

## **011. INTELIGENCIA DE NEGOCIOS BI EN LOS DEPARTAMENTOS DE MANTENIMIENTO**

### **(BI BUSINESS INTELLIGENCE IN MAINTENANCE DEPARTMENTS)**

#### **Autores:**

Luis Leandro Garzón Vélez  
Ingeniero Industrial de la Universidad de Guayaquil  
Estudiante de postgrado de la Universidad ECOTEC  
[lugarzon@mgs.ecotec.edu.ec](mailto:lugarzon@mgs.ecotec.edu.ec)

#### **RESUMEN**

Cualquier actividad de mantenimiento dentro de un negocio origina un rubro de egreso el cual debe ser una inversión que genere un beneficio más al negocio en la cadena de valor y debe impactar de la forma más eficiente posible en el costo de producción final al momento de evaluar la relación beneficio/costo, los egresos que genera un departamento de mantenimiento en un negocio son aproximadamente entre el 20 y 30% del coste total de producción. Actualmente las empresas que brindan soluciones de sistemas integrales de información ERP, cuentan con un bajo desarrollo para la gestión de mantenimiento enfocándose más a otras áreas funcionales del negocio como ventas, recursos humanos, finanzas, comercialización, marketing, inventarios, etc. dándole el tratamiento de un gasto más a esta tan importante fuente de información la cual debe ser tratada como un módulo totalmente independiente de los demás debido a la complejidad de las variables que intervienen en este proceso. Por otro lado, las empresas que brindan este tipo de soluciones trabajan con sus propias arquitecturas las cuales pueden ser diferentes al modelo del ERP principal y habría problemas al momento de vincular la información para poder consolidarla. El presente artículo tiene como finalidad promover la inclusión y el desarrollo de una manera más específica y detallada de las actividades de gestión de mantenimiento, dentro de las herramientas ERP que sirven de soluciones tecnológicas BI o inteligencia de negocios, a través de una propuesta técnica la cual plantea utilizar un modelo normalizado para la extracción de datos.

Palabras claves: inteligencia, negocios, ERP, mantenimiento, modelo

#### **SUMMARY**

Any maintenance activity within a business originates an item of expenditure which must be an investment that generates a more benefit to the business in the value chain and must impact in the most efficient way possible in the final production cost when evaluating the benefit / cost ratio, the expenses generated by a maintenance department in a business are approximately between 20 and 30% of the total cost of production. Currently companies that provide solutions of integral ERP information systems, have a low development for maintenance management focusing more on other functional areas of the business such as sales, human resources, finance, marketing, marketing, inventories, etc. giving the treatment of one more expense to this important source of information which should be treated as a module totally independent of the others due to the complexity of the variables involved in this

process. On the other hand, the companies that provide this type of solutions work with their own architectures which may be different from the main ERP model and there would be problems when linking the information to be able to consolidate it. The purpose of this article is to promote the inclusion and development of a more specific and detailed way of maintenance management activities, within the ERP tools that serve as BI technological solutions or business intelligence, through a technical proposal. which proposes to use a standardized model for data extraction.

Keywords: intelligence, business, ERP, maintenance, model

## **INTRODUCCION**

Sugerir el diseño de un framework con el requerimiento de la información más relevante, que permita definir un modelo normalizado para administrar de la forma más óptima posible las actividades de re-acondicionamiento de activos aplicable a negocios de toda índole, y así la gestión de mantenimiento no forme parte dentro de un módulo sino más bien sea uno total y completamente independiente de los demás con una estructura propia, para poder darle un tratamiento más adecuado a tan importante rubro de egresos e información el cual aún continúa considerándose como un gasto más y no como la inversión que realmente representa dentro del negocio. Administrar de esta forma la gestión de mantenimiento (o sea de forma completamente independiente a los demás módulos, pero con su información integrada a un ERP), va a permitir un control más minucioso y riguroso sobre estas variables dando a corto plazo los siguientes beneficios:

- Reducir de las paradas imprevistas y por consecuencia aumentar la disponibilidad de los activos afectados en el proceso.
- Reducir de los costes de mantenimiento correctivo.
- Generar indicadores para mejor control y seguimiento, lo que permitirá poder predecir y anticiparse a posibles futuras fallas.

Se tiene claro que en todo proceso donde exista generación de datos se puede aplicar BI, el cual consiste en hacer referencia a un conjunto finito de estrategias para generar conocimientos a partir de un análisis de datos recopilados de una determinada fuente, un proceso BI puede ser aplicado ya sea en pequeñas, medianas o grandes industrias. La principal finalidad de un proceso BI no es precisamente transformar los datos en información y convertirlos en conocimiento, si no la de dar a conocer: como, cuando, donde y por qué tomar decisiones acertadas para mejorar la rentabilidad y productividad de un negocio a partir de la información obtenida como resultado del proceso de una forma más eficiente y ágil.

