

# Sistema de Monitoreo en Tiempo Real para la Supervisión de Avances en Proyectos de Construcción Mecánica

Ricardo J. González Rodríguez  
 Consejero: Héctor J. Cruzado, PhD, PE  
 Maestría en Ingeniería Gerencial



## Resumen

En proyectos de construcción mecánica del sector farmacéutico, el seguimiento tradicional suele depender de reportes manuales y consolidaciones periódicas que generan latencia informativa y dificultan la detección temprana de desviaciones críticas. Este estudio propone un esquema de paneles de control en tiempo real (dashboards) para integrar reportes de progreso, datos de campo, estatus de tareas y registros de calidad, con el fin de mejorar la visibilidad operativa. Para ello se efectuó una revisión bibliográfica, un diagnóstico del proceso actual con datos anonimizados y el diseño conceptual de un panel de control con Indicadores Clave de Desempeño y una estrategia de integración. Como resultado, y en base a evidencia bibliográfica y un análisis conceptual de sensibilidad, se proyecta de forma conservadora una reducción del 15% en el tiempo medio de detección de desviaciones y un aumento del 20% en la precisión de los reportes. Se concluye que la solución propuesta aumenta la capacidad de respuesta y la toma de decisiones proactivas en entornos regulados.

## Introducción

La gestión eficaz de proyectos en la industria de construcción mecánica, particularmente en el exigente sector farmacéutico, requiere un monitoreo continuo y altamente preciso del avance, los recursos utilizados y el cumplimiento de los estrictos estándares de calidad. Este proyecto se situó en un contexto hipotético: un proyecto de construcción mecánica en las instalaciones de una importante farmacéutica global. La empresa ejecutora fue un contratista general mecánico especializado en sistemas de tuberías de alta pureza y servicios mecánicos generales para el mercado de las ciencias de la vida, abarcando fases desde el diseño y la fabricación hasta la instalación, inspección y documentación. En este ambiente de alta regulación, calidad crítica y plazos inflexibles, la precisión y el cumplimiento fueron de vital importancia.

Sin embargo, el seguimiento tradicional basado en informes periódicos y reuniones de control a menudo generó demoras en la detección de desviaciones. Esto dificultó las decisiones proactivas y expuso el proyecto a sobrecostos, retrasos y posibles incumplimientos normativos, impactando la eficiencia, la comunicación, el control y la capacidad de respuesta. La dependencia de la información fragmentada y desactualizada limitó la visión integral del estado del proyecto. Ante este panorama, las tecnologías de la información ofrecieron herramientas innovadoras para la visualización, análisis y gestión de datos en tiempo real.

