with a cryptographically verified chain of custody.
- Public value impact that correlates IT service availability with the successful recovery of public funds in high-priority sectors. These indicators ensure that the architecture does not simply exist to support IT, but to directly enhance the efficiency of fiscal oversight.

These indicators provide a quantitative basis for evaluating institutional performance and for benchmarking improvement after the full deployment of the integration model. Unified ITSM tools facilitate transversal measurement and real-time monitoring of service performance.

The tracking of KPIs during the pilot phase (Q3–Q4 2024) was conducted through the Integrated Management System (SIG) of CGR. Data were extracted directly from the ITSM tool (GLPI) and cross-referenced with logs from the DIARI data center, to ensure accuracy. To ensure objectivity, an independent validation was performed by the internal control office and the IT governance committee. These bodies acted as “third-party” evaluators, verifying that the reported improvements in MTTR and service availability were not technical anomalies but reflected actual operational stability. This independent oversight ensures that the pilot results are robust and free from the bias associated to developers, which are often found in DSR artifact evaluation.

6.3. Analytical Evidence and Validation Results

Empirical validation of the model was achieved through the triangulation of field diagnostics, survey data, maturity assessments, and architectural analyses. Qualitative evidence from the interviews was triangulated with survey data to define the Improvement Roadmap, specifically the prioritization of service availability targets ($\geq 98\%$) and MTTR reductions.

Four analytical components structure the evidence base:

1. Infrastructure Diagnosis: Identified documentation gaps, absence of standardized monitoring mechanisms, and heterogeneous hardware conditions across regional offices.
2. User Experience Analysis: Revealed fragmentation of IT services between central and territorial offices, inconsistent communication channels, and limited visibility of service procedures.
3. Maturity Assessment: ITILv4 and ISO 20000–1 evaluations rated the IT service management of CGR at Level 2, with Technology Readiness Levels (TRL) between five and six, indicating functional prototypes and controlled pilots ready for integration.
4. Improvement Roadmap: Defined measurable targets such as service availability above 98%, MTTR below 24 h, periodic SLA reviews, and progressive standardization of operational workflows.

These findings confirm the relevance of the model and provide baseline conditions for subsequent operational evaluations once full deployment is completed.

6.4. Framework Alignment and Institutional Outputs

The application of TOGAF, ITILv4, and COBIT created a coordinated set of architectural, operational, and governance deliverables. Table 6 summarizes the alignment between frameworks, implementation activities, and institutional outputs.

Table 6. Alignment of frameworks and institutional deliverables within CGR.

Framework	Key Implementation Activities	Institutional Deliverables
TOGAF	Application of ADM to design enterprise, data, and technology architectures; mapping fiscal oversight processes and interoperability requirements among SIGECI, SIRECI, SIGEDOC, APA, and SIREF.	Enterprise Architecture Model; Interoperability diagrams; Infrastructure and Demand Reports.
ITILv4	Formalization of 23 management procedures and creation of the Service Catalog and SLAs; configuration of monitoring and escalation workflows.	Institutional Service Catalog (67 services); Standardized ITSM documentation; Operational dashboards.
COBIT 2019	Definition of governance objectives, roles, and performance indicators integrated with PETI 2022–2026.	Governance RACI structure; KPI dashboard (availability, MTTR, satisfaction, SLA compliance, Audit Velocity, Forensic Integrity); Continuous Improvement Plan.

6.5. Institutional Impact and Readiness

The assessment confirms that the model enhances organizational readiness for integrated IT service management by:

- Establishing a unified architectural vision aligned with the mission of CGR,
- Reducing fragmentation in processes and data flows,
- Improving traceability, transparency, and governance mechanisms,
- Enabling a structured transition toward digital maturity.

While the deployment phase is ongoing, the validated baseline demonstrates that the model is technically feasible, operationally relevant, and capable of supporting the strategic objectives of interoperability, accountability, and digital transformation of CGR.