La premisa fundamental para poder aplicar una estrategia proactiva en el ámbito de la gestión del mantenimiento gracias a técnicas amparadas dentro de las herramientas de BI, es la comunicación de los activos afectados con el proceso de generación y almacenamiento de la información. Debido a la diversidad de los diferentes procesos productivos esta práctica normalmente no es un campo de experticia de los departamentos de TI de las industrias, ya que las actividades de mantenimiento cambian de acuerdo a la naturaleza del negocio que desarrollan las empresas, por este motivo en el desarrollo de este artículo se va a plantear un modelo que permita

normalizar los atributos que deben contener los registros de datos que se vayan a adquirir para gestión de mantenimiento y puedan adaptarse como módulo a cualquier herramienta ERP sin importar cuál sea la actividad productiva a la que se dedique la organización donde se vaya a realizar la implementación.

Del mismo modo que la velocidad de generación de información crece sin parar, el volumen de los datos generados por las variables de las máquinas afectadas en un determinado proceso productivo también crece, es ya al día de hoy otro reto importante y además una muy buena oportunidad de negocios para los profesionales de BI que desarrollan soluciones ERP.

## **DESARROLLO & METODOS UTILIZADOS**

**La inteligencia de negocios.** \_ es el conjunto de estrategias diseñadas para coleccionar datos, procesarlos y en base a ello, finalmente tomar decisiones en una empresa, las cuales permitan optimizar la dirección de la misma. El objetivo final de un sistema de inteligencia de negocios aplicado a un departamento de mantenimiento es proporcionar información que permita obtener un aumento de la rentabilidad en la empresa, utilizando de una forma más eficiente el factor humano y los demás recursos disponibles, mejorando así el desempeño y fiabilidad de los equipos que afectan al proceso productivo. Para alcanzar este objetivo, debe existir una secuencia lógica en el proyecto y en el desarrollo de cada etapa del sistema.

Para implantar un sistema de control del mantenimiento, es recomendable iniciar el proyecto de recopilación de datos, con la identificación de los elementos que componen la instalación industrial o de servicios, su localización y utilidades. El proceso de extracción de datos para la gestión mantenimiento va a determinar qué información deberá estar almacenada en la base de datos, un sistema BI para administrar la gestión de mantenimiento que satisfaga las necesidades de una empresa debe incluir los siguientes requerimientos de información como requisito mínimo:

- Catálogo de equipos
- Planes de mantenimiento
- Catálogo de mano de obra
- Ordenes de trabajo preventivas
- Ordenes de trabajo correctivas

Estos módulos básicos pueden ser considerados los cimientos para el diseño de cualquier sistema para administrar la gestión de mantenimiento sin importar la naturaleza del negocio al que se dedique la organización, se procederá a desarrollar la información, atributos y características necesarias que deberán contener cada una de estas entidades.

**Catálogo de equipos.** \_ Este conjunto de información correlaciona cada equipo con su respectiva área de aplicación, función, centro de costos y posición física o geográfica en el área de producción, ofrece ayudas al personal de la gerencia para el dimensionamiento de los equipos de operación y mantenimiento, cualificación necesaria al personal, definición de instrumentos, herramientas y máquinas, además

de la proyección para desarrollar el plan general de mantenimiento y la distribución o "layout" de los talleres de apoyo.

Una vez identificados los equipos que componen la instalación, los registros se complementan, en la medida de lo posible en base a un estándar con las demás informaciones las cuales deben ser suficientemente amplias para absolver consultas de especificación, fabricación, adquisición, traslado, instalación, operación y mantenimiento.

Los requerimientos y campos mínimos de información que debe contener un catálogo de equipo o ficha técnica son los siguientes:

- Producto: el nombre identificador del tipo de equipo.
- Marca: identificación comercial del equipo.
- Modelo: dato de placa del equipo.
- Serie: dato de placa del equipo.
- Ubicación: posición física del equipo dentro de la empresa o negocio.
- Características generales: datos de placa adicionales.
- Nivel de criticidad: menú desplegable con las categorías alta, media y baja.
- Centro de costos: menú desplegable con los nombres de los diversos departamentos de la organización (llave foránea: centro de costos).
- Imagen: recuadro que permitirá subir una foto del equipo o plano del equipo.

**Planes de mantenimiento.** \_ Para normalizar los servicios de las actividades programadas del mantenimiento, es recomendable el desarrollo de planes de mantenimiento, orientados objetivamente la ejecución del mantenimiento en esas actividades para evitar que alguna tarea sea omitida por desconocimiento u olvido. Estas instrucciones, deben ser desarrolladas, aprovechando el conocimiento del personal técnico de ejecución, con más experiencia y las recomendaciones de los fabricantes, montadores, indicaciones de los catálogos, manuales, diseños y referencias de profesionales con experiencia de otras empresas similares, relativas a cada equipo.