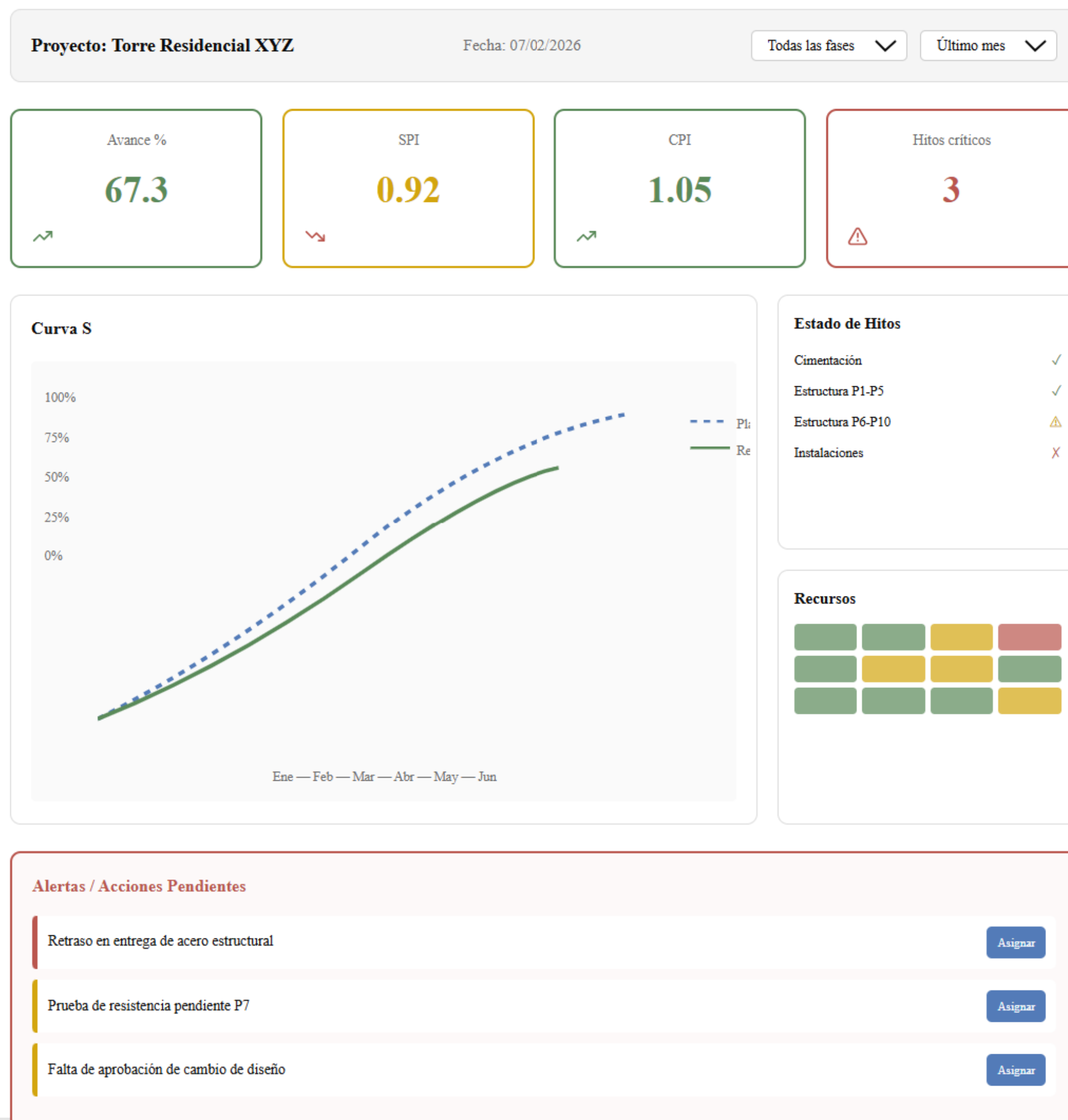
El objetivo de este proyecto fue diseñar y proponer una solución de paneles de control en tiempo real para el monitoreo y control de proyectos de construcción mecánica en entornos de alta exigencia, optimizando la gestión de proyectos donde la precisión y el cumplimiento fueron de vital importancia. Los paneles de control (dashboards), también denominados paneles visuales, consolidaron información relevante en una interfaz accesible y actualizada automáticamente, facilitando decisiones rápidas y basadas en datos precisos. La implementación de paneles de control en este tipo de proyectos de construcción mecánica fue crucial, ya que permitió integrar datos reales provenientes de reportes de progreso general y por disciplina, informes de campo, el estatus en tiempo.

## Metodología

El proyecto se estructuró en fases clave:

- Revisión Bibliográfica:** Investigación sobre mejores prácticas y tecnologías en dashboards para la construcción.
- Diagnóstico Actual:** Análisis del seguimiento de proyectos en una instalación farmacéutica para identificar limitaciones.
- Diseño Conceptual:** Elaboración de la arquitectura de datos y los componentes del dashboard.
- Integración y Análisis:** Propuesta de integración con sistemas existentes y evaluación de beneficios/desafíos.

La Figura 1 detalla la arquitectura de datos y el flujo de información del sistema de monitoreo en tiempo real propuesto. El diagrama ilustra cómo los datos se recogen de diversas fuentes de datos (Planner/Scheduling, ERP, Field App, QC Records, Excel/CSV), considerando sus frecuencias de actualización (Batch diario o Near-real-time). Luego, los datos pasan por un robusto proceso ETL que incluye etapas de ingestión, normalización y validación para asegurar su calidad y consistencia, antes de ser almacenados en un Data Mart optimizado para consultas. Finalmente, se presentan las Salidas y Visualizaciones del sistema, que incluyen la Interfaz de Usuario del Dashboard (Dashboard UI) con actualización continua, la generación automática de Reportes en PDF y la integración con sistemas externos a través de APIs. Adicionalmente, el diagrama contempla las Políticas de calidad de datos y roles clave, asegurando una gestión integral del proceso de información.