7. Discussion

The results presented in Section 4 provide empirical evidence of the heterogeneous maturity landscape within the technological and governance ecosystem of CGR. Table 3 and Figure 6 show that COBIT governance families exhibit a marked imbalance: while the EDM domain reaches a relatively higher maturity level (2.60), reflecting structured decision-making mechanisms, APO, DSS, BAI, and MEA remain below 2.5. This finding indicates that, despite governance intentions being formalized at the strategic level, they have not yet fully translated into standardized operational execution. This is a challenge widely documented in public-sector digital transformation literature, where institutional inertia and fragmented workflows often limit the adoption of governance frameworks.

The results of the pilot phase confirm the main hypothesis. By implementing the “service integration model”, CGR has been able to close the identified “measurement gap” (where 72% of metrics were operational). The shift toward Strategic Fiscal-Impact KPIs (Section 6.2) demonstrates that EA mediation effectively translates technical stability into institutional oversight capability, thus validating the theoretical expectation that an integration driven by architecture is the primary driver of digital legitimacy in SAIs.

Operational performance results reinforce this diagnosis. As shown in Table 4 and Figure 5, the maturity of several ITILv4 practices (particularly Service Level Management, Incident Management, and problem management) remains below the levels required for stable, resilient service delivery. These weaknesses directly affect service continuity, monitoring capacity, and user experience. Survey feedback from institutional users further

confirms these limitations, highlighting the need to improve SLA definition, incident routing, and root-cause analysis practices, which are critical components for safeguarding the integrity of systems supporting fiscal oversight activities.

Beyond operational efficiency, digital transformation in fiscal oversight institutions must ultimately contribute to public-value outcomes. As a baseline for the integration model, a prioritized selection of indicators was extracted from the comprehensive catalog of the institution, which includes 51 IT service KPIs. Table 5 presents a representative sequence of these indicators, specifically those most critical to the mission of fiscal oversight, showing their status against the defined strategic targets. Nevertheless, the distribution of indicators in Table 5 reveals that 72% of KPIs are operational, while only 6% are strategic. This imbalance limits the ability of CGR to demonstrate how IT service improvements strengthen transparency, accountability, and trust—key dimensions of fiscal governance. Increasing the proportion of mission-oriented indicators (e.g., audit cycle times, traceability levels, territorial equity metrics) would enhance the capacity of the institution to link technological performance with oversight results, an aspect emphasized in recent public-sector innovation studies.

Taken together, these findings make evident the need and motivation for the service integration model proposed in this study. By integrating TOGAF for architectural standardization, COBIT for governance and measurement, and ITILv4 for service management, the model provides a unified, evidence-based framework capable of reducing process fragmentation and improving service traceability, interoperability, and governance alignment. Validation sessions conducted with the CGR Architecture and IT Governance Committees further strengthened institutional ownership, increasing the likelihood of sustainable adoption and long-term maturity advancement.

It is important to note that the present evaluation corresponds to the structuring and development phases of the model (Phases 1 to 3 described in Section 3.3). Full operational validation will take place during 2026 once the newly designed workflows, dashboards, and SLAs are implemented across all territorial dependencies. At that stage, improvements in availability ($\geq 90\%$), MTTR (< 4 h), incident resolution times, and user satisfaction will provide quantitative evidence of the effectiveness of the model. Future research should also compare the evolution in CGR with other fiscal oversight bodies in Latin America and OECD countries, promoting cross-institutional learning and testing the model's international transferability.

To mitigate the low maturity identified in the BAI and DSS domains, the CGR has initiated a phased “remediation roadmap” (2025–2026). This involves transitioning from ad-hoc software acquisition to a Service-Oriented Architecture (SOA) approach, where new modules must pass a “maturity gate” before deployment.

Furthermore, while the model aims for public value creation, its implementation faces potential bureaucratic resistance, particularly from departments that are used to performing data control based on silos. To counteract this resistance, the model incorporates “transparency dashboards” that demonstrate the individual benefits of integration to departmental leads, effectively framing the transition not as a loss of control, but as a reduction in operational liability. This approach addresses the political reality of institutional change by aligning individual departmental incentives with the collective goal of fiscal oversight.

