

## **HEGEMO: Una Herramienta para la Gestión del Mantenimiento Asistida por Ordenador \***

**Juan E. Pardo Froján, Antonio García Lorenzo**

Departamento de Organización de Empresas y Marketing. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales. Universidad de Vigo. As Lagoas Marcosende, 9. 36200 Vigo (Pontevedra).  
email: [jpardo@uvigo.es](mailto:jpardo@uvigo.es), [glorenzo@uvigo.es](mailto:glorenzo@uvigo.es)

### **Resumen**

*La comunicación que se presenta muestra un Sistema para la Gestión del Mantenimiento Asistida por Ordenar (GMAO), tanto en aquellas empresas que las llevan a cabo en sus propias instalaciones y equipos, como para aquellas otras que se dedican a prestar servicios de mantenimiento a terceras a través de una relación contractual con las mismas.*

*El sistema ha sido diseñado para que se pueda llevar a cabo la gestión de los diversos tipos de mantenimiento que suelen estar presentes en las empresas, como son el mantenimiento correctivo, el correctivo, preventivo y el predictivo.*

**Palabras clave:** Gestión del Mantenimiento Asistida por Ordenador, Tecnología Cliente-Servidor, Frío y Climatización.

### **1. Características Generales del Sistema**

El Sistema Hegemo se presenta como una herramienta concebida para gestionar las actividades de mantenimiento, tanto en aquellas empresas que las llevan a cabo en sus propias instalaciones y equipos, como para aquellas otras que se dedican a prestar servicios de mantenimiento a terceras a través de una relación contractual con las mismas.

El sistema ha sido diseñado para que se pueda llevar a cabo la gestión de los diversos tipos de mantenimiento que suelen estar presentes en las empresas, como son el mantenimiento correctivo, el correctivo, preventivo y el predictivo a través unos parámetros de control especificados.

Para la gestión del mantenimiento, el sistema ofrece una estructura jerárquica que permite definir y relacionar los diferentes elementos o entidades que caracterizan al mantenimiento según diferentes niveles. De esta manera, cada empresa puede establecer cuál es la estructura de su mantenimiento de acuerdo con sus necesidades.

El sistema permite, partiendo de una unidad de negocio o cliente externo, y bajo una perspectiva amplia, definir y establecer diferentes relaciones contractuales, cada una de ellas con sus propias especificaciones. Cada una de estas relaciones contractuales se aplicaría a un centro/U.M. (Unidad de Mantenimiento) o a un conjunto de centros que, a su vez, estarían integrados por instalaciones. Por último, cada instalación podría estar compuesta o dar

---

\* Este trabajo es el resultado de la participación de los autores en un proyecto de investigación llevado a cabo con una empresa del sector del frío y la climatización donde se ha implantado el sistema HEGEMO.

soporte a una serie de equipos o máquinas que dependiesen de ella. Cada uno de estos equipos o máquinas, al igual que las instalaciones, podría tener asignadas actividades de mantenimiento (operaciones o gamas) de acuerdo con la relación contractual por la que se rijan.

De manera esquemática, en la figura 1 se recogen los diferentes niveles jerárquicos que contempla el sistema, a través de los que cada empresa puede estructurar las diferentes actividades de gestión que desarrolla mediante las relaciones contractuales que mantiene con los diferentes clientes.

