

# XIV

BASES CONCEPTUALES  
PARA EL  
PROCESAMIENTO  
INFORMÁTICO DEL SIGFP

# Tabla de contenido

XIV

<b>1. ASPECTOS CONCEPTUALES</b> .....	<b>903</b>
1.1. Evolución de los Sistemas Informáticos de GFP . . . . .	903
<b>2. ECOSISTEMA DE SOLUCIONES INFORMÁTICAS PARA LA GFP</b> .....	<b>904</b>
<b>3. ALCANCE FUNCIONAL</b> .....	<b>907</b>
<b>4. COBERTURA INSTITUCIONAL</b> .....	<b>910</b>
<b>5. IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN DE GFP</b> .....	<b>912</b>
5.1. Etapas de Implementación. . . . .	912
5.2. Soluciones Tecnológicas . . . . .	913
5.3. Herramientas Tecnológicas Disponibles en el Mercado . . . . .	917
5.4. Implementaciones Basadas en Soluciones a la Medida . . . . .	918

# 1. ASPECTOS CONCEPTUALES

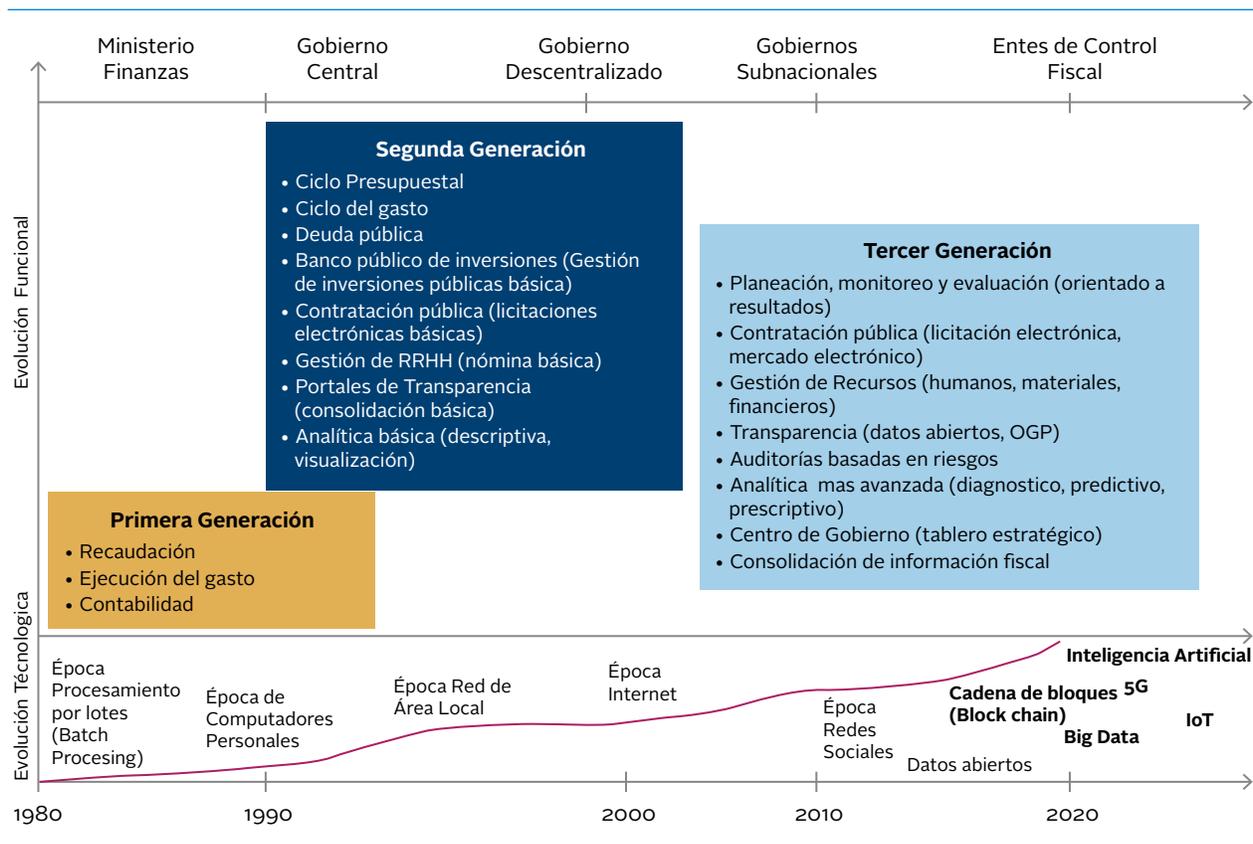
---

## 1.1. Evolución de los Sistemas Informáticos de GFP

Los sistemas informáticos de GFP están en constante evolución y han pasado varias etapas desde su aparición, hace más de cuatro décadas. En una primera etapa, en la década de 1980, se puso énfasis en automatizar las funciones principales del Ministerio de Hacienda, esfuerzos se realizaron por automatizar controles y almacenar datos sobre la recaudación tributaria, la ejecución presupuestaria, las nóminas de personal, entre otros. Poco a poco se fueron desarrollando interfaces para mejorar el intercambio de la información entre los diferentes sistemas. Luego, en la década de 1990 hubo un enfoque particular en los llamados “Sistemas Integrados”, los cuales eran sistemas monolíticos que utilizaban una misma plataforma tecnológica para cubrir varios módulos; esto incluía módulos primarios como la ejecución presupuestal y la contabilidad, pero también módulos de apoyo como la formulación presupuestal, la deuda pública, las nóminas de personal, entre otros.

A partir de la adopción de los servicios de Internet a inicios del milenio, se popularizó un segundo enfoque para el desarrollo de estos sistemas. En este enfoque, la idea de utilizar una herramienta única para cubrir una amplia gama de procesos de GFP fue abandonada en gran medida. Esto permitió la especialización de plataformas tecnológicas, los sistemas transaccionales fueron optimizados para manejar un volumen alto de transacciones concurrentes, mientras que los sistemas de consulta y analítica fueron optimizados para buscar y agregar volúmenes altos de datos, surgieron portales especializados, tiendas virtuales, aplicaciones móviles para proveer servicios electrónicos a empleados y proveedores, integración de sistemas de presupuesto con hojas electrónicas comerciales, entre otros.