Cada línea de instrucción es conocida como "tarea". Por lo tanto, una instrucción de mantenimiento es un conjunto de tareas una vez compuestas, es recomendable que se estime su valor en horas -hombre para su ejecución, el cual es conocido como "tiempo patrón". Las instrucciones pueden ser de carácter genérico o específico, en función al nivel de detalle deseado. Una instrucción de mantenimiento de carácter genérico, no detalla los puntos de ejecución de cada etapa de la tarea que describe y, puede ser utilizada para la ejecución de la misma actividad en cualquier equipo de iguales características operativas, mientras que la Instrucción de mantenimiento de carácter específico, indica en forma detallada las tareas a ser ejecutadas, normalmente sólo útil al equipo para la cual fue elaborada.

Los requerimientos y campos mínimos de información que debe contener un plan de mantenimiento son los siguientes:

- Nombre del plan: criterio por el cual va ser denominado todo el sistema de acciones.
- Régimen del plan: si es basado en tiempo, lecturas o condición.

- Catálogo de equipos: Tener la capacidad de asociar y/o vincular mediante un menú desplegable (llave foránea: catálogo de equipos) un equipo afectado.
- Estructura de partes del equipo: crear al nivel jerárquico partes y sub-partes del equipo afectado con sus receptivas actividades de mantenimiento
- Tarea: instrucción de mantenimiento de se ejecutará en cada parte o sub-parte del equipo afecta por el plan, cada parte o sub-parte deberá tener la opción de generar una caja de texto donde el usuario pueda escribir las actividades de las tareas que se van a realizar en el equipo afectado con sus respectivas frecuencias de tiempo, lecturas o condición las cuales serán asignadas según las especificaciones técnicas de los manuales de mantenimiento de los equipos.
- Detalles: otras actividades, observaciones, imprevistos o cualquier acotación adicional que quiera realizar el operario sobre el equipo afectado.

**Catálogo de mano de obra.** \_ La estructura mínima de trabajo que debe contener un catálogo de mano de obra tendrá que contener la siguiente información:

- Nombre del operario: identificador principal del trabajador, contratista externo o persona asignada.
- Especialidad: rama, profesión u oficio que desempeña el trabajador o persona asignada (llave foránea: catálogo especialidades).
- Categoría: permitirá identificar el nivel de experticia en un rango determinado.
- Imagen: recuadro que le permitirá subir una foto de la persona responsable (opcional).

**Ordenes de trabajo correctiva.** \_ Las Ordenes de Trabajo (OT) son específicas para cada empresa, en función de la actividad, organización, cantidad y tipos de mano de obra y equipos que posee etc., sin embargo, existe una serie de datos comunes en cualquier ramo industrial o de servicios, que deben estar presentes en este instrumento de información, como: el número consecutivo, el tipo de la actividad de mantenimiento, la prioridad, los registros de historial, si los instrumentos de supervisión actuaron correctamente o no, si la intervención perjudicó la producción, el período de indisponibilidad del equipo y la duración real del mantenimiento.

La estructura mínima de trabajo necesaria en el módulo de órdenes de trabajo correctivas, tendrá que contener el siguiente requerimiento de información:

- Nombre de reporte OTC: identificador principal de la persona responsable que genera la OT.
- Centro de costos: menú desplegable con los nombres de los diversos departamentos de la organización.
- Correo electrónico y/o Teléfono: datos de contacto de la persona que genera la OT.
- Catálogo de equipos: Tener la capacidad de asociar y/o vincular mediante un menú desplegable (llave foránea: catálogo de equipos) un equipo afectado.
- Descripción de la falla: cuadro de texto para poder escribir de que se trata la falla que se está reportando.
- Observaciones: Caja de texto para proceder a escribir un breve detalle generalizado de la falla que se está reportando.

- Nivel de criticidad: menú desplegable con las categorías alta, media y baja.
- Tipo de trabajo: especialidad, rama, profesión u oficio que desempeña el trabajador o persona asignada (llave foránea: catálogo especialidades).
- Tipo de fallas: menú desplegable con los nombres de las diversas fallas (llave foránea catálogo de fallas) que podrían suceder en los equipos afectados.
- Ventana final de confirmación: previo a registrar todos los campos anteriormente mencionados se debe mostrar una pantalla final realizando una pregunta si el usuario desea y si está seguro de generar la OT o no.
- Repuesto e insumos: conexión de la OT con el módulo de bodega para asignar materiales (opcional).
- Mano de obra: menú desplegable con los nombres de los operarios o contratistas externos a los cuales se les van a asignar las tareas (llave foránea: catálogo de mano de obra).
- Cierre de OT: una vez ejecutados los trabajos de la orden por la persona responsable del trabajo, el usuario deberá cerrar la misma y proceder a su respectivo almacenamiento en un archivo digital.

**Ordenes de trabajo preventiva.** \_ La OT preventiva se debe generar de forma automática por la aplicación según los cronogramas de trabajo establecidos en los planes de mantenimiento.

La frecuencia de intervalos de tiempo determinada para ejecutar estas actividades en los equipos y sus partes afectadas dependerá de información suministrada en los catálogos del fabricante de cada uno de los respectivos equipos afectados o será asignada de forma subjetiva a criterio personal basado en experticia y experiencia por un usuario del departamento de mantenimiento que domine mucho el tema particular en cuestión. Las ordenes de trabajo preventivas deberán estar asociadas o relacionadas de manera directa con las actividades que están incluidas en el catálogo de planes de mantenimiento.

