

# **Informe de implementación del Sistema de gestión de datos en Ingeniería Clínica**

Guillermo Saldaña

Noviembre de 2025

## Índice:

<b>Informe de implementación del Sistema de gestión de datos en Ingeniería Clínica</b>	1
1. Introducción	3
2. Alcance de la implementación	3
3. Servidor	4
3.1. Componentes provistos por el área de Sistemas	4
3.2. Configuraciones aplicadas	4
4. Sistema de Gestión de Equipos Médicos (Componente Central)	4
4.1. Diseño y construcción de la base transaccional	4
4.2. Procesos ETL	5
Datos integrados	5
Limitaciones	5
4.3. Automatización y lógica de negocio	5
Automatización completa del cronograma	5
Prevención de errores humanos	6
4.4. Estados, alertas y mecanismos de aviso en el cronograma	6
5. Consumos de O <sub>2</sub> y CO <sub>2</sub>	7
6. Data Warehouse	7
6.1. Data Warehouse de Ingeniería Clínica (mantenimiento y equipos médicos)	7
6.2. Data Warehouse de consumos (energía eléctrica y gas)	7
7. Plataforma Administrativa: Directus	8
7.1. Uso de la aplicación	8
7.2. Personalización de la interfaz	8
7.3. Manual integrado en la aplicación	8
7.4. Pruebas realizadas	8
8. Componentes Delegados o Proyectados	9
KoBoToolbox	9
Data warehouse de accidentes laborales	9
10. Conclusiones	9
11. Proyecciones	9

## 1. Introducción

A partir del diagnóstico sobre la gestión de datos en las áreas técnicas del hospital y de la propuesta de infraestructura y herramientas previamente elaborada, se implementó un sistema centralizado orientado a mejorar la organización, trazabilidad y análisis de la información gestionada por Ingeniería Clínica.

El eje principal fue el desarrollo del Sistema de Gestión de Equipos Médicos, apoyado en una base transaccional diseñada específicamente para el área, complementada con un Data Warehouse para análisis posteriores.

También se integraron los consumos de O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub> y se desarrolló un módulo independiente para consumos de electricidad y gas, destinado a otras áreas técnicas.

Los anexos incluyen el modelo de datos (DER) y los DDL correspondientes.

## 2. Alcance de la implementación

Las tareas realizadas incluyeron:

- Diseño e implementación del sistema de gestión de equipos médicos.
- Creación en SQL (via pgAdmin) de toda la estructura base: tablas, relaciones, claves y restricciones.
- Implementación de una base transaccional (OLTP) y un Data Warehouse (DW) complementario.
- Automatización completa del cronograma preventivo.
- Integración de inventario, datos contables y un historial preliminar de intervenciones.
- Incorporación de consumos de O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub> al sistema clínico.
- Desarrollo de un módulo adicional para consumos energéticos institucionales.
- Personalización completa de la interfaz en Directus.

- Integración de un manual de uso dentro de la aplicación.

### 3. Servidor

#### 3.1. Componentes provistos por el área de Sistemas

- Servidor virtual con Ubuntu.
- Instalación inicial de PostgreSQL.
- Usuarios

base.

#### 3.2. Configuraciones aplicadas

- Definición de esquemas.
- Tareas automáticas de respaldo mediante cron y pg\_dump.
- Scripts de mantenimiento en .sh.
- Instalación de Docker.
- Despliegue de **Directus** en la red interna del hospital.

### 4. Sistema de Gestión de Equipos Médicos (Componente Central)

#### 4.1. Diseño y construcción de la base transaccional

La estructura de base de datos, incluyendo todas las relaciones, claves, índices y restricciones, fue diseñada e implementada íntegramente en SQL utilizando pgAdmin, previo a la integración con Directus.

El modelo transaccional resultante organiza la información del área en torno a:

- Inventario de equipos médicos.
- Datos técnicos, contables y administrativos de cada equipo.
- Cronograma preventivo.

- Historial de fallas e intervenciones.
- Responsables de las intervenciones.
- Hoja de vida.

Este modelo permite consultas consistentes, validación automática y escalabilidad.

## 4.2. Procesos ETL

El ETL se orientó a integrar únicamente la información confiable.

### Datos integrados

- Inventario completo de equipos.
- Datos contables.
- Historial preliminar de intervenciones (pendiente de validación para vincular fallas y cronograma).

### Limitaciones

Las hojas de vida contienen muchos datos inconsistentes y muchas intervenciones carecen de datos necesarios para una vinculación automatizada, ambos casos requieren una revisión extensa por parte del área.

## 4.3. Automatización y lógica de negocio

### Automatización completa del cronograma

Implementada mediante funciones y triggers que:

- Calculan automáticamente fechas próximas.
- Actualizan estados sin intervención del usuario.
- Reaccionan ante cualquier modificación relevante.

- Mantienen coherencia en todo momento.

### **Prevención de errores humanos**

Para garantizar integridad operativa:

- Campos críticos limitados mediante listas desplegables.
- Campos calculados bloqueados para edición.
- Validaciones estrictas dentro de Directus.
- Restricción de valores permitidos para evitar cargas incorrectas.

### **4.4. Estados, alertas y mecanismos de aviso en el cronograma**

Durante la implementación se amplió el comportamiento del cronograma preventivo, incorporando mecanismos de alerta y criterios adicionales para la gestión.