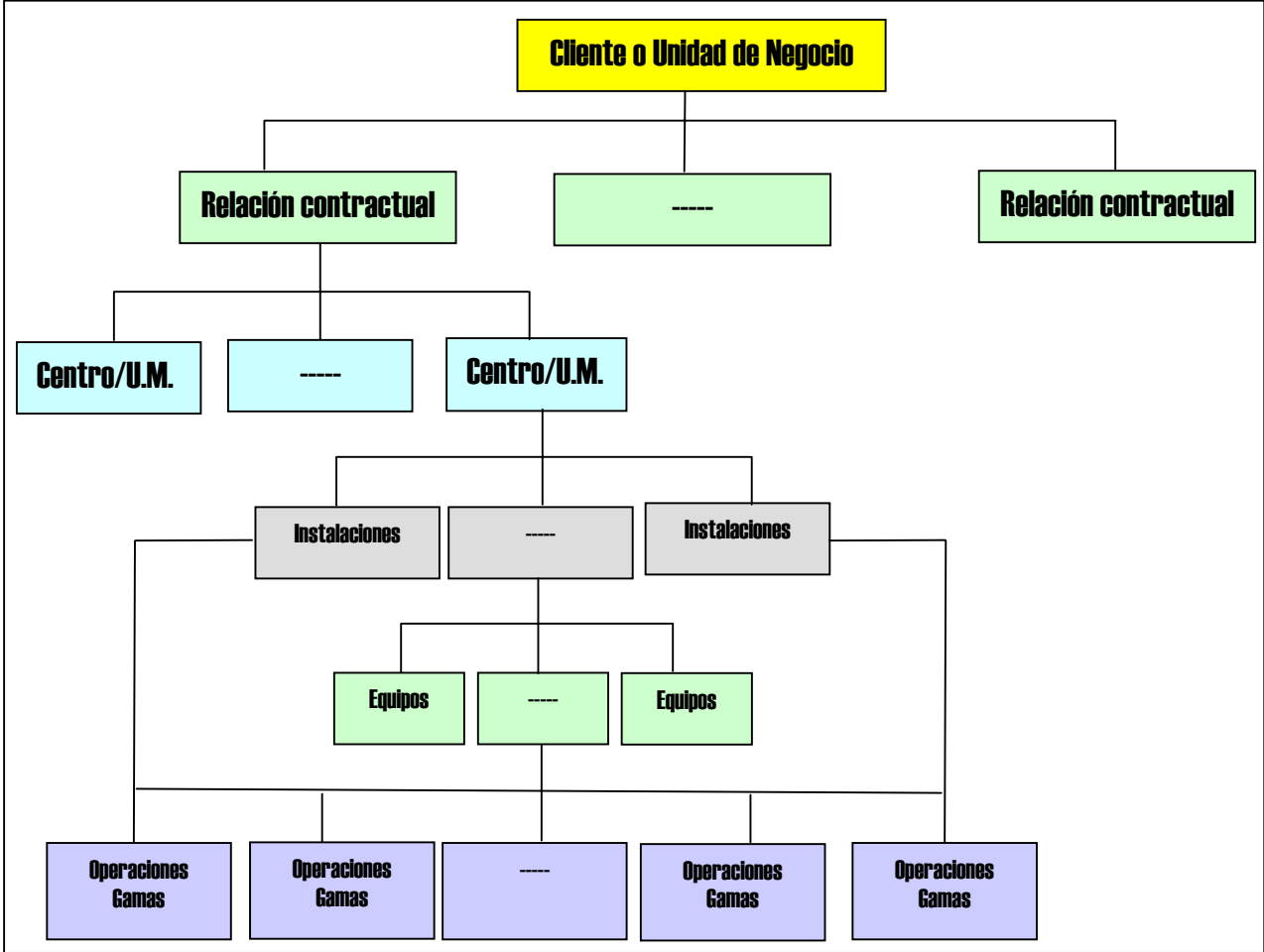


Figura 1. Estructura jerárquica de las actividades de mantenimiento en el Sistema Hegemo.

## 2. Módulos del Sistema

El sistema ha sido desarrollado bajo una arquitectura modular adaptable a las necesidades de las PYMES, estando totalmente abierto para que éste pueda integrarse de una manera sencilla con el resto de las actividades que desarrolle la empresa (gestión de almacenes, facturación, importación de datos de instalaciones/máquinas para desarrollar actividades de mantenimiento predictivo, etc.).