La estructura mínima de trabajo necesaria en el módulo de órdenes de trabajo preventivas, tendrá que contener el siguiente requerimiento de información:

- Nombre de reporte OTP: identificador principal de la persona responsable que genera la OT.
- Centro de costos: menú desplegable con los nombres de los diversos departamentos de la organización (llave foránea: centro de costos).
- Correo electrónico y/o Teléfono: datos de contacto de la persona que genera la OT.
- Plan de mantenimiento: deberá contener todas las actividades que se van a ejecutar en el equipo afectado (llave foránea: planes de mantenimiento).
- Ventana final de confirmación: previo a registrar todos los campos anteriormente mencionados se debe mostrar una pantalla final realizando una pregunta si el usuario desea y si está seguro de generar la OT o no.
- Repuestos e insumos: conexión de la OT con el módulo de bodega para asignar materiales (opcional).
- Mano de obra: menú desplegable con los nombres de los operarios o contratistas externos a los cuales se les van a asignar las tareas (llave foránea: catálogo de mano de obra).

- Cierre de OT: una vez ejecutados los trabajos de la orden por la persona responsable del trabajo, el usuario deberá cerrar la misma y proceder a su respectivo almacenamiento en un archivo digital.

Para presentar el modelado de datos propuesto en este artículo se procederá a utilizar **PowerDesigner**, software el cual es una herramienta líder en modelamiento empresarial que sirve para el análisis, diseño inteligente y construcción sólida de una base de datos y un desarrollo orientado a modelos de datos a niveles: conceptual, lógico y físico que da a los desarrolladores cliente/servidor la más firme base para aplicaciones de alto rendimiento, la modelización tiene un papel muy importante en la arquitectura de un proceso y **PowerDesigner** es la solución ideal por esto.

Las técnicas de modelado de datos normalmente posterior a su abstracción son vinculadas con un sistema de gestor de base de datos y el proceso de modelado concluye cuando es elevado a un modelo físico, el modelamiento no solo nos permitirá construir y diseñar la estructura de almacenamiento de los datos, también servirá para definir el conjunto de instrucciones que se puedan ejecutar con la data obtenida, el análisis de las tablas o entidades que se obtengan en el modelo conceptual pueden perfeccionarse con mayor detalle en el modelado lógico, cuyo objetivo consiste en transformar el modelo conceptual genérico en una estructura concreta para ser utilizada en el RDBMS determinado.

El modelado de datos es útil para la planificación, la ejecución y la evaluación de una iniciativa de proyecto. Durante el proceso de planificación, ayuda a los interesados a estar de acuerdo acerca de los objetivos a corto y a largo plazo, a designar actividades y actores, y a establecer criterios claros para la evaluación durante la iniciativa. Cuando finaliza, el modelo lógico, proporciona un marco para evaluar la eficacia general del proyecto, así como las actividades, recursos y factores externos que desempeñaron un papel en el resultado, como medio para comunicar visualmente un programa, dentro de su coalición o grupo de trabajo y al público externo, un modelo lógico bien estructurado ofrece un lenguaje común y un punto de referencia para todos los involucrados en el proyecto.

El diseño de la estructura de una base de datos es un proceso complejo que necesita de decisiones acertadas, esta complejidad se controla mejor si se descompone el problema en sub-problemas y se le da un tratamiento independiente a cada uno de estos utilizando técnicas adecuadas, mientras que el objetivo principal de un modelo conceptual es describir en forma detallada la información que va a almacenar el motor gestor de base de datos, el objetivo del modelo lógico es obtener una representación optimizada de los recursos para estructurar los datos y modelar adecuadamente las variables que influyen en el proceso.

Toda la información que va ser manejada por el módulo de gestión de mantenimiento, debe ser convenientemente recopilada, sintetizada, ordenada y tratada para convertirla en información fácil de asimilar y utilizar mediante una serie de indicadores de gráficos, tendencias, ratios, etc. que muestren la marcha del servicio y el grado de aproximación a los objetivos marcados en el desarrollo del proyecto.