In summary, the empirical evidence demonstrates that strengthening IT governance and service integration has direct implications for public-value generation in fiscal oversight institutions. By adopting the proposed service integration model, CGR establishes a foundation of measurable baselines and standardized practices. This framework provides the institutional capacity to transition from fragmented IT management to a unified service

architecture, enabling continuous alignment between technological operations and fiscal oversight objectives.

While initial validation was performed through institutional pilots, the rigor of the artifact was subjected to a Functional Evaluation. To address the risk of purely confirmatory results, the Internal Control Office acted as a “counterfactual validator”, comparing current integrated performance against legacy workflows oriented to silos. This process ensured that improvements were attributable to the architectural design rather than external environmental factors.

7.1. Limitations

While this study provides a robust architectural foundation, its findings are subject to three main limitations. First, the generalizability of the model is currently bounded by the specific legal and regulatory framework of the Colombian SAI. Future studies are needed to test its adaptability in different international jurisdictions. Second, although the purposive sampling successfully targeted key process owners, the 2.0% response rate may introduce a bias toward technical perspectives, potentially underrepresenting non-technical administrative staff. Finally, as the model is in its initial deployment phase, the reported improvements represent a stabilized pilot. Longitudinal research will be required to verify long-term institutional transformation.

Furthermore, regarding the empirical validation, the survey sample (N = 130) represents approximately 2.0% of the total workforce in the institution. While this sample size is statistically limited for a general census, it constitutes a purposive expert sampling of the “Process Owners” and “IT Service Leads” directly impacted by the architectural changes. Consequently, the findings should be interpreted as a validation of the functional and technical alignment of the model within these specialized domains, rather than an institution-wide assessment. To protect the internal validity of the study, the reported improvements are strictly attributed to the operational efficiency of the integrated service layer among the targeted stakeholder groups.

The evaluation confirms the conceptual validity and institutional relevance of the model. The current results correspond to the structuring and development phases. Full operational deployment is ongoing, and empirical performance improvements cannot yet be demonstrated through real-time operational data. Although indicators have been defined and aligned with expected service outcomes, their systematic measurement and causal contribution to fiscal oversight activities remain to be assessed. Furthermore, the model has been tailored to the regulatory, organizational, and technological environment of CGR, which might require further adaptations for transfer to other public institutions.

Another primary limitation of this research is the sample size obtained for the diagnostic survey. Although the 130 respondents represent the core technical and strategic layers of the SAI, the discrepancy between this and the optimal calculated sample (363) suggests that certain operational perspectives very specific to certain areas might be underrepresented. Future studies could employ longitudinal data collection or mandatory institutional assessments to reach the full theoretical population and further validate the generalizability of the service integration model.

7.2. Theoretical and Scientific Innovation

This research contributes to systems innovation by formalizing what we define as “audit-service coupling theory”.

Standard frameworks like ITIL and COBIT are predominantly “market-neutral”. They assume that “value” is defined by organizational efficiency or profit. However, in the context of SAIs, value is defined by legal validity and forensic integrity. The scientific

innovation of this model lies in its generative synthesis. It “re-codes” the operational triggers of ITILv4 and the governance objectives of COBIT 2019 into a specialized legal–technical interface.

This interface ensures that every IT service state change (e.g., an incident resolution or a configuration change) is automatically mapped to a “chain of custody” requirement. While TOGAF provides the skeleton, and COBIT/ITIL provide the muscles, the proposed model provides the “nervous system,” ensuring that technical actions are legally defensible. This provides a new theoretical lens for studying IT in oversight-driven institutions, moving the field from an aggregative framework use to a generative systems-innovation approach.

As a contribution of this work, we distinguish between two levels of innovation:

- **Managerial Innovation:** The optimized service catalog for the CGR.
- **Scientific Innovation:** The development of the “audit-service coupling theory”. This theory suggests that in supreme audit institutions, IT service maturity is not an independent variable but is functionally dependent on the level of Architectural Traceability. By formalizing this relationship, this work contributes a new systems-innovation framework that explains how decentralized public-sector IT can achieve centralized fiscal legitimacy without losing operational agility.

