

XXI

**Estrategia de
refactorización de
sistemas legados
gubernamentales
hacia arquitecturas de
microservicios orientadas
a eventos: Caso de estudio
en el sector público
peruano**

Jaime Alejandro Honores Coronado

Estrategia de refactorización de sistemas legados gubernamentales hacia arquitecturas de microservicios orientadas a eventos: Caso de estudio en el sector público peruano

Jaime Alejandro Honores Coronado

RESUMEN

La modernización tecnológica del Estado peruano enfrenta desafíos críticos debido a la persistencia de sistemas legados monolíticos que limitan la interoperabilidad y la agilidad institucional. Esta investigación de revisión narrativa analiza la viabilidad, los desafíos y los lineamientos estratégicos para la migración de arquitecturas tradicionales hacia microservicios orientados a eventos (EDAs) en el sector público. A través de un análisis de la literatura científica, marcos de gobernanza digital y normativas nacionales, se examinan patrones de refactorización progresiva como el de la Higuera Estranguladora (Strangler Fig), el diseño guiado por el dominio (DDD) y la integración asíncrona mediante intermediarios de mensajes. Los hallazgos revelan que, si bien estas arquitecturas desacoplan los componentes y optimizan el intercambio transaccional de datos entre entidades gubernamentales, su adopción exitosa requiere superar barreras organizacionales, déficits de talento técnico especializado y limitaciones presupuestarias. Se concluye que la transición hacia ecosistemas distribuidos no es solo un cambio técnico, sino un rediseño de la infraestructura digital que exige gobernanza estricta, observabilidad avanzada y alineación con el marco de interoperabilidad nacional para garantizar servicios eficientes y seguros a la ciudadanía.

Palabras clave: Microservicios, arquitectura orientada a eventos, sistemas legados, interoperabilidad gubernamental, transformación digital.

ABSTRACT

The technological modernization of the Peruvian State faces critical challenges due to the persistence of monolithic legacy systems that limit interoperability and institutional agility. This narrative review examines the feasibility, challenges, and strategic guidelines for migrating from traditional architectures to event-driven architectures (EDAs) within the public sector. Through an analysis of scientific literature, digital governance frameworks, and national regulations, the study explores progressive refactoring patterns—such as the Strangler Fig pattern—as well as Domain-Driven Design (DDD) and asynchronous integration via message brokers. The findings reveal that, while these architectures decouple components and optimize transactional data exchange between government entities, successful adoption requires overcoming organizational barriers, shortages of specialized technical talent, and budgetary constraints. The study concludes that the transition to distributed ecosystems is not merely a technical shift but a redesign of digital infrastructure; it demands rigorous governance, advanced observability, and alignment with the national interoperability framework to ensure efficient, secure services for citizens.

Keywords: Microservices, event-driven architecture, legacy systems, government interoperability, digital transformation.

INTRODUCCIÓN

La transformación digital en el sector público latinoamericano, y particularmente en el Perú, se ve frecuentemente obstaculizada por la dependencia de aplicaciones legadas. Estos sistemas, desarrollados bajo arquitecturas monolíticas tradicionales, presentan altos niveles de acoplamiento, tecnologías discontinuadas y una escasa capacidad de integración con plataformas modernas de gobierno electrónico. La obsolescencia tecnológica no solo incrementa la vulnerabilidad ante fallas operativas, sino que también genera una pesada carga de deuda técnica que frena la innovación institucional y la eficiencia administrativa.

En el contexto peruano, la Ley de Gobierno Digital y los lineamientos emitidos por

la Presidencia del Consejo de Ministros (PCM) exigen una mayor interoperabilidad y agilidad en la provisión de servicios digitales, 2021]. No obstante, los organismos estatales operan bajo marcos normativos rígidos y presupuestos limitados, donde la discontinuidad operativa de los servicios esenciales representa un riesgo político y social inaceptable. Por esta razón, reemplazar por completo los sistemas críticos existentes mediante un enfoque de «reemplazo total» (big bang replacement) resulta inviable debido a los elevados riesgos operativos, financieros y de pérdida de continuidad en la atención a la ciudadanía.