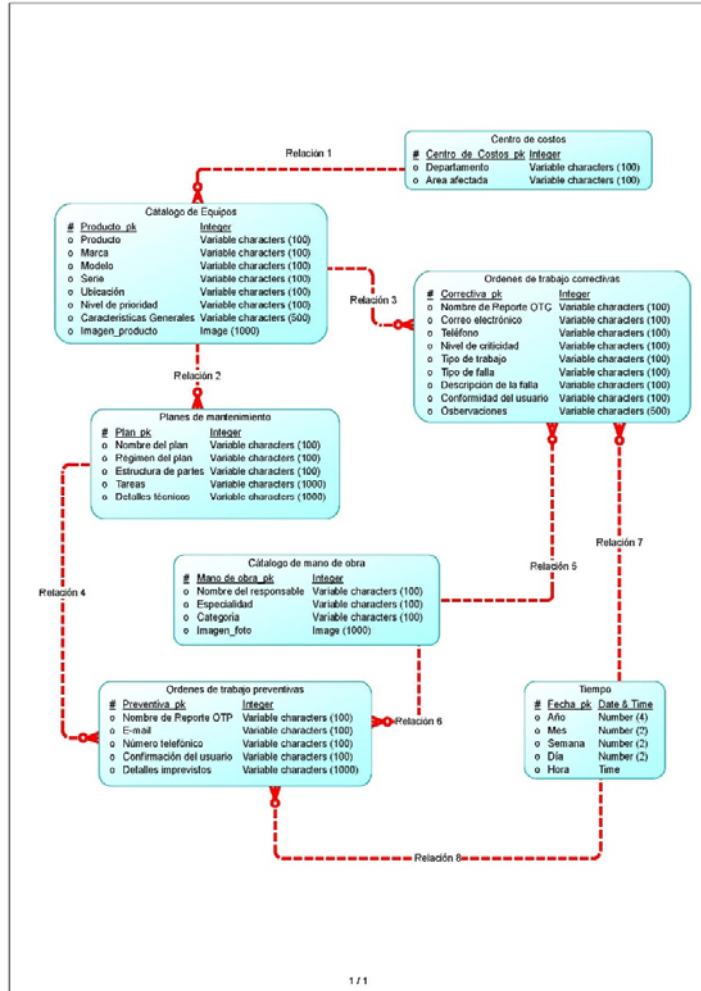


Fig. N°1, Modelo CONCEPTUAL para la base de datos propuesta realizado con la herramienta **PowerDesigner.16.5**

Fuente: investigación propia del autor

Se procederá a definir de forma breve en que consiste un modelo de datos para una mejor comprensión del tema. El modelado de datos es el proceso de documentar un diseño de sistema de software complejo como un diagrama de fácil comprensión, usando texto y símbolos para representar la forma en que los datos necesitan fluir, el diagrama se puede utilizar como un mapa para la construcción de un nuevo software o para la reingeniería de una aplicación antigua.

Los modelos de datos normalmente se construyen durante las fases de análisis y diseño de un proyecto, para asegurar que los requisitos de una nueva aplicación se entiendan completamente. Un modelo de datos puede ser pensado como un diagrama de flujo que ilustra las relaciones entre los datos.

Un modelo de datos conceptual es una representación abstracta de los datos utilizados por un determinado sistema, este modelo tiene como principal característica un alto nivel de independencia, ya que no supone ninguna hipótesis sobre el uso que se hace de los datos; no tiene en cuenta la localización de los mismos en los distintos sistemas de soportes; traduce las opciones de gestión fundamentales, en términos de



objetos y relaciones; y no hay razón para que se modifique su diseño, a menos que se produzca un cambio radical de los requisitos del sistema; en resumen este modelo conceptual de datos permitirá el análisis, diseño, y construcción sólida de una base de datos patrón aplicable a cualquier actividad que genere mantenimiento sin importar la naturaleza del negocio, así mismo a partir del modelo conceptual se pueden extraer el modelo lógico y el modelo físico aplicables a cualquier sistema RDBMS, (ver fig. 1 y 2).

Un programa de mantenimiento asistido por ordenador deberá ofrecer un servicio orientado hacia la gestión de las actividades directas del mantenimiento, es decir, que permita programar y seguir bajo los tres aspectos: técnico, presupuestario y organizacional, todas las actividades de un servicio de mantenimiento y los objetos de esta actividad a través de terminales distribuidos en oficinas técnicas, talleres, almacenes y oficinas de aprovisionamiento.

Una vez que han sido extraídos los datos de la fuente de origen se procederá con la importación de estos a un motor gestor de base de datos (MySQL, PostgreSQL, Microsoft SQL Server) para posterior a ello llevar los mismos hasta Tableau Desktop donde serán transformados en la información que se necesita obtener.

Para mostrar un ejemplo del sistema de reportes propuesto se utilizara la herramienta Tableau Desktop, la cual es una poderosa aplicación de descubrimiento y exploración de datos que permite obtener en segundos respuestas a preguntas urgentes, con Tableau se puede diseñar gráficos y analizar indicadores desde distintos puntos de vista y con diferentes fuentes de información; simplemente arrastrando la variable que se desea procesar hasta la gráfica, es la herramienta de Inteligencia de Negocios (Business Intelligence) líder en el mundo, además permite analizar, visualizar y compartir grandes volúmenes de información en forma rápida, flexible y amigable. Es muy fácil de usar, genera impactos tangibles en el corto plazo: mejores decisiones en

menor tiempo, identificación de nuevas oportunidades, aumento de ingresos, ahorro de costos y consecución de objetivos (ver fig. 3 y