7.3. Transferability and Boundary Conditions

For the replication of the described model in other supreme audit institutions (SAIs), three specific institutional variables must be present. First, the legal mandate must allow for the centralized integration of fiscal data. In jurisdictions with extreme departmental autonomy, the model would require an additional “federated governance” layer. Second, the technical maturity baseline should be at least Level 1 (Initial) according to COBIT 2019, as the model assumes a minimal existing capacity for record-keeping. Finally, the digital evidential framework of the host country must recognize cryptographically verified IT logs as valid legal evidence.

We define the instance boundary conditions as follows: The model is optimized for SAIs with high-volume, decentralized data sources (e.g., national audit offices). It might be less efficient for smaller, municipal-level oversight bodies where the overhead of an EA-driven integration layer could outweigh the operational benefits.

Replication is governed by a four-step transferability protocol:

- **Regulatory Alignment:** Mapping local audit laws to the ‘Audit-Service Coupling’ requirements.
- **Stakeholder Mapping:** Identifying “process owners” to ensure purposive sampling for KPI validation.
- **Infrastructure Readiness:** Assessing connectivity led by APIs versus legacy manual data entry.
- **Strategic Rebalancing:** Customizing the fiscal-impact KPIs to match national anti-corruption priorities.

7.4. The Model as an Applied Systems Innovation

To position this work within Systems Innovation Theory, the proposed model is analyzed as a dynamic sociotechnical system.

- **System-level Emergence:** The “strategic pivot” in KPIs (Section 6.2) represents an emergent property of the system. While individual frameworks like ITIL or COBIT focus on component-level efficiency, the integrated architecture produces a new capability—institutional forensic readiness—which does not exist in any of the parts individually but emerges from their structural coupling.

- **Feedback and Adaptation:** The model incorporates a double-loop feedback mechanism. The operational feedback (SLA compliance) ensures system stability, while the strategic feedback (public value impact) allows the architecture to adapt itself to shifts in legislative requirements or new corruption patterns, ensuring the innovation remains resilient over time.
- **Dynamics of Innovation:** Unlike traditional “top-down” IT governance, this innovation follows a non-linear path. The transition from a 0.95 maturity score in problem management to a high-velocity audit capability demonstrates how architectural integration acts as a catalyst for systemic change, overcoming institutional inertia through the automation of transparency.

8. Conclusions and Future Work

This study presents an empirically grounded and architecture-driven service integration model that integrates TOGAF, ITILv4, and COBIT to improve IT governance, interoperability, and service performance within the office of the General Comptroller of the Colombia Republic (CGR by its abbreviation in Spanish). Through a design science research approach, the model was designed and conceptually validated using diagnostic evidence, maturity assessments, stakeholder input, and institutional governance mechanisms. The results demonstrate that the model effectively addresses the fragmentation observed in service delivery, enabling standardized processes, clearer governance structures, and improved alignment between technological functions and fiscal oversight needs.

By linking IT service performance with mission-critical outcomes, such as audit traceability, continuity of information flows, and responsiveness to fiscal demands, the model supports the generation of public value and strengthens institutional credibility. Validation sessions with architecture and IT governance committees in CGR reinforce organizational ownership, increasing the likelihood of sustained adoption. More broadly, the research provides an evidence-based demonstration that the contextualized integration of internationally recognized frameworks can facilitate digital transformation in public institutions with high accountability demands.

Author Contributions: Conceptualization, R.M.V., J.A.R.-C., A.E., A.A.-M., J.A.H., S.A.G.-B. and L.F.; methodology, R.M.V., J.A.R.-C., A.E., A.A.-M., J.A.H., S.A.G.-B. and L.F.; writing—original draft preparation R.M.V., S.A.G.-B. and L.F.; writing—review and editing R.M.V., J.A.R.-C., A.E., A.A.-M., J.A.H., S.A.G.-B. and L.F. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Funding: This work was developed with the funding of Contraloría General de la República (CGR) and Universidad de Antioquia (UDEA) in the frame of contract CGR-407-2024.

Data Availability Statement: This paper has not produced any data set.

Conflicts of Interest: The authors declare no conflicts of interest.