**Figura 1. Evolución tecnológica de los sistemas de información de GFP**



Fuente: Banco Mundial 2021

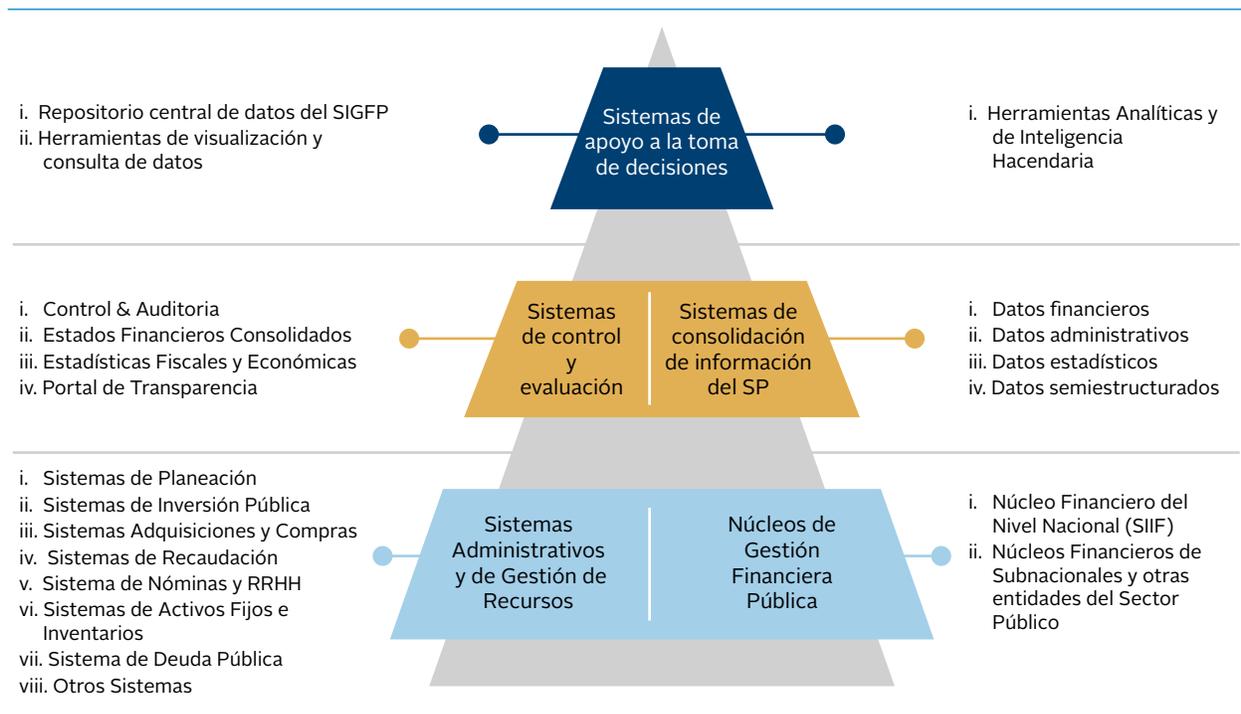
Las tecnologías disruptivas de hoy en día, como la inteligencia artificial, big data, aprendizaje automático, entre otras, tienen el potencial de transformar a los gobiernos en general y en particular impactar el diseño de las herramientas tecnológicas que apoyan la gestión financiera pública.

## 2. ECOSISTEMA DE SOLUCIONES INFORMÁTICAS PARA LA GFP

El ecosistema de soluciones informáticas para la GFP se puede visualizar como una estructura piramidal (ver figura 2). En la base de la pirámide se encuentran los sistemas operacionales que registran transacciones en el día a día. El procesamiento confiable de las transacciones es fundamental para la integridad del ecosistema completo, ya que provee los insumos básicos para la consolidación, análisis y presentación de la información. Al momento de considerar una estrategia de implementación, es importante cubrir las necesidades de la capa transaccional primero, para tener datos confiables y completos que sirvan de insumo las capas superiores. La capa transaccional es bastante

amplia y cubre varios tipos de sistemas, incluyendo aquellos que registran transacciones y eventos administrativos correspondientes a la gestión de recursos públicos que automatizan los procesos de apoyo de la GFP, entre los cuales se encuentran los sistemas que gestionan los recursos humanos, los recursos materiales y los recursos financieros. También en este grupo se encuentran los sistemas que automatizan los procesos centrales de la GFP, es decir el presupuesto, la contabilidad y la tesorería. Especial importancia se ha puesto en implementar estas herramientas en primer lugar, ya que forman la pieza central sobre la cual se expande la cobertura del sistema.

**Figura 2. Pirámide de información del SIGFP**



Fuente: Elaboración propia

En un nivel intermedio se ubican los sistemas que permiten consolidar información de diversas entidades y sectores. La función primordial de estos no es capturar transacciones y eventos, sino consolidar la información de diversas fuentes, validarla y transformarla para diferentes usos. Se espera contar con información de todas las entidades del Sector Público y aplicar reglas comunes que permiten validar su integralidad y asegurar la calidad del dato. Una de las características novedosas de los sistemas en esta capa es la expansión del enfoque más allá de información financiera, para incluir información administrativa y estadística que sirva de insumo para las aplicaciones analíticas del nivel superior.

En la cúspide de la pirámide encontramos los sistemas de información que proporcionan capacidades de inteligencia hacendaria para apoyar la toma de decisiones. Estos componentes constituidos por herramientas analíticas y predictivas para facilitar la toma

de decisiones estratégicas, basados en nuevas tecnologías como *Big Data*, *Machine Learning* e *Inteligencia Artificial*<sup>1</sup>. Utilizan la información capturada y transformada en niveles inferiores para hacer análisis de información histórica y análisis predictivos.