Entre los módulos que definen el sistema se encuentran:

- Definición de Operaciones y Gamas de Mantenimiento
- Definición de Actividades de Mantenimiento en las Unidades de Negocio o Clientes.
- Definición de Recursos
- Definición de Subcontratas
- Planificación: Análisis de Capacidad. Simulación. Lanzamiento de OT's
- Control y seguimiento de OT's

### 2.1. Gamas y Operaciones

Este Módulo es, sin duda, uno de los más importantes del Sistema, por cuanto en él se definen y gestionan el conjunto de Gamas y Operaciones que componen los trabajos del Servicio de Mantenimiento.

La información aquí definida será la utilizada posteriormente para asignar tareas a Órdenes de Trabajo, y para establecer los trabajos que se deben hacer en las Instalaciones y/o Equipos de cada uno de los Centros. Asimismo, es clave también para poder efectuar Planificaciones de la manera más ajustada y fiable posible.

Es importante hacer notar la diferencia que el Sistema considera entre las Gamas y las Operaciones:

- Las **Operaciones** se constituyen jerárquicamente, de manera que es posible establecer su estructura en forma de árbol, estableciendo relaciones "padre-hijo" entre ellas. Esto permite definir una tarea en la que unas Operaciones deban ser consecuencia de la realización de otras previas. Así, una Operación "padre", cobrará sentido únicamente si se llevan a cabo las Operaciones "hijo" que la constituyen. Al tratarse de una relación jerárquica, no será posible definir una Operación que esté constituida por ella misma o por otras de nivel superior, entendiendo por éstas las que están por encima de ella en el árbol, y que están formadas por aquella.
- Las **Gamas** a su vez se caracterizan por el concepto de *Secuencia*, y por tanto, aunque también pueden constituirse bajo una estructura de árbol, pierden la propiedad jerárquica que distingue a las Operaciones. Una Gama se forma a partir de Operaciones de primer nivel o "padres", y no es otra cosa que una concatenación de Operaciones en las que el único parámetro a establecer es el orden en que estas Operaciones que la constituyen deban realizarse. Así una Gama puede establecerse de manera que la misma Operación se repita tantas veces como se quiera.

Tanto las Gamas como las Operaciones carecen de limitación en la generación de niveles en su estructura, pudiéndose constituir en tantos como se desee.

En la figura 2 se muestra la información relativa a las operaciones básicas del mantenimiento, bajo una estructura de árbol, así como la construcción de las diferentes gamas a partir del conjunto de operaciones básicas del sistema, también bajo una estructura de árbol.