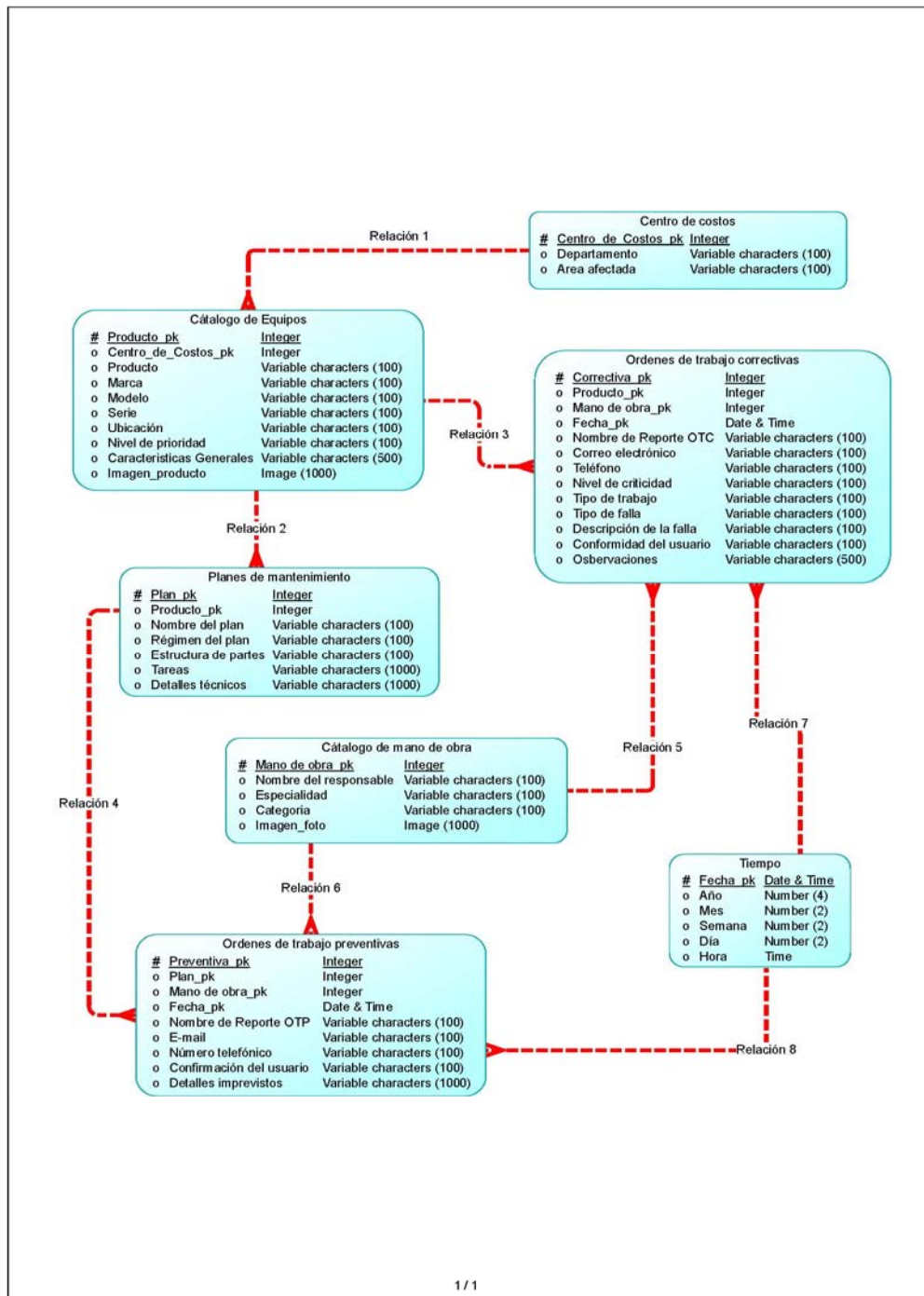


Fig. N°2, Modelo LOGICO para la base de datos propuesta realizado con la herramienta **PowerDesigner.16.5**  
Fuente: investigación propia del autor



- Tmpr: Tiempo medio para reparación, este indicador está ligado a la MANTENIBILIDAD o facilidad con que puede hacerse una intervención de mantenimiento (ver fig. 6).

Fig. N°6, Aplicación para calcular índice Tmpr

Fuente: Lourival Tavares, (1999) Administración moderna de mantenimiento

Relación entre el tiempo total de intervención correctiva en un conjunto de ítems con falla y el número total de fallas detectadas en esos ítems, en el período observado.

Fecha inicial       Días período

Fecha final

Tpo total de interv. correctivas  hs.

Cantidad de fallas detectadas

**Calcular**

**Imprimir**

$$Tmpr = \frac{\sum HTMC}{NTMC} = \text{[Resultado]} \text{ hs.}$$

*Este índice debe ser usado para ítems para los cuales el tiempo de reparación o sustitución es significativo con relación al tiempo de operación.*

**Salida**

TMPF: Tiempo medio para falla, este indicador está ligado a la frecuencia de ocurrencia de DAÑOS o intervalos de tiempo en los ocurre un suceso imprevisto (ver fig. 7)

Fig. N°7, Aplicación para calcular índice TMPF

Fuente: Lourival Tavares, (1999) Administración moderna de mantenimiento

Relación entre el tiempo total de operación de un conjunto de ítems no reparables y el número total de fallas detectadas en esos ítems, en el período observado.