Appendix A. Survey Instrument and Respondent Profile

Appendix A.1. General Information

The following variables were included to characterize the survey respondents and enable stratified analysis across organizational roles and territorial coverage:

- Gender
- Department or Office
- Position (Administrative/Technical/Auditor/Other)
- Years of Service (≤ 2 , 2–5, 6–10, > 10)
- Organizational Level (Central/Territorial)

Appendix A.2. Analytical Dimensions and Items

The questionnaire consisted of 44 Likert-type items (1 = strongly disagree; 5 = strongly agree) distributed across seven analytical dimensions.

The following questionnaire was applied to CGR officials to assess their perception and satisfaction regarding technological services. The original Spanish version was translated for publication.

Block 1. Service Availability and Accessibility

1. Q1. Are IT services available when you need them?
2. Q2. Rate the ease of access to IT services.
3. Q3. Have you experienced frequent service interruptions?
4. Q4. Does the IT area resolve incidents promptly?
5. Q5. Are services available outside working hours when needed?
6. *Q6. What types of interruptions are most frequent (power outages, system failures, connectivity issues)?

Block 2. Quality of Technical Support

7. Q7. Is the technical support staff competent and effective?
8. Q8. Do you receive definitive solutions to reported issues?
9. Q9. Do you feel that the technical support team is committed to helping you?
10. Q10. Does the support team clearly explain the solutions provided?
11. *Q11. What aspects of technical support would you like to see improved?

Block 3. Technological Infrastructure

12. Q12. Do computing devices meet your work needs?
13. Q13. Is the Internet connection stable and sufficient for your tasks?
14. Q14. Are the systems you use modern and efficient?
15. Q15. Are technological tools updated regularly?
16. Q16. Do you consider that the infrastructure is sufficient to meet current demand?
17. *Q17. What limitations in technological infrastructure affect your productivity?

Block 4. Information Security and Data Protection

18. Q18. Do you feel safe using the institution's systems?
19. Q19. Do you believe your data are adequately protected?
20. Q20. Does the IT area inform you about secure data management practices?
21. Q21. Have you received training in information security?
22. Q22. Are you concerned about system vulnerability to cyberattacks?
23. *Q23. What tools or technologies could improve compliance with security measures?

Block 5. Communication and User Service

24. Q24. Do you receive timely notifications about service changes?
25. Q25. Is IT communication clear and understandable?
26. Q26. Do you feel your opinions are considered by the IT area?
27. Q27. Are you informed about the status of your requests or tickets?
28. Q28. Does the IT area regularly request user feedback?
29. *Q29. Which aspects of technological services are strongest, and which need improvement?

Block 6. Innovation and Continuous Improvement

30. Q30. Does the IT area regularly implement innovative solutions?
31. Q31. Do you feel that technology is aligned with the institution's needs?

- 32. Q32. Have technological updates improved your productivity?
- 33. Q33. Does the IT area propose new tools that are useful for your work?
- 34. Q34. Do you perceive a continuous effort by the IT area to improve?
- 35. *Q35. What technological projects would you like to see implemented in the coming years?

Block 7. Overall Satisfaction

- 36. Q36. Are you satisfied with the overall IT service?
- 37. Q37. Does the IT area meet your expectations?
- 38. Q38. Do you consider that the IT area understands your needs?
- 39. Q39. Would you recommend the IT services to others?
- 40. Q40. Would you like to see significant changes in IT services?
- 41. *Q41. Which aspects of IT services should be improved to facilitate your daily work?
- 42. Q42. Do you believe that IT services contribute positively to your unit’s performance?
- 43. Q43. Do you feel that technological tools make your tasks more efficient?
- 44. Q44. In general terms, how would you rate your experience with the institution’s technological services?

Items marked with an asterisk (*) utilize a categorical/verification scale (e.g., presence/absence or frequency) to establish a baseline for ITILv4 and COBIT maturity levels. All other items utilize a five-point Likert scale (1 = Strongly Disagree to 5 = Strongly Agree).

Appendix A.3. Sociodemographic Summary

Table A1 summarizes the main socio-demographic characteristics of the respondents. The sample consisted of 130 valid responses collected between April and May 2024 from a population of approximately 6500 CGR employees. The participation rate (2.0%) aligns with institutional voluntary survey standards.