Ante este panorama crítico, la refactorización arquitectónica surge como una alternativa técnica viable y sostenible. La transición hacia arquitecturas de microservicios combinadas con un paradigma orientado a eventos (Event-Driven Architecture - EDA) permite desacoplar los componentes del sistema, facilitando la escalabilidad independiente y la comunicación en tiempo real entre diferentes entidades u organismos del Estado. Mientras que los microservicios descomponen el monolito en servicios autónomos orientados a dominios de negocio específicos, el patrón EDA introduce una comunicación asíncrona mediante eventos que minimiza las dependencias directas, optimizando el intercambio de datos transaccionales entre instituciones públicas clave como ministerios, municipalidades y organismos de control.

A pesar de las ventajas teóricas de estas arquitecturas distribuidas, su aplicación en el sector público requiere examinar factores de gobernanza, seguridad de la información y gestión del cambio organizacional que difieren sustancialmente del entorno privado. La literatura previa ha abordado de manera fragmentada la modernización monolítica o la interoperabilidad gubernamental; sin embargo, es escasa la integración conceptual que articule patrones de refactorización progresiva —como el patrón de la Higuera Estranguladora— con los requerimientos específicos de la administración pública peruana.

Por consiguiente, este artículo de revisión narrativa tiene como objetivo examinar los fundamentos teóricos, metodológicos y prácticos para diseñar una estrategia de refactorización de sistemas legados gubernamentales orientada al contexto peruano, identificando los retos de adopción y proponiendo una hoja de ruta conceptual basada en buenas prácticas internacionales y normativas locales. Con ello, se busca aportar un marco de referencia analítico que sirva de guía para los tomadores de decisiones tecnológicas en el Estado, contribuyendo a la reducción de la brecha de interoperabilidad y al fortalecimiento de un gobierno digital más resiliente y eficiente.

METODOLOGÍA

Este estudio se desarrolló bajo un enfoque cualitativo mediante una revisión narrativa de la literatura científica, técnica y normativa, un método idóneo para sintetizar conocimientos conceptuales complejos y examinar la evolución teórica de un fenómeno tecnológico aplicado a un dominio específico (Grant & Booth, 2009). La naturaleza exploratoria de la investigación permitió examinar la intersección entre la ingeniería de software distribuida y la gobernanza pública, integrando hallazgos empíricos y directrices institucionales (Paré et al., 2015).

La búsqueda de información se realizó de forma exhaustiva en bases de datos académicas de alto impacto e indexación internacional, tales como Scopus, Web of Science, IEEE Xplore y SciELO. Esta selección garantizó el acceso a literatura rigurosa en ingeniería de software y ciencias de la computación, así como a perspectivas regionales en el ámbito latinoamericano. Adicionalmente, la estrategia de búsqueda se complementó con la revisión rigurosa de documentos oficiales del Estado peruano, específicamente emanados de la Presidencia del Consejo de Ministros (PCM), la Secretaría de Gobierno y Transformación Digital (SGTD), y las normativas técnicas vinculadas a la Plataforma Nacional de Interoperabilidad (PNI), asegurando la pertinencia contextual del análisis (Presidencia del Consejo de Ministros [PCM], 2021).

Para garantizar la calidad y actualidad de la evidencia, los criterios de inclusión consideraron artículos de investigación arbitrados, revisiones sistemáticas, libros blancos de arquitectura de software y marcos de referencia institucionales publicados preferentemente entre 2020 y 2026. Los ejes temáticos prioritarios se enfocaron en la refactorización de sistemas monolíticos, arquitecturas orientadas a eventos (Event-Driven Architecture), modernización de sistemas legados gubernamentales y transformación digital en la administración pública. Se excluyeron aquellos documentos que abordaban arquitecturas propietarias sin sustento abierto o enfoques exclusivamente orientados al sector privado sin consideraciones de interoperabilidad estatal.