Fecha inicial       Días período

Fecha final

Numero total de fallas detectadas

Tpo total de operación de los ítems  Hs

**Calcular**

**Imprimir**

$$TMPF = \frac{\sum HROP}{NTMC} = \text{[Resultado]}$$

*Este índice debe ser usado para ítems que son sustituidos después de la ocurrencia de una falla*

**Salida**

En estos indicadores se deben transformar los datos procesados para finalmente en un sistema de reportaría mostrar estadísticas descriptivas.

## CONCLUSIONES

¿Ha cambiado el mantenimiento en los últimos años? Todo indica que las mejoras producidas por la introducción de las TIC's en el área de gestión de mantenimiento, han producido un salto importante en la calidad de las reparaciones y especialmente en la prevención de los problemas en las empresas. Consecuentemente se ha visto cambios en el rol del responsable del departamento de mantenimiento en la escala jerárquica de las empresas modernas, hoy el gerente de mantenimiento es un integrante más del staff de planeamiento, de las comisiones de calidad y de muchas de las decisiones estratégicas de las empresas.

La meta principal de todas las empresas es ahorrar dinero, reducir costos operacionales y conseguir el máximo beneficio y productividad de sus recursos. Es por ese motivo que el mantenimiento de sus equipos afectados en el proceso productivo juega un papel sumamente importante.

Las empresas de manufactura, gracias a un plan de mantenimiento preventivo incluido en su ERP pueden conseguir tener mayor control sobre los activos y poder de decisión acerca de las tareas a realizar, es posible que con una avería que se evite, que suponga una o dos horas de parada de máquina, el equipo o herramienta que queremos comprar quede amortizado. Por tanto, ¿es interesante la inversión de un ERP que permita realizar un plan de mantenimiento preventivo en una organización?, desde luego es aconsejable y necesario invertir en ello.

La implementación de herramientas de inteligencia de negocios en un sistema de mantenimiento tendrá los siguientes beneficios a mediano y largo plazo:

- Incrementar la vida útil de los equipos.
- Programar la adquisición de repuestos de forma eficaz.
- Aumentar la disponibilidad de los equipos.
- Mejorar el desempeño del personal de mantenimiento.
- Organizar y documentar la gestión de mantenimiento.
- Mejorar la planeación, programación y asignación de las tareas.
- Generar registros de mantenimiento preventivo y predictivo, documentación actualmente necesaria por regulaciones legales.
- Programar automáticamente las tareas e inspecciones rutinarias de mantenimiento preventivo.
- Monitorear las tendencias de operación y funcionamiento de los equipos y maquinarias afectadas en el proceso.
- Optimizar la disponibilidad de partes y repuestos en el módulo de control de inventarios del ERP empresarial.
- Tener un menor inventario de partes e insumos de mantenimiento.
- Obtener la información necesaria para determinar la causa raíz de los problemas que originan paradas imprevistas.
- Mejorar la administración presupuestaria del departamento mantenimiento.
- Poder medir el desempeño del personal técnico y cuantificar sus resultados en las labores operativas desempeñadas.
- Mejorar el nivel de información de mantenimiento.

La implantación de la planificación y control, buscando la prevención o predicción de la falla, presenta una configuración de costos invertida, con una tasa negativa anual del orden de 20% y tendencia a valores estables, que pueden representar en el cómputo total, un ahorro considerable, considerando el costo total de una parada de equipo, como la suma de los costes de mantenimiento, que incluye los costos de mano de obra, repuestos, materiales, combustibles, lubricantes y otros insumos, y el costo de indisponibilidad que incluye el costo de pérdida de producción (horas no trabajadas), debido a: mala calidad del trabajo, falta de equipos, costo por emergencias, costos extras para reorganizar la producción, costo por repuestos de emergencia, penalidades comerciales e imagen de la empresa. Experiencias de evaluación del costo de indisponibilidad muestran que este representa más de la mitad del costo total de la parada.

En el aspecto de costos, el mantenimiento correctivo a lo largo del tiempo, se representa como la configuración de una curva ascendente, debido a la reducción de la vida útil de los equipos y la consecuente depreciación del activo, pérdida de producción o calidad de los servicios, aumento de adquisición de repuestos, aumento del "stock" de materia prima improductiva, pago de horas extras del personal de ejecución del mantenimiento, ociosidad de mano de obra operativa, pérdida de mercado y aumento de riesgos de accidentes.

La dificultad básicamente radica en distribuir de forma óptima las diferentes actividades preventivas en función del nivel de daños imprevistos, lo que funciona bien para un determinado tipo de industria no tiene por qué serlo para otras, el uso de los indicadores de mantenimiento básicos descritos en este artículo permitirán definir y seguir la evolución de cualquier tipo de negocio con la finalidad de comparar sus costes antes de la aplicación de esta solución con los costes posteriores a la implementación y desarrollo de la solución BI.