Los principales cambios fueron:

- **Advertencias de proximidad:**  
El sistema ahora identifica preventivos que están próximos a vencer y los marca en un estado específico (*Próximo*). Esto permite anticipar tareas antes de que incurran en atraso.
- **Alarms para vencimientos del día:**  
Cuando un preventivo vence el mismo día, el sistema lo clasifica automáticamente bajo un estado de alerta inmediata, permitiendo priorización operativa sin intervención manual.
- **Actualización automática en todos los casos:**  
Los estados y fechas se recalculan de manera continua mediante funciones y triggers, garantizando que el cronograma refleje la situación real sin necesidad de modificaciones manuales.
- **Integración de documentación y formularios:**  
Se incorporó dentro de Directus toda la documentación, instructivos y formularios del proceso, permitiendo que los usuarios tengan en un solo lugar todo lo necesario para el trabajo diario.

## 5. Consumos de O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub>

El área gestiona estos consumos, por lo que se integró un módulo simple para:

- carga estructurada,
- análisis temporal,
- registro histórico.

Este módulo se integra directamente con la base transaccional.

## 6. Data Warehouse

Además de la base transaccional utilizada para la operación diaria, se diseñaron e implementaron **dos Data Warehouses independientes**, cada uno orientado a un tipo de análisis específico:

### 6.1. Data Warehouse de Ingeniería Clínica (mantenimiento y equipos médicos)

Está orientado exclusivamente a métricas analíticas relacionadas con el desempeño del sistema de mantenimiento.

Permite analizar:

- cumplimiento y atraso del mantenimiento preventivo,
- frecuencia y distribución de fallas,
- tiempos de respuesta,
- cargas de trabajo,
- indicadores derivados de la hoja de vida del equipo (cuando los datos sean validados e incorporados).

Fue diseñado como una extensión analítica del sistema clínico, sin interferir con la base operativa y preparado para integrarse con paneles o herramientas de visualización a futuro.

### 6.2. Data Warehouse de consumos (energía eléctrica y gas)

Se utiliza para:

- análisis histórico de consumos,

- variaciones por temporada,
- comparación entre períodos,
- cálculos estacionales y derivaciones analíticas.

Ambos se construyeron como capas analíticas complementarias, independientes del sistema transaccional y con sus estructuras detalladas en los anexos.

## 7. Plataforma Administrativa: Directus

### 7.1. Uso de la aplicación

Directus se utilizó únicamente como interfaz administrativa para el sistema ya construido en SQL. Su función fue ofrecer una forma ordenada de visualizar y operar con los datos existentes, adaptando la presentación y el acceso según las necesidades de los usuarios, sin intervenir en la estructura ni en la lógica interna de la base.:.

### 7.2. Personalización de la interfaz

- Selección de qué colecciones eran operativas para el usuario y cuáles debían permanecer ocultas.
- Configuración de campos visibles según la función del rol.
- Organización de las vistas para facilitar la carga diaria.
- Listas desplegables, validaciones y restricciones de edición.
- Bloqueo de campos automáticos o técnicos.

### 7.3. Manual integrado en la aplicación

Se desarrolló y publicó dentro de Directus un manual de uso, accesible para el personal del área. Incluye instrucciones de carga, edición, navegación y buenas prácticas.

### 7.4. Pruebas realizadas

Las verificaciones se efectuaron mediante:

- pruebas funcionales dentro de la interfaz,
- sesiones de carga simulada,
- consultas directas en PostgreSQL para validar triggers, estados y cálculos.

## 8. Componentes Delegados o Proyectados

### Formulario móvil

- Implementado en el área de Infraestructura, por necesidad de carga en campo.
- Evaluado como opción futura para Ingeniería Clínica, aunque menos necesario debido al trabajo centralizado en taller.

## 9. Conclusiones

La implementación permitió:

- Construir un **sistema integral y automatizado** para Ingeniería Clínica.
- Unificar inventario, datos contables e intervenciones.
- Garantizar integridad mediante automatización completa y validaciones de carga.
- Incorporar módulos complementarios según responsabilidades del área.
- Desarrollar un Data Warehouse que amplía las capacidades analíticas del sistema.
- Contar con una interfaz personalizada y un manual integrado.
- Preparar un entorno robusto para futuras ampliaciones.

El sistema quedó operativo y listo para continuar evolucionando junto al área.

## 10. Proyecciones

- Desarrollo de tableros consolidados para la Gerencia, integrando indicadores provenientes de los distintos data warehouses trabajados por el equipo. El objetivo es contar con una visión unificada que incluya mantenimiento, consumos y otros módulos analíticos que se sumen en el futuro.

- Incorporación completa de las hojas de vida, una vez que el área termine la validación y revisión de esos registros. Esto permitirá integrarlas al sistema transaccional y utilizarlas en el análisis histórico del mantenimiento.
- Finalización del registro histórico de intervenciones, utilizando la información validada por el área para completar datos faltantes y definir las vinculaciones con fallas y programaciones preventivas. La estructura para hacerlo ya está disponible.
- Evaluación de la herramienta móvil que actualmente utiliza el área de Infraestructura, para determinar si su adopción en Ingeniería Clínica es conveniente en intervenciones fuera del taller o en situaciones de carga distribuida.
- Evolución del sistema hacia un software propio, sin depender de una aplicación externa para la interfaz gráfica, con mayor personalización y mejor adaptación a los procesos específicos del área.