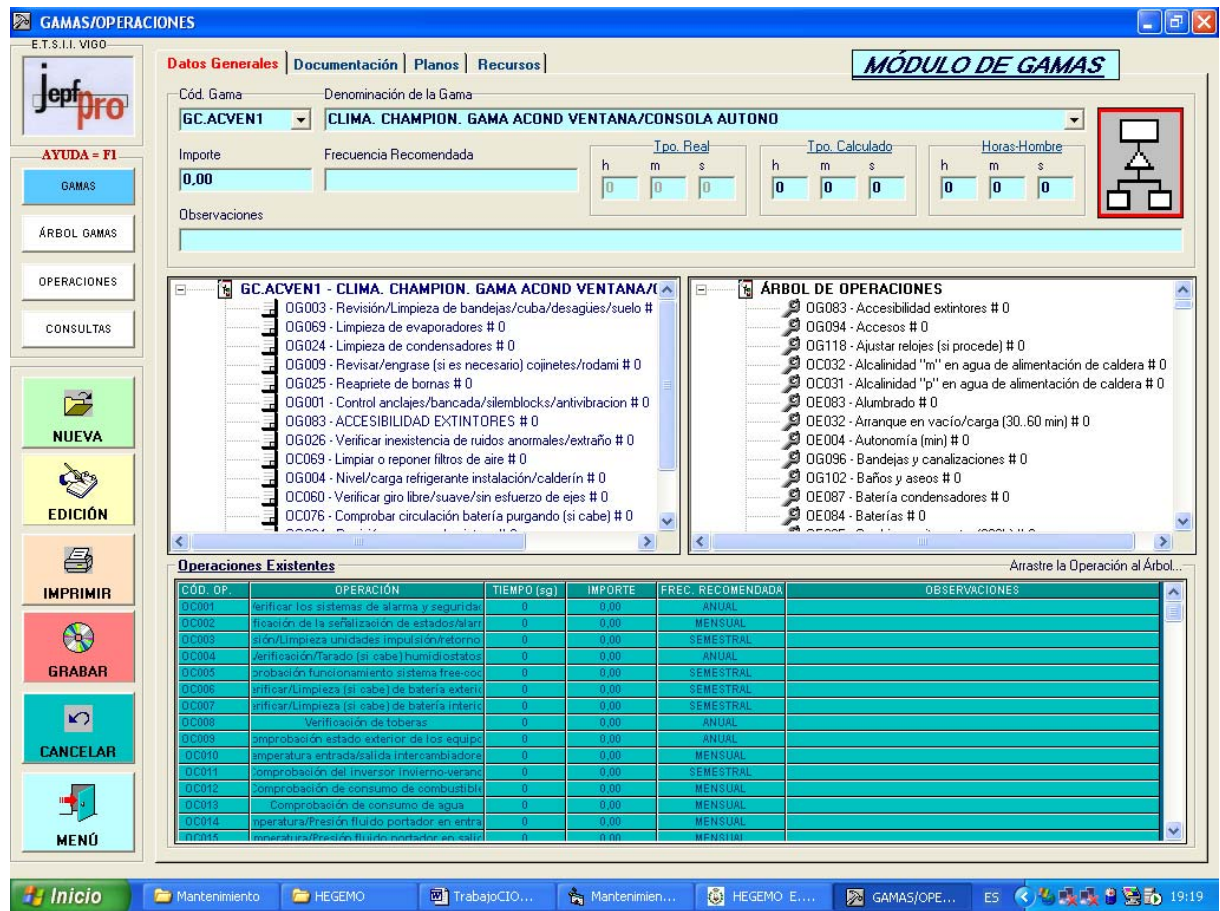


Figura 2. Pantalla de definición de Operaciones y Gamas en el Sistema Hegemo.

## 2.2. Asignación de las actividades de Mantenimiento en las Unidades de Negocio o Clientes.

Una vez establecidas las relaciones contractuales e identificadas las instalaciones y equipos implicados en la gestión del mantenimiento, así como el conjunto de operaciones/gamas susceptibles de aplicar a los mismos, el siguiente paso consiste en relacionar y jerarquizar las dichas actividades con cada una de las instalaciones y equipos. Asimismo, es necesario definir y establecer para cada una de las operaciones/gamas la frecuencia o periodicidad con la que deben desarrollarse para un buen funcionamiento de las instalaciones/equipos, así como los tiempos estimados para la realización de dichas actividades. Obviamente, la última decisión sobre la frecuencia de las intervenciones la tiene el cliente por lo que, aunque cada operación/gama tienen una frecuencia recomendada, ésta puede ser personalizada para cada uno de los clientes que soliciten dichos servicios.

## 2.3. Recursos

Para llevar a cabo una correcta gestión del mantenimiento es necesario disponer de una información clara y actualizada de los recursos con los que cuenta la empresa. Estos recursos son básicamente de dos tipos. Por una parte, el personal con el que cuenta la empresa y, por

otra, los recursos materiales necesarios para desarrollar ciertas actividades (maquinaria y herramientas utilizadas por el personal técnico). Por ello, el Hegemo contempla estas dos clases de recursos.