La responsabilidad integral de todas las personas que conforman una organización tiene la gran ventaja de preservar los fundamentos y principios de la cultura empresarial, la cual debe estar soportada en pilares de mejora continua enfocados específicamente al mantenimiento autónomo, el cual consiste en que cada persona cuide de su propio equipo realizando cotidianamente las actividades más básicas de mantenimiento. Esta conducta permitirá aumentar aún más los ciclos de vida de los activos, así como también aumentará los intervalos de tiempos para actividades de mantenimientos mayores y disminuirá considerablemente los índices de paradas imprevistas en los procesos.

Para finalizar, el análisis de datos en un sistema para control de mantenimiento nos permitirá maximizar todas aquellas actividades que generen valor agregado y minimizar las fuentes de desperdicio de recursos, señalando si las condiciones de la gestión de mantenimiento se encuentran bajo los parámetros de control establecidos y también permitirá verificar la eficacia de los sistemas para control de mantenimiento haciendo notar que estos no son gastos, sino más bien una rentable inversión en la que todo negocio debería incurrir para precautelar sus intereses y beneficios en este mundo moderno tan globalizado.

## Bibliografía

- Lourival Tavares, José Manrique Castro y Edgar Bernal Muñoz, (1999): “Administración moderna de mantenimiento”, Brasil: Novo Polo Publicaciones
- Revista Reportero Industrial, (Julio del 2015): “Enfoque de la Gestión del Mantenimiento”, Reportero Industrial Volumen N°83 [en línea] Disponible en: <http://www.reporteroindustrial.com/blogs/Enfoque-de-la-Gestion-del-Mantenimiento-Business-Intelligence+106379>
- Tcman, empresa de TIC's, (2018): “Business Intelligence aplicado a mantenimiento”, Tcman Business Intelligence [en línea] Disponible en: <https://tcman.com/business-intelligence/>
- Quonext, empresa de TIC's, (2018): “Software de gestión ERP para empresas de mantenimiento y reparación”, Consultora tecnológica en software de gestión [en línea] Disponible en: <https://www.quonext.com/sectores/erp/servicios-mantenimiento-reparacion>
- Teo Vitoria, Revista Negocios en Navarra, (Diciembre del 2015): “Hacia el mantenimiento del futuro en el ámbito de la fábrica inteligente”, Revista Negocios en Navarra [en línea] Disponible en: <https://www.negociosennavarra.com/hacia-mantenimiento-del-futuro-ambito-la-fabrica-inteligente/>
- Castro Arroyo Teresa de Jesús, Gestipolis, (Marzo del 2015): “Inteligencia de negocios, una introducción”, Revista Gestipolis [en línea] Disponible en: <https://www.gestipolis.com/inteligencia-de-negocios-una-introduccion/>
- Thaís Balagueró, Deusto Formación, (Julio del 2017): “Como elaborar un proyecto de Business Intelligence”, Deusto Formación [en línea] Disponible en: <https://www.deustoformacion.com/blog/gestion-empresas/elaborar-proyecto-business-intelligence>
- Sinnexus, empresa de TIC's, (2018): “La Inteligencia de Negocio en los diferentes departamentos de la empresa”, Sinnexus empresa tecnológica [en línea] Disponible en: [https://www.sinnexus.com/business\\_intelligence/departamental.aspx](https://www.sinnexus.com/business_intelligence/departamental.aspx)
- Data Prix, empresa consultora de BI, (2018): “Datawarehouse manager”, Dataprix, portal de referencia sobre Software para la empresa [en línea] Disponible en: <http://www.dataprix.com/datawarehouse-manager>
- LucidChart, empresa de soluciones BI, (2018): “Qué es un modelo de base de datos”, LucidChart empresa tecnológica [en línea] Disponible en: <https://www.lucidchart.com/pages/es/qu%C3%A9-es-un-modelo-de-base-de-datos>

Revista EcuRed, (2018): “PowerDesigner”, Revista Ecured sitio para compartir conocimientos [en línea] Disponible en:  
<https://www.ecured.cu/PowerDesigner>

Margaret Rouse, SearchDataCenter, (Mayo del 2016): “Modelado de Datos”, Revista SearchDataCenter [en línea] Disponible en:  
<https://searchdatacenter.techtarget.com/es/definicion/Modelado-de-datos>

Revista Tecnologías Información, (2018): “¿Qué es el modelado de datos?”, Tecnologías Información revista de TIC's [en línea] Disponible en:  
<https://www.tecnologias-informacion.com/modeladodatos.html>

Enciclopedia Wikipedia, (junio del 2018): “Modelado de base de datos”, Wikipedia, la enciclopedia libre [en línea] Disponible en:  
[https://es.wikipedia.org/wiki/Modelo\\_de\\_base\\_de\\_datos](https://es.wikipedia.org/wiki/Modelo_de_base_de_datos)