Durante el proceso de recuperación de información, se aplicaron cadenas de búsqueda estructuradas mediante operadores booleanos, combinando términos clave en inglés y español relacionados con legacy system modernization, microservices, event-driven architecture, public sector digital transformation e interoperabilidad gubernamental. La ejecución de estas consultas permitió filtrar una masa crítica de documentos iniciales, los cuales fueron sometidos a un cribado basado en la lectura crítica de

títulos, resúmenes y pertinencia metodológica frente a los objetivos del estudio (Kitchenham & Charters, 2007).

Finalmente, la selección, codificación y síntesis de la información se estructuró de manera estrictamente temática. Este procedimiento metodológico facilitó la categorización de los datos en tres ejes analíticos principales: los desafíos técnicos de la deuda acumulada en los sistemas legados, los patrones de migración arquitectónica aplicables y las particularidades del contexto normativo e institucional peruano. Dicha estructuración permitió contraponer los modelos teóricos internacionales de refactorización progresiva con las restricciones operativas y presupuestarias reales del sector público en el Perú, garantizando la coherencia y el rigor analítico del artículo de revisión (Cronin, Ryan, & Coughlan, 2008).

RESULTADOS

La síntesis de la literatura analizada permite estructurar los hallazgos en tres dimensiones clave para comprender la refactorización de sistemas gubernamentales y su viabilidad en el contexto nacional:

Patrones de Descomposición y Migración

En primer lugar, se identificó que el patrón de la Higuera Estranguladora (Strangler Fig Pattern) constituye la estrategia más recomendada y segura para el sector público (Fowler, 2004). Este enfoque permite reemplazar gradualmente la funcionalidad del monolito por nuevos servicios sin interrumpir los servicios operativos críticos que la ciudadanía demanda a diario. Asimismo, la literatura destaca que el uso de Diseño Guiado por el Dominio (Domain-Driven Design - DDD) resulta indispensable para facilitar la identificación de contextos delimitados (bounded contexts) (Evans, 2003). Esta práctica arquitectónica evita que los microservicios resultantes sufran de acoplamiento excesivo, transformando los módulos monolíticos heredados en componentes cohesivos alineados directamente con las funciones misionales del Estado (Newman, 2019).

Adopción de Arquitecturas Orientadas a Eventos (EDA)

En segundo lugar, los estudios demuestran que la incorporación de intermediarios de mensajes (message brokers como Apache Kafka o RabbitMQ) reduce drásticamente

el acoplamiento temporal y espacial entre las dependencias del Estado (Hohpe & Woolf, 2003). En la administración pública peruana, esta evolución tecnológica optimiza de forma sustancial la compartición de datos transaccionales entre ministerios, municipalidades y organismos reguladores mediante eventos asíncronos normalizados. En lugar de realizar consultas directas y síncronas que colapsan las bases de datos legadas ante picos de demanda, el paradigma EDA permite que cada institución publique notificaciones de cambio de estado a las que otros sistemas se suscriben de manera desacoplada y segura (Richardson, 2018).

Factores Críticos y Normativos en el Perú

Finalmente, la revisión evidencia que la refactorización técnica no puede entenderse de forma aislada, sino que debe alinearse obligatoriamente con el Marco de Interoperabilidad del Estado y los estándares de seguridad de la información establecidos por la Secretaría de Gobierno y Transformación Digital (Presidencia del Consejo de Ministros [PCM], 2021). No obstante, los principales obstáculos reportados en la literatura regional no son exclusivamente tecnológicos, sino de gobernanza, resistencia al cambio organizacional, un marcado déficit de talento especializado en arquitecturas distribuidas dentro del sector público, y la complejidad jurídica asociada a la gestión de contratos con proveedores tecnológicos tradicionales (Vergara & Cornelio Vicuña, 2024). Estos factores demuestran que el éxito de la migración tecnológica exige un rediseño simultáneo de los procesos administrativos y de contratación estatal.