Un ecosistema de soluciones tecnológicas que permita capturar las transacciones y eventos de GFP una sola vez y tan cerca al origen como sea técnica y económicamente posible, que procese y almacene información de forma íntegra y segura, que provea facilidades para generar informes y análisis de los datos capturados es considerado un “Sistema Integrado de Información de Gestión Financiera Pública” bajo una interpretación actual de este término.

**Tabla 1.** Características de un Sistema Integrado de Información Financiera Pública

Antes	Ahora
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Sistema integrado = Plataforma tecnológica monolítica</b></li> <li>• Construcción desde cero. Proyectos de implementación largos y complejos</li> <li>• Desarrollo en cascada</li> <li>• Gobernanza y arreglos institucionales complejos</li> <li>• Riesgo operacional alto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Sistema integrado = Componentes articulados y conceptos armonizados</b></li> <li>• Reemplazar y actualizar por componentes. Enfoque modular</li> <li>• Desarrollos siguiendo metodologías ágiles</li> <li>• Alcance funcional bien definido – requiere gobernanza y arreglos institucionales menos complejos</li> <li>• Balancear riesgo operacional</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia, basada en “How to design a financial management system – Modular Approach”

Un factor muy importante para la creación y mantenimiento de un ecosistema conformado por múltiples herramientas, desarrolladas en momentos y tecnologías distintas y administrado por entidades diferentes es el modelo de gobernanza de datos. El modelo de gobernanza de datos debe proveer los mecanismos para garantizar la calidad, integración y transparencia de los datos que fluyen a través del ecosistema. Entre los principios claves que debe abordar la gobernanza de datos están los siguientes:

- **Transparencia:** Muchas veces se limita la transparencia a proveer acceso a los datos generados, la transparencia involucra más que esto, demanda acceso a como los datos fueron creados, procesados, almacenados y compartidos. Los procedimientos que garantizan la transparencia deben ser documentados y los responsables claramente identificados.
- **Responsabilidad:** Los responsables o administradores de datos son generalmente expertos funcionales en un dominio específico, por ejemplo, impuestos, deuda, proveedores, etc.

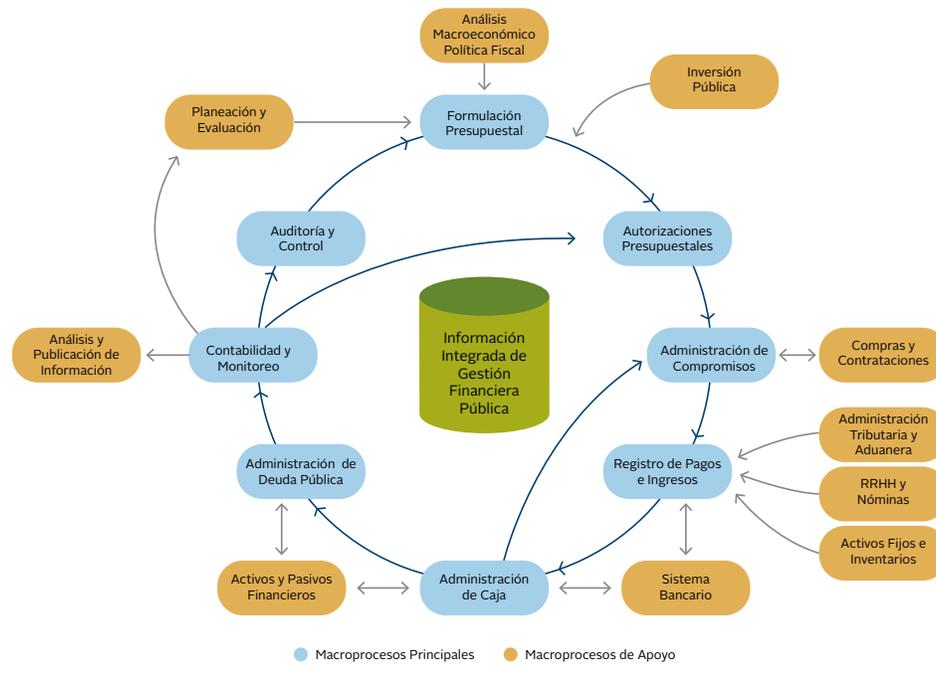
<sup>1</sup> **Big Data:** Es el análisis de volúmenes altos y cambiantes de datos estructurados y no estructurados con el objetivo de extraer valor. **Machine Learning:** Es el estudio de algoritmos de computación que se automejoran a través de la experiencia. **Inteligencia Artificial:** es el campo científico de la informática que se centra en la creación de programas y mecanismos que pueden mostrar comportamientos considerados inteligentes

- **Gobernanza:** El comité de gobernanza de datos debe definir las políticas y procedimientos que garantizan la integridad, exactitud, fiabilidad, oportunidad y monitoreo de los datos. El marco conceptual de gobernanza de datos debe cubrir no solo a las entidades directamente bajo la supervisión del Ministerio de Hacienda sino también a gobiernos subnacionales, descentralizadas y otras entidades del Sector Público en lo que corresponde a intercambio de datos, consolidación y analítica.
- **Principio incremental:** La gobernanza de datos debe iniciar con un conjunto de dominios críticos, entre los cuales pueden estar los catálogos presupuestales, catálogo de productos, proveedores, etc. Y poco a poco ir incrementando hasta cubrir datos y marcos de interoperabilidad a nivel Sector Público.

### 3. ALCANCE FUNCIONAL

El alcance funcional de los sistemas informáticos de la GFP ha pasado por una serie de transformaciones desde los primeros desarrollos en la década de 1980. En su forma más elemental, un sistema informático de GFP debe permitir la ejecución presupuestal del gasto y mantener el control fiscal. Desde esta simple definición, los sistemas de GFP han crecido en cobertura funcional hasta cubrir todas las etapas del ciclo presupuestal.

**Figura 3.** Alcance funcional de los sistemas de GFP



Fuente: Elaboración propia, basado en Dener, Watkins, y Dorotinsky 2011.