Table A1. Socio-demographic profile of respondents.

Variable	Category	Percentage (%)
Gender	Male (55%), Female (45%)	100
Functional Role	Auditing (46%), Administrative (33%), Technical (21%)	100
Organizational Level	Central (58%), Territorial (42%)	100
Years of Service	<2 (12%), 2–5 (25%), 6–10 (38%), >10 (25%)	100

Appendix A.4. Reliability

The internal consistency of the instrument was evaluated using Cronbach’s alpha ($\alpha = 0.87$), confirming high reliability across all dimensions. The results of this survey informed the identification of service maturity gaps and guided the prioritization of improvement initiatives described in Section 4 of the main manuscript.

References

1. Cook, M.E.; Pardo, T.A. *Digital Transformation and Public Value: A Primer for Government Leaders*; Center for Technology in Government, University at Albany: Albany, NY, USA, 2021; Volume 7.
2. Mountasser, T.; Abdellatif, M. Digital Transformation in Public Administration. *Int. J. Prof. Bus. Rev.* **2023**, *8*, 1–27. [CrossRef]
3. Dawes, S.S. The evolution and continuing challenges of e-governance. *Public Adm. Rev.* **2008**, *68*, S86–S102. [CrossRef]
4. Restrepo-Carmona, J.A.; Zuluaga, J.C.; Flórez, D.A.; Gómez, M.S.; Londoño, L.; Gómez, G.; Villamil, R.M.; Morales, O.; Hurtado, Á.M.; Escobar, C.A.; et al. The Design of a Strategic Platform for the Smart Supervision of Public Expenditure for Colombia in the Context of Society 5.0. *Urban Sci.* **2024**, *8*, 117. [CrossRef]
5. Małkowska, A.; Urbaniec, M.; Kosała, M. The impact of digital transformation on European countries: Insights from a comparative analysis. *Equilibrium* **2021**, *16*, 325–355. [CrossRef]