En la figura 3 se muestra la ficha con la información correspondiente al personal propio implicado en las actividades de mantenimiento. Conviene destacar la necesidad de identificar claramente el perfil de cada recurso, dado que esta información es la clave para la correcta planificación y posterior generación de las órdenes de trabajo. Es evidente que no todas las actividades de mantenimiento tienen la misma complejidad y, por tanto, no pueden ser realizadas por cualquier persona. Esto es tanto más importante cuando mayor es la diversidad de las instalaciones/equipos con las que se trabaja, así como por las tecnologías empleadas por las mismas.

The screenshot shows a software window titled 'RECURSOS' with a sub-tab 'Humanos'. The form contains the following data:

- Personal Data:** Código: 1, Nombre: PABLO, Apellidos: ROIS ORZA, NIF: 33322198M, Activo:
- Work Details:** Alta: 01/06/1999, Delegación: VIGO, Clase: ELÉCTRICO, Cualificación: MUY ALTA, Equipo: EQUIPO 1, Turno: MAÑANA, hh/tur: 8
- Contact Info:** Dirección: AVDA. RAMON FERREIRO 25 1ª DCHA, C.Post: 27002, Localidad: LUGO, Provincia: LUGO, Teléfono: 982229614, e-mail: prorza@teletel.es
- Zonas de Actuación Table:**

CÓD ZONA	DESCRIPCIÓN DE ZONA
B	LA CORUÑA
L	LUGO
- Zonas Asignadas Table:**

CÓD ZONA	DESCRIPCIÓN DE ZONA
L	LUGO

Figura 3. Ficha con los datos del personal de mantenimiento.

Además del personal que realiza las actividades de mantenimiento, debemos tener presente que, en general, es necesario disponer de las herramientas y maquinaria a emplear en dichas actividades. Por ello, la gestión de este tipo de recursos además de ser necesario que la contemple el sistema, es de gran importancia en aquellos casos en los que, por la tipología del mantenimiento, es necesario utilizar instrumental de apoyo de alto valor económico.

## 2.4. Subcontratación

Las exigencias con respecto al nivel de servicio, las técnicas de mantenimiento empleadas y la tecnología incorporada de gran parte del equipamiento, hacen difícil que el mantenimiento de

las instalaciones/equipos pueda ser asumido de manera exclusiva por medios propios. Además, el mayor aprovechamiento del personal propio plantea la necesidad de acometer ciertas necesidades con recursos ajenos. Por eso, recurrir a la subcontratación ha de ser considerada como una opción necesaria que facilite la gestión de todos los recursos con los que puedan trabajar las empresas.

Un proceso de externalización de las actividades de mantenimiento debe contemplar, entre otros, los siguientes aspectos:

- Identificación y selección clara de las actividades externalizables.
- Identificación y selección de los proveedores/suministradores de servicios.
- Asignación de las actividades externalizables en las mejores condiciones a los proveedores/suministradores más adecuados.
- Contratación de los servicios.
- Control de las actividades externalizables.

El sistema Hegemo se ha diseñado teniendo en cuenta las anteriores consideraciones, lo que confiere una gran flexibilidad a la hora de jugar tanto con los recursos propios como con los que se externalizan. Por otra parte, señalar la posibilidad de establecer una categorización de las subcontratas.

En la figura 4 se recoge el aspecto básico que ofrece el sistema para gestionar las subcontratas a través de la asignación de los trabajos que éstas pueden desarrollar o los que considera la empresa que deba desarrollar.