La figura anterior diferencia entre dos tipos de cobertura:

- Macroprocesos principales (mostrados en color morado): conforman el ciclo principal del presupuesto, y generalmente se automatizan primero. Cubren los subsistemas principales de presupuesto, contabilidad y tesorería y subsistemas más especializados como la administración de caja, deuda pública y auditoría y control.
- Macroprocesos de apoyo (mostrados en color amarillo): intercambian información directamente con los macroprocesos principales. Generalmente los sistemas que se utilizan para automatizar estos procesos son desarrollados en proyectos posteriores a los procesos principales. Los macroprocesos de apoyo cubren temas como la planeación, la gestión de recursos humanos y materiales, las compras, la recaudación tributaria y el análisis de información.

Como se mencionó anteriormente, a través de los años se han popularizado diferentes enfoques para automatizar este alcance funcional; esto ha ido desde sistemas completamente independientes a sistemas monolíticos integrados. En la actualidad se favorece un enfoque modular, basado en tecnologías abiertas que permiten la integración transparente a través de diferentes tecnologías. La literatura también hace una distinción entre los módulos primarios (core), para los cuales generalmente se recomienda acoplamiento estrecho entre los componentes, los módulos secundarios (non-core) para los cuales se sugiere un acoplamiento más débil, y por último los otros sistemas relacionados, los cuales generalmente no se consideran parte del sistema informático de GFP pero con los cuales hay puntos de interoperación claramente definidos.

**Figura 4. Alcance funcional**

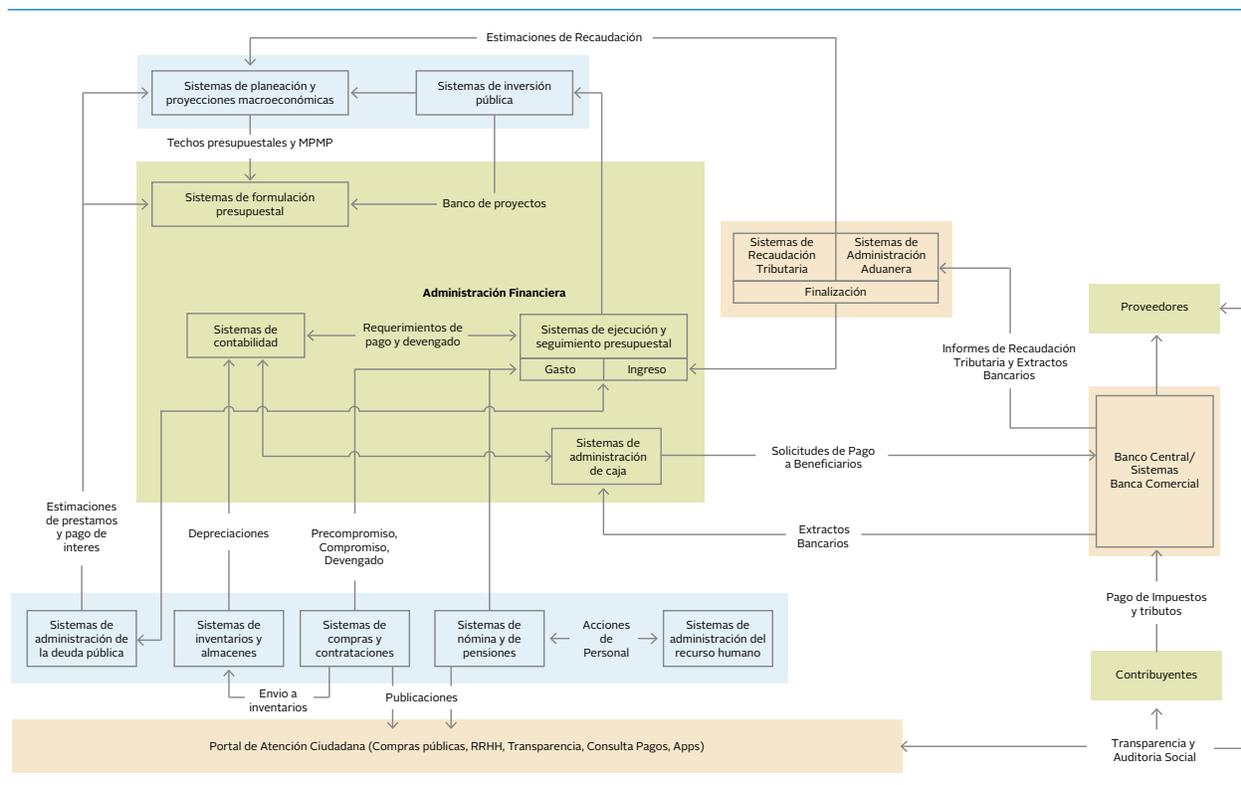
Módulos Primarios	Módulos Secundarios	Otros Sistemas Relacionados
Autorizaciones y Compromisos	Planeación y Formulación	Portales de Compras
Cuentas x Pagar	Plantas y Nominas	Administración Tributaria y Aduanas
Cuentas x Cobrar	Tesorería y Deuda Pública	Interfases con Banca Central/Sistema Bancario
Libro Mayor y Contabilidad	Activos Fijos e Inventarios	Sistemas de procesamiento de transferencias
Administración de efectivo	Inversión Pública	Sistemas financieros de gobiernos subnacionales
Reportes fiscales	Auditoría y Control	Otros sistemas

Fuente: elaboración propia, basado Ensuring better PFM outcomes with FMIS Investments - World Bank 2020

Los módulos primarios son los que proveen funcionalidades para implementar la ejecución del presupuesto, es decir la gestión de las autorizaciones y compromisos presupuestales, las cuentas por pagar, cuentas por cobrar, el libro mayor y la contabilidad y los reportes fiscales. Los módulos secundarios extienden los controles y proveen mas información sobre la gestión de recursos públicos. Los módulos de planificación y formulación presupuestal, inversión pública, gestión de plantas y nominas, tesorería y deuda pública, compras y adquisiciones, gestión de activos fijos e inventarios y auditoría y control son generalmente considerados en esta categoría. En el pasado, cuando se integraba uno o mas módulos secundarios a los módulos primarios daba origen al termino “Sistema Integrado de Información de Gestión Financiera Pública”. La práctica de desarrollar sistemas integrados de GFP, en la cual módulos primarios y secundarios usan la misma plataforma tecnologica y base de datos fue muy popular en los años noventa. Con el advenimientos de los sistemas por internet se regresó a un paradigma distribuido y modular en el cual la funcionalidad se implementa a traves de un ecosistema de herramientas tecnológicas.