6. Al-Ashmoery, Y.; Haider, H.; Haider, A.; Nasser, N.; Al-Sarem, M. Impact of IT service management and ITIL framework on the businesses. In Proceedings of the 2021 International Conference of Modern Trends in Information and Communication Technology Industry (MTICTI), Sana'a, Yemen, 4–6 December 2021; pp. 1–5.
7. The Open Group. *The Open Group Architecture Framework*, Version 9.2; The Open Group: San Francisco, CA, USA, 2018.
8. Gavrikova, E.; Volkova, I.; Burda, Y. Strategic aspects of asset management: An overview of current research. *Sustainability* **2020**, *12*, 5955. [[CrossRef](#)]
9. ISO/IEC 20000-1:2018; Information Technology—Service Management—Part 1: Service Management System Requirements. International Organization for Standardization: Geneva, Switzerland, 2018. Available online: <https://www.iso.org/standard/70636.html> (accessed on 25 December 2025).
10. CGR. *Plan Estratégico*; Contraloría General de la República: Bogotá, Colombia, 2022.
11. CGR. *Plan Estratégico de Tecnologías de la Información*; Contraloría General de la República: Bogotá, Colombia, 2024.
12. Bannister, F.; Connolly, R. ICT, public values and transformative government: A framework and programme for research. *Gov. Inf. Q.* **2014**, *31*, 119–128. [[CrossRef](#)]
13. Luna-Reyes, L.F. Opportunities and challenges for digital governance in a world of digital participation. *Inf. Polity* **2017**, *22*, 197–205. [[CrossRef](#)]
14. Dobrolyubova, E. Measuring outcomes of digital transformation in public administration: Literature review and possible steps forward. *Netw. Institutes Sch. Public Adm. Cent. East. Eur. NISPAce J. Public Adm. Policy* **2021**, *14*, 61–86. [[CrossRef](#)]
15. Xiao, J.; Zhang, H.; Han, L. How digital transformation improve government performance: The mediating role of partnering agility. *IEEE Access* **2023**, *11*, 59274–59285. [[CrossRef](#)]
16. Morgeson, F.V., III; Mithas, S. Does E-government measure up to E-Business? Comparing end user perceptions of US federal government and E-business web sites. *Public Adm. Rev.* **2009**, *69*, 740–752. [[CrossRef](#)]
17. Chung, C.S.; Kim, S.B. A comparative study of digital government policies, focusing on E-government acts in Korea and the United States. *Electronics* **2019**, *8*, 1362. [[CrossRef](#)]
18. Pittaway, J.J.; Montazemi, A.R. Know-how to lead digital transformation: The case of local governments. *Gov. Inf. Q.* **2020**, *37*, 101474. [[CrossRef](#)]
19. Sanina, A.; Balashov, A.; Rubtcova, M. The socio-economic efficiency of digital government transformation. *Int. J. Public Adm.* **2023**, *46*, 85–96. [[CrossRef](#)]
20. Umbach, G.; Tkalec, I. Evaluating e-governance through e-government: Practices and challenges of assessing the digitalisation of public governmental services. *Eval. Program Plan.* **2022**, *93*, 102118. [[CrossRef](#)]
21. Crăciun, A.F.; Țăran, A.M.; Noja, G.G.; Pirtea, M.G.; Răcățian, R.I. Advanced modelling of the interplay between public governance and digital transformation: New empirical evidence from structural equation modelling and Gaussian and mixed-Markov graphical models. *Mathematics* **2023**, *11*, 1168. [[CrossRef](#)]
22. Kaufmann, D.; Kraay, A. The worldwide governance indicators. *Hague J. Rule Law* **2024**, *3*, 220–246 [[CrossRef](#)]
23. Yang, C.; Gu, M.; Albitar, K. Government in the digital age: Exploring the impact of digital transformation on governmental efficiency. *Technol. Forecast. Soc. Change* **2024**, *208*, 123722. [[CrossRef](#)]
24. Shibambu, A.; Ngoepe, M. Enhancing service delivery through digital transformation in the public sector in South Africa. *Glob. Knowl. Mem. Commun.* **2023**, *74*, 63–76. [[CrossRef](#)]
25. Singh, P.; Lynch, F.; Helfert, M. Enterprise architecture for the transformation of public services based on citizen's feedback. *Digit. Policy Regul. Gov.* **2024**, *26*, 38–54. [[CrossRef](#)]
26. Waara, Å. Examining Digital Government Maturity Models: Evaluating the Inclusion of Citizens. *Adm. Sci.* **2025**, *15*, 73. [[CrossRef](#)]
27. Tangi, L.; Janssen, M.; Benedetti, M.; Noci, G. Barriers and drivers of digital transformation in public organizations: Results from a survey in the Netherlands. In *International Conference on Electronic Government*; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 2020; pp. 42–56.
28. Zoo, H.; Lee, H.; Yoon, J. Assessing the e-government maturity for public sector innovation in developing countries: Case of national informatization assessment tool (NIAT). In *IFIP Advances in Information and Communication Technology*; Springer: New York, NY, USA, 2017; pp. 778–789. [[CrossRef](#)]
29. Benito, B.; Guillamón, M.D.; Ríos, A.M. Transforming European Governance: Proposals Towards Transparency, Sustainability and Efficiency for the New European Commission (2024–2029). *Financ. Account. Manag.* **2025**. [[CrossRef](#)]
30. Restrepo-Carmona, J.A.; Zuluaga, J.C.; Velásquez, M.; Zuluaga, C.; Villamil, R.M.; Morales, O.; Hurtado, Á.M.; Escobar, C.A.; Sierra-Pérez, J.; Vásquez, R.E. Smart Supervision of Public Expenditure: A Review on Data Capture, Storage, Processing, and Interoperability with a Case Study from Colombia. *Information* **2024**, *15*, 616. [[CrossRef](#)]
31. Schmitz, A.; Wimmer, M.A. Framework for interoperable service architecture development. *Gov. Inf. Q.* **2023**, *40*, 101869. [[CrossRef](#)]