DISCUSIÓN

La transición desde sistemas legados hacia microservicios orientados a eventos en el sector público peruano representa un cambio de paradigma que trasciende la mera actualización de software; constituye un rediseño profundo de la infraestructura institucional digital y de la gobernanza estatal (Bass et al., 2021). A diferencia del sector privado, donde la agilidad comercial y el tiempo de llegada al mercado (time-to-market) fungen como los principales catalizadores de la innovación tecnológica, la administración pública prioriza de forma ineludible la continuidad operativa, la protección estricta de los datos personales de la ciudadanía y el cumplimiento irrestricto del marco legal vigente (Mergel et al., 2019). Esta divergencia sustancial en los incentivos y restricciones explica por qué los modelos corporativos de

transformación digital no pueden trasplantarse de manera directa al aparato estatal sin un proceso previo de adaptación institucional (Dunleavy et al., 2006).

Los hallazgos de esta revisión indican que la aplicación simplista de metodologías ágiles de migración provenientes de la industria comercial suele chocar frontalmente con la burocracia, la fragmentación de los sistemas y la rigidez presupuestaria característica del sector público peruano. Por ello, cualquier estrategia de refactorización requiere una fase inicial robusta de auditoría de deuda técnica y un mapeo exhaustivo de dependencias funcionales antes de realizar cualquier intervención en producción (Kruchten et al., 2012). En este escenario, la implementación de arquitecturas orientadas a eventos (EDA) mitiga problemas crónicos de interoperabilidad entre instituciones públicas clave —como lo ilustra la articulación de datos transaccionales entre el Registro Nacional de Identificación y Estado Civil [RENIEC], la Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria [SUNAT] y los diversos ministerios sectoriales—. Esto permite transicionar desde consultas sincrónicas frágiles y propensas a fallas en cascada hacia flujos asíncronos basados en eventos de dominio normalizados (Hohpe & Woolf, 2003).

No obstante, la descentralización inherente a los sistemas distribuidos introduce una capa de complejidad operativa significativa. La depuración de errores en entornos distribuidos, la trazabilidad de transacciones complejas y la gestión de esquemas de eventos exigen que las entidades públicas fortalezcan de manera prioritaria sus capacidades técnicas en observabilidad avanzada, gestión de versiones de eventos y gobernanza de APIs (Richardson, 2018). Actualmente, estos dominios representan una brecha crítica en el talento humano disponible dentro del Estado peruano, donde predominan perfiles orientados a la administración de tecnologías monolíticas tradicionales.

Para superar estas barreras, la modernización tecnológica no debe concebirse únicamente como un proyecto de adquisición de software, sino como una estrategia integral que combine la adopción de arquitecturas resilientes con la capacitación especializada del personal y la reestructuración de los modelos de contratación pública (Vergara & Cornelio Vicuña, 2024). Solo mediante este enfoque holístico el Estado peruano podrá consolidar una arquitectura digital interoperable, segura y preparada para responder con agilidad a las demandas de la sociedad contemporánea.

CONCLUSIÓN

La estrategia de refactorización de sistemas legados hacia arquitecturas de microservicios orientadas a eventos representa una solución plenamente viable y necesaria para superar los límites estructurales de la tecnología en el sector público peruano. Mediante la aplicación rigurosa de patrones de migración gradual, como el modelo de la Higuera Estranguladora (Strangler Fig), y una correcta delimitación de dominios orientados al negocio estatal, las instituciones del gobierno pueden modernizar de forma progresiva su infraestructura tecnológica, reduciendo drásticamente los riesgos de interrupción en la provisión de servicios esenciales a la ciudadanía.