Por ultimo, no se puede dejar de mencionar a un conjunto de sistemas con los que los sistemas informaticos de GFP generalmente interoperan. A diferencia de los módulos de apoyo, estos sistemas han sido considerados fuera del alcance funcional de la GFP, aunque con puntos de interoperación claramente definidos. Entre estos podemos mencionar los portales de compras públicas, los sistemas de recaudación tributaria, los sistemas de aduanas y los sistemas que interactuan con el banco central y la banca comercial, entre otros.

Figura 5. Arquitectura de Sistemas Fiscales



Fuente: Banco Mundial 2020

La figura 5 muestra la arquitectura de los sistemas de gestión fiscal. Dentro del recuadro verde se muestran los sistemas relacionados con módulos primarios, dentro del recuadro azul, los sistemas relacionados con módulos secundarios y en el recuadro naranja otros sistemas relacionados.

## 4. COBERTURA INSTITUCIONAL

La habilidad de los sistemas de información para tener un impacto positivo sobre la GFP depende en gran medida de las entidades que lo adopten y la cobertura presupuestal que estas representen. La existencia de brechas significativas en la cobertura limita la habilidad del sistema para ser una herramienta fiscal efectiva. La experiencia internacional nos demuestra que la cobertura institucional tiende a variar considerablemente. Las razones pueden ser legales, operativas o técnicas. Es importante que se cierren las brechas, lo que generalmente involucra:

- Evitar las transferencias implementadas como una sola línea en el presupuesto a entidades adscritas que puedan formar parte del sistema.
- Canalizar todos los fondos a través de la cuenta única de tesorería.

- Evitar fondos extrapresupuestarios en sistemas paralelos que no puedan intercambiar información para fines de consolidación de cuentas y reportes.
- Evitar retrasos en los registros de facturas y compromisos presupuestales.
- Registrar todos los momentos presupuestales en el momento que apliquen.

En el pasado, las limitaciones técnicas, en particular la conectividad al Internet o el acceso a la infraestructura de red, solían ser limitantes importantes, esto dio lugar a dos tipos de topología distintos, la arquitectura central y la arquitectura distribuida.

**Tabla 2. Arquitecturas de despliegue**

Arquitectura Central	Arquitectura Distribuida
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La aplicación corre en servidores centrales</li> <li>• Todos los usuarios se conectan en tiempo real al servidor central para procesar sus transacciones</li> <li>• Todos los cambios al software son aplicados centralmente.</li> <li>• Un único repositorio para todos los datos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Copias de la aplicación corren en varios servidores conectados a través de una red</li> <li>• Los usuarios en un sitio se conectan al servidor designado para procesar sus transacciones</li> <li>• Funcionan mejor en ambientes donde las telecomunicaciones no están bien desarrolladas</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia, basada en “A Handbook on FMIS for Government”

En la práctica las arquitecturas centralizadas han probado ser más fáciles de operar y mantener. El progreso tecnológico ha ido resolviendo los problemas de conectividad y hoy en día la mayoría de los países cuentan con buena conectividad en las principales áreas urbanas, además de ubicua disponibilidad de dispositivos móviles.

Un primer objetivo de los ministerios de hacienda ha sido incluir en el sistema a las entidades que conforman el gobierno central, dada la importancia de sus presupuestos e impacto a nivel nacional de sus operaciones. Los problemas que se han presentado para cubrir estas entidades tienden a ser derivados de retrasos en el proceso de implementación de las herramientas informáticas, lo cual genera duplicidad en los procesos operativos y dificultades en la consolidación de reportes y estados financieros. Estudios sobre los patrones de transacciones han demostrado que unas pocas transacciones representan la mayoría del presupuesto<sup>2</sup>. Esto puede ser tomado en cuenta para desarrollar una estrategia de implementación que fortalezca la disciplina fiscal priorizando incorporar al sistema las transacciones de alto valor.

Desde el punto de disciplina fiscal, es prioritario capturar las transacciones de mayor valor o riesgo. Desde un punto de vista de producción de estados financieros completos, es importante tener cobertura completa, es decir capturar las transacciones de menor valor también. La modalidad a través de la cual se capturan transacciones de alto y bajo valor puede ser diferente. En algunos países donde se utilizan sistemas COTS<sup>3</sup> se ha

<sup>2</sup> Ensuring better PFM outcomes with FMIS Investments – World Bank 2020

<sup>3</sup> Sistemas informáticos comerciales, por sus siglas en inglés Commercial Off The Shelf

optado por que oficinas remotas que procesan pocas transacciones lo hagan a través de portales web, mientras que las oficinas centrales que procesan más transacciones utilizan el sistema completo. Esto con el objetivo de reducir el costo de las licencias de uso, las cuales en su mayoría aún están definidas a nivel de usuario nombrado o concurrente, a pesar de que en años recientes los modelos de licenciamiento por suscripción han empezado a ser importantes.

Las necesidades de información de los entes rectores van más allá de las entidades del gobierno central y generalmente involucran de una forma u otra a todas las entidades que forman el Sector Público. Esto debe reconciliarse con la autonomía de la cual gozan algunas entidades y otros niveles de gobierno, además de las necesidades particulares de los sistemas de las empresas públicas. Para resolver esta situación, generalmente se hace uso del llamado Módulo de Consolidación. La consolidación de estados financieros se realiza en este módulo, el cual generalmente se implementa por separado pero a la vez conectado a los módulos primarios descritos en la sección anterior. Las funciones disponibles incluyen el proceso de consolidación y las reglas de negocio para compensar las transacciones intragubernamentales. En jurisdicciones pequeñas, este proceso de compensación puede hacerse en hojas de cálculo, pero para jurisdicciones más grandes el volumen de transacciones puede llegar a complicar o imposibilitar esta opción.