32. Concha, G.; Astudillo, H.; Porrua, M.; Pimenta, C. E-Government procurement observatory, maturity model and early measurements. *Gov. Inf. Q.* **2012**, *29*, S43–S50. [[CrossRef](#)]
33. Gottschalk, P. Maturity levels for interoperability in digital government. *Gov. Inf. Q.* **2009**, *26*, 75–81. [[CrossRef](#)]
34. Santosa, I.; Mulyana, R. The it services management architecture design for large and medium-sized companies based on itil 4 and togaf framework. *JOIV Int. J. Inform. Vis.* **2023**, *7*, 30–36. [[CrossRef](#)]
35. Gervalla, M.; Preniqi, N.; Kopacek, P. IT Infrastructure Library (ITIL) framework approach to IT Governance. *IFAC-PapersOnLine* **2018**, *51*, 181–185. [[CrossRef](#)]
36. Baradari, I.; Shoar, M.; Nezafati, N. Defining the relationship between IT Service management and knowledge management: Towards improved performance. *Knowl. Manag. Res. Pract.* **2023**, *21*, 384–396. [[CrossRef](#)]
37. Permatasari, A.R.; Sulisty, S.; Santosa, P.I. Optimizing IT Services Quality: Implementing ITIL for Enhanced IT Service Management. In Proceedings of the 2024 11th International Conference on Information Technology, Computer, and Electrical Engineering (ICITACEE), Semarang, Indonesia, 29–30 August 2024; pp. 296–301.
38. Yonia, D.L.; Anggraini, R.N.E.; Sarno, R.; Haryono, A.T.; Septiyanto, A.F.; Mulyanto, S. E-learning evaluation using information technology infrastructure library 4 with iso/iec 25010 indicators. In Proceedings of the 2024 IEEE International Conference on Artificial Intelligence and Mechatronics Systems (AIMS), Bandung, Indonesia, 21–23 February 2024; pp. 1–6.
39. Sarwar, M.I.; Abbas, Q.; Alyas, T.; Alzahrani, A.; Alghamdi, T.; Alsaawy, Y. Digital transformation of public sector governance with IT service management—A pilot study. *IEEE Access* **2023**, *11*, 6490–6512. [[CrossRef](#)]
40. Isaca. *Cobit 5*; Information Systems Audit and Control Association: Schaumburg, IL, USA, 2012.
41. Rusman, A.; Nadlifatin, R.; Subriadi, A.P. Analysis Factors Affect Information System Audit Using COBIT and ITIL Framework. *J. Dan Penelit. Tek. Inform.* **2022**. [[CrossRef](#)]
42. *ISO/IEC 27001:2022*; Information Security, Cybersecurity and Privacy Protection—Information Security Management Systems—Requirements. International Organization for Standardization: Geneva, Switzerland, 2022. Available online: <https://www.iso.org/standard/27001> (accessed on 25 December 2025).
43. *ISO/IEC 38500:2024*; Information Technology—Governance of IT for the Organization. International Organization for Standardization: Geneva, Switzerland, 2024. Available online: <https://www.iso.org/standard/81684.html> (accessed on 25 December 2025).
44. Antariksa, M.D.S.; Angin, M.P.; Widodo, A.P. COBIT 2019 Framework in IT Governance: A Systematic Literature Review of Implementation Challenges and Benefits Across Various Industry Sectors. *J. Renew. Energy, Electr. Comput. Eng.* **2025**, *5*, 99–105. [[CrossRef](#)]
45. Carter, L.; Yoon, V.; Liu, D. Analyzing e-government design science artifacts: A systematic literature review. *Int. J. Inf. Manag.* **2022**, *62*, 102430. [[CrossRef](#)]
46. *ISO/IEC 22301:2019*; Security and Resilience—Business Continuity Management Systems—Requirements. International Organization for Standardization: Geneva, Switzerland, 2019. Available online: <https://www.iso.org/standard/75106.html> (accessed on 25 December 2025).

Disclaimer/Publisher’s Note: The statements, opinions and data contained in all publications are solely those of the individual author(s) and contributor(s) and not of MDPI and/or the editor(s). MDPI and/or the editor(s) disclaim responsibility for any injury to people or property resulting from any ideas, methods, instructions or products referred to in the content.