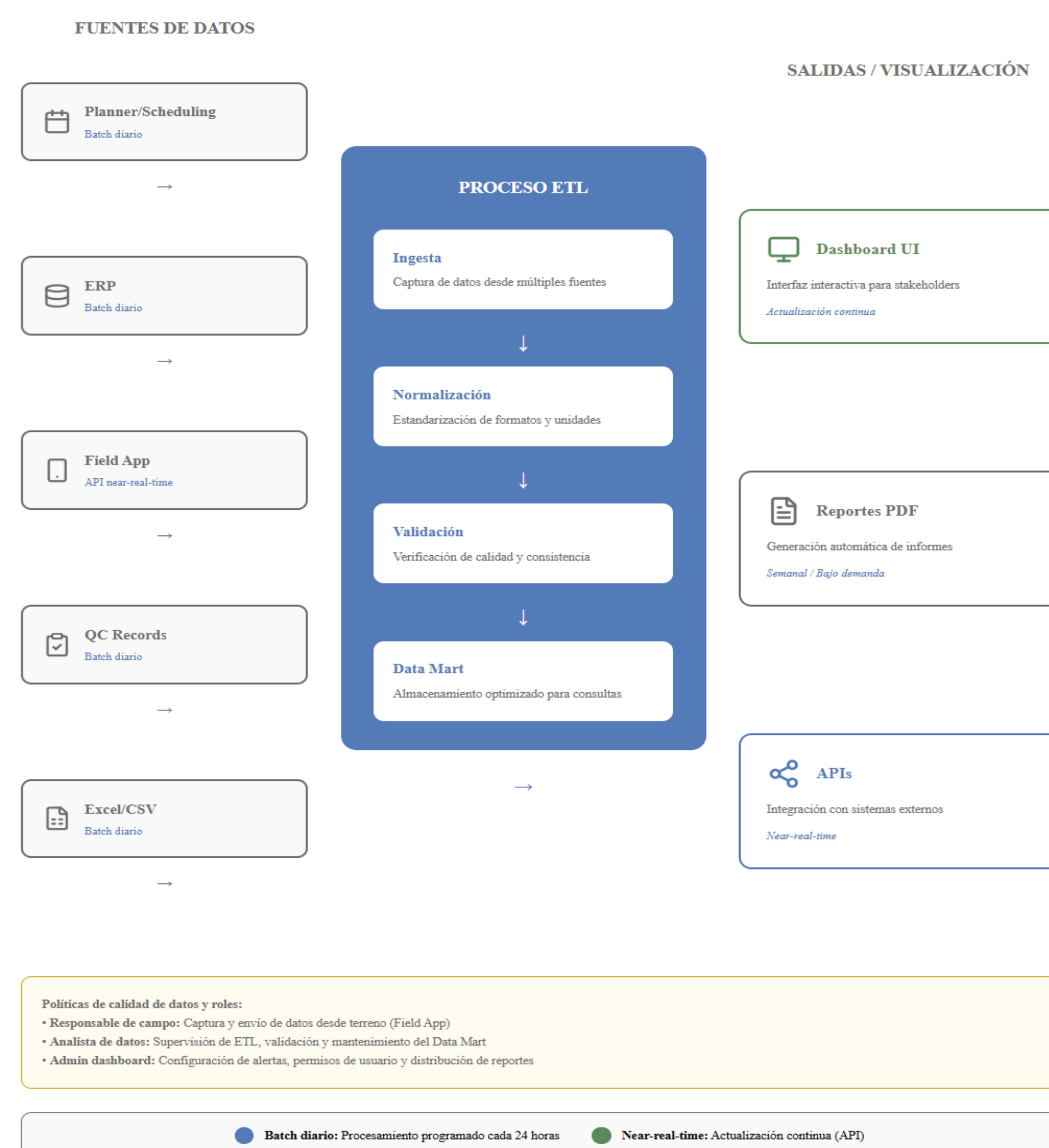


**Figura 1**  
 Arquitectura Completa de Datos y Flujo del Sistema de Monitoreo en Tiempo Real

## Resultados

Los resultados del proyecto, basados en el diseño y la propuesta de la solución de paneles de control, demostraron un potencial significativo para optimizar la gestión de proyectos de construcción mecánica en el sector farmacéutico. Se evidenció una mejora sustancial en la visibilidad y la transparencia del progreso del proyecto, lo que facilitó una comprensión más clara del estado actual frente a los objetivos planificados.