Para maximizar los beneficios a la gestión financiera pública, los gobiernos deben ampliar la cobertura de los sistemas, tanto a nivel transaccional como en su capacidad de consolidar información del resto del sector público.

## 5. IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN DE GFP

---

### 5.1. Etapas de Implementación

La implementación de sistemas informáticos trae beneficios sustanciales a la gestión financiera pública de un país, ya que un sistema que funcione adecuadamente se apoya en distribuir y utilizar eficientemente los recursos públicos. A su vez, la experiencia internacional está llena de ejemplos de proyectos que no han logrado cubrir sus expectativas iniciales. La implementación es operacionalmente difícil, y se suelen experimentar retrasos, sobrecostos y problemas en la gestión del cambio que generan resultados insatisfactorios.

En general existen tres etapas en la implementación de sistemas de GFP<sup>4</sup>, a saber:

- Etapa de diseño
- Etapa de adquisición y contrato
- Etapa de implementación

---

4 A Handbook on Financial Management Information Systems, Hashim 2014

**Tabla 3.** Principales actividades por etapa

Etapa de diseño	Etapa de adquisición y contrato	Etapa de implementación
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagnóstico de la GFP, identificación de prioridades y áreas de interés.</li> <li>• Documentar los procesos funcionales e intercambios de información "As Is"</li> <li>• Redefinición y desarrollo de los procesos funcionales e intercambios e información "To Be" donde corresponda</li> <li>• Revisión del marco legal e institucional para acomodarlo a los procesos "To Be"</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo de especificaciones funcionales y tecnológicas basadas en modelo conceptual.</li> <li>• Estudio de mercado</li> <li>• Desarrollo de documentos de licitación, métodos de adquisición y metodología de evaluación</li> <li>• Costeo, secuenciación y aseguramiento de fondos</li> <li>• Desarrollo de metodología de implementación, operación y sostenibilidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer mecanismos de gobernanza y gestión de proyectos</li> <li>• Definir estrategia de despliegue</li> <li>• Definir estrategia de pruebas</li> <li>• Definir estrategia de migración de datos</li> <li>• Definir parámetros de aceptación operacional</li> <li>• Transición de proyecto a operación.</li> <li>• Establecer mecanismos de soporte y mantenimiento.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia, basado en "A handbook on FMIS for Governments, 2014"

La tabla anterior resume las principales actividades que se realizan en cada etapa. Se estima que el tiempo promedio de duración de un proyecto es de 7 años, esto incluye el tiempo necesario para cumplir las tres etapas.

## 5.2. Soluciones Tecnológicas

La arquitectura de los sistemas ha evolucionado desde los mainframes y sistemas monolíticos de los '80 y '90 a los sistemas multicapas basados en Internet de las últimas dos décadas. Diferentes países y regiones han adoptado diferentes arquitecturas. Por ejemplo, en Latinoamérica se popularizó la adopción de una base de datos central administrada por el ministerio de hacienda; también la mayoría de los países latinoamericanos optó por desarrollos a la medida. En África, Europa oriental o el subcontinente asiático, se optó por una mezcla de COTS y desarrollos a la medida y una mezcla de bases de datos centralizadas y esquemas desconcentrados con bases de datos en cada entidad que sincronizan y comparten información a una base de datos central.

Después de varias décadas de implementación de este tipo de sistemas, varios países han iniciado procesos de modernización de los sistemas con el objetivo de mejorar la funcionalidad, cobertura e integración de las aplicaciones. Los resultados han sido variados, incluso los países que optaron por una arquitectura multicapas moderna basada en Internet han experimentado dificultades. Estudios realizados en diferentes países, entre los cuales se encuentran Ghana, Liberia, Filipinas y Sierra Leona, revelan que varios de ellos tuvieron retos en mejorar la cobertura institucional, integrar las cuentas bancarias y definir un adecuado modelo conceptual. Estas experiencias resaltan la importancia de seguir un marco conceptual adecuado para la implementación de los sistemas.

Históricamente, las opciones para implementar un sistema de información de GFP han sido la adquisición de una solución comercial o el desarrollo de una solución a la medida. La decisión generalmente se ha tomado en función del costo, control y riesgo de cada opción. Es importante mencionar que la literatura no se inclina definitivamente por una de las opciones sino que cada una tiene ventajas y desventajas. Algunas de las más importantes se resumen en la tabla 5.

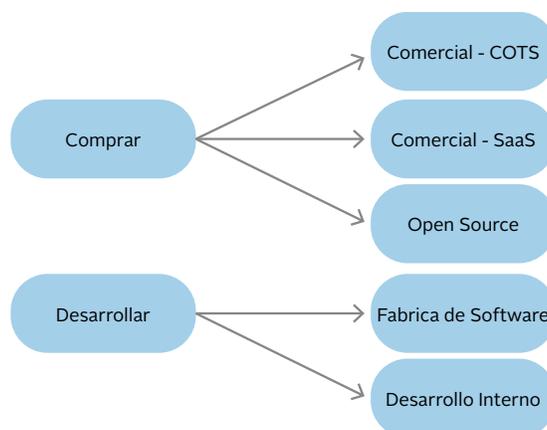
**Tabla 5.** Ventajas y desventajas de opciones de implementación

Opción	Ventajas	Desventajas
<b>Compra de solución</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Facilita la implementación de buenas prácticas en los procesos de negocio</li> <li>El riesgo y el costo es compartido con el proveedor</li> <li>El tiempo de implementar puede ser más corto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Algunas soluciones de mercado son muy rígidas y terminan siendo subutilizadas.</li> <li>Tiende a crear dependencia en el proveedor</li> <li>Requiere de voluntad del Gobierno de adaptar sus procedimientos</li> </ul>
<b>Desarrollo de solución</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El gobierno retiene la propiedad del código fuente</li> <li>El desarrollo está bajo el control y responsabilidad del gobierno</li> <li>Posibilidad de introducir cambios rápidamente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estimar niveles de esfuerzo para desarrollar solución compleja es difícil.</li> <li>Usualmente requiere la contratación de nuevo personal</li> <li>El gobierno asume todo el costo y riesgo.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

Aún más importante es que hoy en día, el comprar o desarrollar ya no es una opción binaria. Existen variantes de ambas opciones que introducen características que pueden resaltar fortalezas o reducir debilidades de las versiones originales.