No obstante, la evidencia analizada demuestra que el éxito de esta transformación digital no depende únicamente de la selección e implementación de herramientas tecnológicas de vanguardia. Por el contrario, requiere de la consolidación de un marco de gobernanza institucional sólido, el fortalecimiento sostenido de las capacidades técnicas del personal especializado dentro de la administración pública y la estricta alineación con las normativas vigentes de interoperabilidad y seguridad digital dictadas por los órganos rectores del Estado.

En conclusión, trascender los sistemas monolíticos tradicionales hacia ecosistemas distribuidos y orientados a eventos constituye un habilitador clave para la eficiencia gubernamental, siempre y cuando se aborde como un proceso integral de cambio organizacional y técnico.

REFERENCIAS

- Alshuqayran, N., Ali, N., & Evans, R. (2016). *A systematic mapping study on microservices architecture*. 2016 IEEE 9th International Conference on Service-Oriented Computing and Applications (SOCA), 44-51. <https://doi.org/10.1109/SOCA.2016.15>
- Bass, L., Clements, P., & Kazman, R. (2021). *Software Architecture in Practice* (4th ed.). Addison-Wesley Professional.
- Cronin, P., Ryan, F., & Coughlan, M. (2008). Undertaking a literature review: A step-by-step approach for students. *British Journal of Nursing*, 17(1), 38-43. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2007.04239.x>

doi.org/10.12968/bjon.2008.17.1.28059

- Dunleavy, P., Margetts, H., Bastow, S., & Tinkler, J. (2006). New Public Management is dead—long live digital-era governance. *Journal of Public Administration Research and Theory*, 16(3), 467-494. <https://doi.org/10.1093/jopart/mui057>
- Evans, E. (2003). *Domain-Driven Design: Tackling Complexity in the Heart of Software*. Addison-Wesley Professional.
- Fowler, M. (2004). *Bliki: StranglerApplication*. martinowler.com. <https://martinowler.com/bliki/StranglerApplication.html>
- Grant, M. J., & Booth, A. (2009). A typology of reviews: an analysis of 14 review types and associated methodologies. *Health Information & Libraries Journal*, 26(2), 91-108. <https://doi.org/10.1111/j.1471-1842.2009.00848.x>
- Hohpe, G., & Woolf, B. (2003). *Enterprise Integration Patterns: Designing, Building, and Deploying Messaging Solutions*. Addison-Wesley.
- Kitchenham, B., & Charters, S. (2007). *Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering* (Technical Report EBSE 2007-01). Keele University and University of Durham.
- Kruchten, P., Nord, R. L., & Ozkaya, I. (2012). Technical debt: From metaphor to theory and practice. *IEEE Software*, 29(6), 18-21. <https://doi.org/10.1109/MS.2012.167>
- Mergel, I., Edelmann, N., & Haug, N. (2019). Defining digital transformation: Results from expert interviews. *Government Information Quarterly*, 36(4), 101385. <https://doi.org/10.1016/j.giq.2019.06.002>
- Newman, S. (2019). *Building Microservices: Designing Fine-Grained Systems* (2nd ed.). O'Reilly Media.
- Paré, G., Trudel, M. C., Jaana, M., & Kitsiou, S. (2015). Synthesizing information systems knowledge: A typology of literature reviews. *Information & Management*, 52(2), 183-199. <https://doi.org/10.1016/j.im.2014.12.008>
- Presidencia del Consejo de Ministros [PCM]. (2021). *Decreto Supremo N° 118-2021-PCM que aprueba el Reglamento de la Ley N° 30909, Ley de Gobierno Digital*. Diario Oficial El Peruano. <https://www.gob.pe/institucion/pcm/normas-legales/1912384-118-2021-pcm>

- Richardson, C. (2018). *Microservices Patterns: With examples in Java*. Manning Publications.
- Vergara, J., & Cornelio Vicuña, M. L. (2024). Deuda técnica y modernización de plataformas monolíticas en entidades gubernamentales de América Latina. *Tecnología y Gestión del Estado*, 8(1), 45-62. <https://doi.org/10.26439/tge2024.v8i1.5821>