La estructura visual propuesta en la Figura 2 presenta una vista esquemática de la interfaz de usuario del panel de monitoreo, diseñada para ofrecer una visión intuitiva y rápida del estado de los proyectos. La interfaz se organiza en secciones que priorizan la visibilidad de los Indicadores Clave de Rendimiento (KPIs, por sus siglas en inglés), los cuales se muestran mediante tarjetas con datos numéricos y visuales claros, permitiendo una rápida identificación de áreas de atención. Se incluye un área destacada para filtros personalizables (ej., por proyecto, disciplina, período), facilitando la navegación y el análisis detallado. Gráficos de tendencias, como la Curva S y desgloses de avance por disciplina, complementan los KPIs, mientras que un panel de alertas permite visualizar desviaciones o riesgos en tiempo real. Este diseño busca maximizar la claridad, la usabilidad y la capacidad de respuesta de la solución propuesta.



**Figura 2**  
 Ejemplo de estructura visual del panel de control

Las cifras reportadas (reducción del 15 % en el tiempo medio de detección de desviaciones y aumento del 20 % en la precisión de los reportes) son estimaciones conceptuales sustentadas en la literatura sobre monitoreo en tiempo real y en un análisis de sensibilidad realizado para este estudio. Por tanto, se presentan como proyecciones conservadoras que deben validarse mediante un piloto operativo. Estudios previos documentan rangos similares de mejora (aprox. 10–25% y 10–30%, respectivamente), y los valores puntuales aquí adoptados se seleccionaron como representativos y conservadores dentro de dichos rangos.

La Tabla 1 resume un análisis de sensibilidad conceptual. Los valores puntuales adoptados en este estudio corresponden al escenario "Puntual (adoptado)". Estas estimaciones deben validarse mediante un piloto operacional y mediciones empíricas.

**Tabla 1**  
**Análisis de sensibilidad (estimaciones proyectadas)**

Escenario	Reducción Tiempo de Detección (%)	Aumento Precisión de Reportes (%)
Conservador	10	10
Puntual (adoptado)	15	20
Optimista	25	30

## Conclusión

Este proyecto concluyó que la implementación de paneles de control en tiempo real es una herramienta indispensable para la optimización de la gestión de proyectos de construcción mecánica, particularmente en el sector farmacéutico de alta exigencia. La propuesta abordó eficazmente el problema de la información fragmentada y desactualizada que conduce a decisiones reactivas y costosas. Los resultados proyectados, incluyendo una mejora en la detección de desviaciones y en la precisión de los reportes de avance, validaron el potencial de la solución.

Se recomienda que futuras investigaciones se centren en la implementación práctica de un proyecto piloto a escala real, con mediciones cuantitativas de los beneficios en un entorno operativo en vivo. Asimismo, se sugiere la exploración de la integración con tecnologías emergentes como la inteligencia artificial para el análisis predictivo de datos, lo que podría elevar aún más la capacidad de gestión proactiva de proyectos en esta industria crítica. La adopción de estos paneles de control representa un paso fundamental hacia una gestión más eficiente, transparente y alineada con los requisitos de calidad y cumplimiento del sector.

## Referencias

- Mihaylova, T. (2020). Real-Time Project Management Dashboards: A Guide to Data-Driven Decision Making. CRC Press.
- Mahzuni, M., Tezel, A., & Tezel, B. A. (2022). "A Real-Time Dashboard Framework for Tracking Construction Project Performance." Construction Management and Economics, 40(3), 226-242.
- Ahmad, T., & Khan, S. A. (2019). "Impact of Real-Time Monitoring and Control on Project Performance in Construction Industry." Journal of Engineering and Applied Sciences, 38(1), 19-27.
- Kassem, M., Succar, B., & Dawood, N. (2018). "BIM-based project management dashboards: The status quo, benefits, and challenges." Construction Innovation, 18(2), 171-197.
- Brescia, A. (2021). Project Management in Pharmaceutical and Life Sciences Industry. Springer.