**Figura 7.** Variantes y opciones de implementación



Fuente: Elaboración propia

La figura anterior muestra las variantes para cada opción. En la categoría de comprar hay tres opciones: (i) software comercial disponible en el mercado (COTS), (ii) software como servicio (SaaS) y (iii) software de código abierto (OPEN SOURCE); y dos opciones en la categoría de desarrollar: (iv) la construcción del sistema con el apoyo de una fábrica de software externa al gobierno (LDSW) (v) el desarrollo desde cero con recursos internos del gobierno.

COTS (*Commercial Off-the-Shelf*) es una abreviatura comúnmente utilizada para referirse a un paquete de software disponible en el mercado que se adquiere y que luego se adapta a las necesidades del cliente como parte del proceso de implementación. Corresponde a un software preexistente, desarrollado por un proveedor comercial con una reputación sólida, un modelo de soporte definido y experiencia en la implementación y adaptación de sistemas de este tipo. Bajo esta opción, el fabricante del software mantiene los derechos del código fuente de la aplicación que protegen los derechos exclusivos de uso y distribución del software; se comercializan normalmente bajo la figura de “derecho de uso”. Un producto COTS siempre requiere adaptaciones al software estándar que se compra, las cuales se pueden realizar a través de cambios de configuración, parametrizaciones o incluso desarrollo a la medida.

La opción SaaS (*Software as a Service*) es muy similar a la opción COTS desde el punto de vista funcional, ya que consiste en una aplicación preexistente desarrollada por un proveedor comercial, con la principal diferencia que el modelo de implementación es en la nube (cloud computing), es decir, que el software está instalado en la infraestructura del proveedor de la solución y se accede a ella través de Internet. La opción de implementación SaaS corresponde a un software desarrollado de forma nativa para la nube y no una aplicación COTS que se instala en una nube pública como Amazon Web Services o Microsoft Azure. Las soluciones SaaS hacen uso de las ventajas de la nube en términos de agilidad, elasticidad y flexibilidad, y no es necesario realizar grandes inversiones iniciales en hardware ni dedicar mucho esfuerzo en la administración de la infraestructura. En lugar de esto, la nube permite aprovisionar el tipo y el tamaño exactos de los recursos informáticos que necesita la aplicación e ir aumentando estos recursos a medida la solución crece en usuarios y utilización en general.

La opción *OPEN SOURCE* -Software de código abierto-, desde el punto de vista técnico, es muy similar a la opción COTS, con la diferencia que un software *OPEN SOURCE* no es desarrollado por un proveedor comercial sino por un grupo de personas (comunidad) que construye el software estándar, corrige los errores y brinda acceso a parches, actualizaciones o nuevas versiones. Este modelo de desarrollo tiene la ventaja de la sabiduría del grupo (*the wisdom of crowds*). En esta opción, el código fuente está disponible a través de una licencia de código abierto o forma parte del dominio público, de manera que cualquier persona puede estudiar, cambiar y mejorar el software. Existen diferentes tipos de licencias de software de código abierto, como Apache, BSD, GNU, GPL o MIT, sin embargo, para que sea *OPEN SOURCE* debe permitir el acceso sin restricciones al código fuente, la libre redistribución y la neutralidad tecnológica. Esta opción puede requerir la integración no de una sino de varias soluciones de código abierto para cubrir las funcionalidades típicas de un sistema de información de GFP.

La opción de desarrollar se refiere al proceso de desarrollo tradicional de software que comienza desde cero y abarca todas las fases (análisis, diseño, construcción, pruebas, entrega y estabilización). Bajo esta opción, el código fuente de la aplicación es propiedad del gobierno, por lo que puede desarrollar cualquier funcionalidad o cambio en el software para lograr un cubrimiento del 100% de las especificaciones. Para desarrollar un sistema desde cero se puede optar por hacer un desarrollo interno, es decir contratar un equipo de analistas, arquitectos y desarrolladores e incorporarlos a la institución. La segunda opción es contratar a una fábrica de software que haga el desarrollo a la medida. En este último caso existen varias opciones, por ejemplo, contratar un número determinado de arquitectos de software y programadores bajo un modelo de costo fijo (*fixed-price*) o contratar el desarrollo por casos de uso, puntos de función o pantallas. Estas son unidades de resultado y tienen incentivos para que el proveedor se esfuerce en que la aplicación satisfaga la necesidad del cliente final.

Como parte de la etapa de diagnóstico, debe hacerse una evaluación sobre qué opción es más adecuada para el contexto particular. En general deben evaluarse aspectos técnicos, capacidades institucionales, el nivel de madurez del mercado local, las capacidades de sostenibilidad y las consideraciones financieras. La tabla 6 muestra las diferentes métricas a analizar en cada una de las perspectivas previamente mencionadas. Es importante mencionar que cada implementación puede tener características distintas y que no deben generalizarse las ventajas o desventajas de una u otra opción.

**Tabla 6.** Ejemplo de evaluación de criterios por opción de implementación

Criterio	COTS	SaaS	Open Source	LDSW	Desarrollo In-House
<b>PERSPECTIVA TECNICA</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cobertura funcional</li> <li>• Capacidad de integración</li> <li>• Tiempo de implementación</li> <li>• Estabilidad del software</li> <li>• Posibilidad de pruebas previas</li> </ul>					
<b>PERSPECTIVA INSTITUCIONAL</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestión de proyectos</li> <li>• Gestión de capacidades</li> <li>• Gestión de cambios</li> </ul>					
<b>PERSPECTIVA DE MERCADO</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diversidad de proveedores</li> <li>• Presencia local</li> </ul>					

Criterio	COTS	SaaS	Open Source	LDSW	Desarrollo In-House
<b>PERSPECTIVA DE SOSTENIBILIDAD</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento</li> <li>• Garantía y soporte</li> <li>• Seguridad informática</li> <li>• Documentación</li> </ul>					
<b>PERSPECTIVA FINANCIERA</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Costo inicial</li> <li>• Costos recurrentes</li> <li>• Costo total de tenencia</li> </ul>					

Fuente: Elaboración propia

### 5.3. Herramientas Tecnológicas Disponibles en el Mercado

De acuerdo a la base de datos del Banco Mundial, vemos que más de la mitad de los países encuestados usan sistemas COTS (106 de 192, 55%), mientras que el resto usa sistemas desarrollados a la medida<sup>5</sup>. Es generalmente más práctico, menos costoso y riesgoso utilizar COTS. Los COTS presentan varias ventajas, entre las más importantes se pueden mencionar:

- Los sistemas COTS implementan buenas prácticas, las cuales pueden ser adaptadas al contexto local.
- Vienen cargados con funcionalidades extensas las cuales pueden ser adoptadas progresivamente por el gobierno.
- La integración de los módulos y las capacidades de seguridad están de acuerdo con estándares internacionales.
- Generalmente vienen diseñados para que las capacidades necesarias para operarlos sean desarrolladas internamente.
- El mantenimiento es responsabilidad del proveedor y lo hace disponible a través de un contrato de soporte y mantenimiento de producto.

5 Banco Mundial, Agosto de 2018

**Tabla 7. Herramientas tecnológicas por país**

Popularity	FMIS Technology	Countries
1	SAP	Austria; Azerbaijan; Croatia; Estonia; Finland France; Malasya; Maldives; Pakistan; Panama; Portugal (many ministries); Senegal; Slovak Pepublic; Swirzerland; Zambia; Zimbabwe
2	Oracle	Albania; Ethiopia; Ghana; Indonesia; Kazakhstan; Kenya; russian Federation; Saudi Arabia (many ministries); Uganda; United Arab emirates; Vietnam
3	FreeBalance	Afghanistan; Kosovo; Kyrgyz Republic; Liberia; Mongolia; Philippines; Sierra Leone; Sri Lanka; timor-Leste
4	Navision (Microsoft Business Solutions)	Congo, Dem. rep.; Norway
5	Serenic Navigator	Malawi (local governments)
6	Epicor	Gambia, the; Lesotho; Malawi; Tanzania
7	PeopleSoft	Cambodia
8	Bisan Enterprise	Somalia(state level; cloud-based COTS)
9	LSDW and custom development	Argentina; Armenia; Bangladesh; Buthan; Brazil; Chile; Colombia; Ecuador; El Salvador; Gabon; Georgia; India; Iran, Islamic Rep.; Korea, Rep.; Kosovo; Mozambique; Nepal; Oman; Rwanda; Madagascar; Mali; Mauritiana; Turkey; Ukraine; East Caribbean countries; Dominica, Grenada, St. Lucia, St. vincent and the Grenadines
10	Open source	Comoros, Simbia; Nigeria (some states) and Uruguay, Odoo Software

Fuente: Ensuring Better PFM Outcomes with FMIS Investments, 2020

La tabla anterior muestra los tipos de herramienta utilizadas por un subconjunto de países incluidos en un estudio del Banco Mundial del año 2018. Los proveedores mas importantes de herramientas COTS son empresas con presencia global, que generalmente cuentan con oficinas regionales y alianzas estratégicas en los países donde operan.

## 5.4. Implementaciones Basadas en Soluciones a la Medida

Existen tres factores claves que en gran medida inclinan la balanza por comprar o desarrollar, estos son:

- La robustez y complejidad de los requerimientos funcionales
- La volatilidad de los requerimientos funcionales
- La capacidad de la organización para el desarrollo y mantenimiento de software

Cuando estos tres factores son todos positivos, el desarrollo se vuelve una opción viable. En general, los países no muestran un claro favoritismo por una u otra opción. Según datos del Banco Mundial<sup>6</sup>, de los proyectos de sistemas informáticos de GFP en

<sup>6</sup> FMIS Projects Database, enero, 2022 - Esta base de datos contiene más de 160 proyectos en más de 80 países desde 1984.

los cuales ha estado involucrado un 53% de las implementaciones se han ido por soluciones de mercado, mientras el 47% restando lo ha hecho por soluciones a la medida. De los proyectos que no han sido completados, 14% han sido basadas en soluciones de mercado y 11% de soluciones a la medida. En la región de Latinoamérica y el Caribe existe una clara preferencia por soluciones a la medida, con el 88% (29/33) proyectos completados de este tipo. Un dato interesante es que, en la región, de los proyectos que se encuentra activos en este momento, todos son basados en soluciones de mercado, tendencia que de mantenerse reversaría lo observado históricamente.

**Tabla 8. Países que han implementado desarrollos a la medida por región**

Región	Países (selectos)
<b>África</b>	Burundi, Camerún, Cabo Verde, Chad, Costa de Marfil, Guinea Faso, Níger, Ruanda, Somalia
<b>Asia del Este</b>	China, Laos, Myanmar
<b>Europa del Este y Asia Central</b>	Albania, Bielorrusia, Georgia, Hungría, Tayikistán, Turquía, Ucrania
<b>Latinoamérica y el Caribe</b>	Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, El Salvador, Guatemala, Honduras, Jamaica, Venezuela
<b>Medio Oriente y África del Norte</b>	Argelia y Yemen
<b>Asia del Sur</b>	Bangladesh y Nepal

La tabla anterior muestra como los proyectos con desarrollo a la medida están presentes en todas las regiones del mundo, con mayores incidencias en Latinoamérica y Europa del Este y Asia Central. La tendencia no cambiara significativamente en el futuro inmediato, ya que de los proyectos actualmente en ejecución 13 de 25 esperan implementarse con soluciones a la medida.

Lo más importante a recalcar en este tema es el mensaje que se mencionó anteriormente, la decisión entre comprar y desarrollar ya no es binaria, ya que la adopción de tecnologías y estándares abiertos ha posibilitado la implementación de soluciones híbridas y escoger el enfoque más adecuado para cada contexto y propósito.