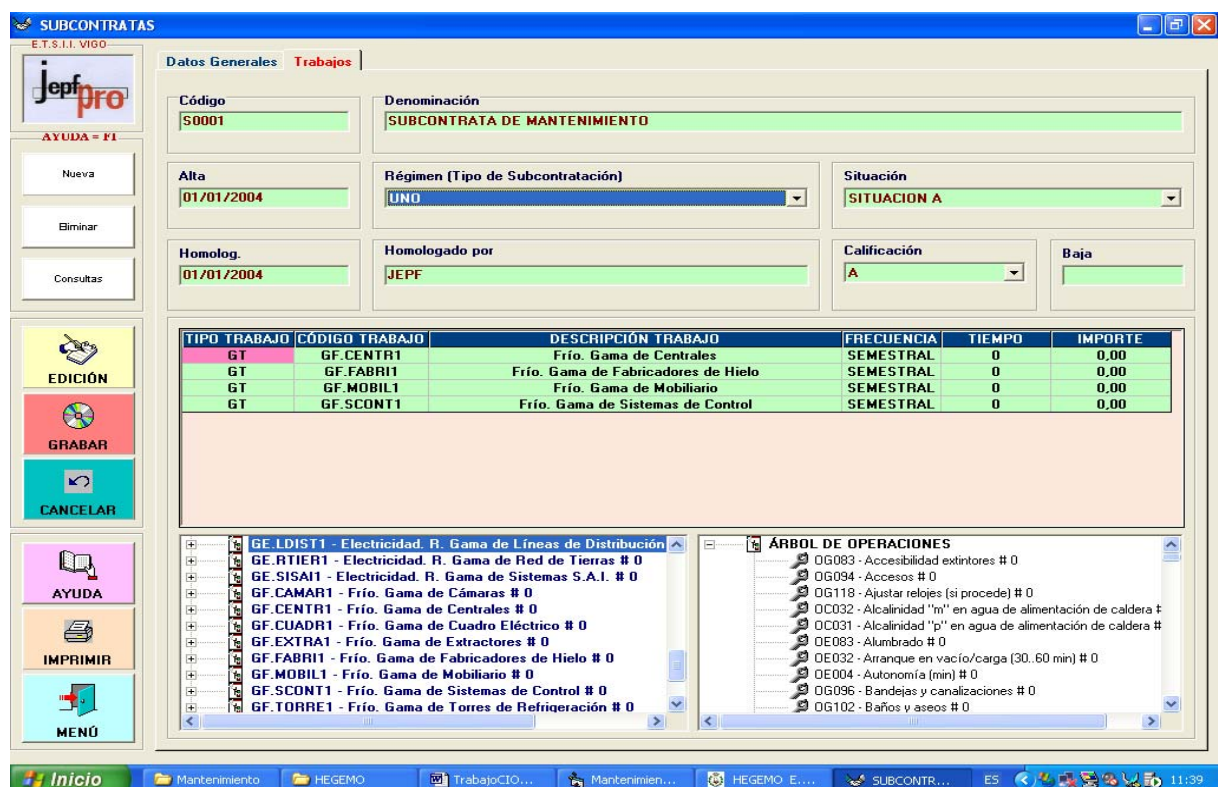


Figura 4. Pantalla general para la gestión de las subcontratas.

## 2.5. Planificación y Simulación

El Módulo de Planificación constituye el núcleo central del HEGEMO. A partir de los datos recogidos en el sistema a través de los módulos descritos anteriormente, el proceso de planificación se encarga de realizar un análisis de la capacidad conjugando las necesidades, procedentes de los diferentes tipos de mantenimiento, con los recursos disponibles en un horizonte o período determinado.

Una de las principales características de la planificación es la posibilidad de realizarla según diferentes niveles de detalle desde una doble perspectiva, ámbito geográfico y nivel de agregación. Por una parte, dado que las empresas de mantenimiento pueden operar en diversas zonas o ámbitos geográficos, el sistema permite realizar una planificación global o realizar planificaciones en zonas o localizaciones concretas. También es posible realizar planificaciones a nivel de Cliente. Otra de las posibilidades es el establecimiento del nivel de detalle de la planificación. Ésta puede ser a nivel de Centro de Instalación o de Equipo.

Otra de las características del sistema es la de disponer de capacidad de simulación, ello permite ir modificando los datos de carga y de recursos hasta alcanzar una situación que resulte factible, a partir de la cual se llevará a cabo la apertura y lanzamiento de las diferentes órdenes de trabajo. También es posible guardar los resultados de las diferentes planificaciones como consecuencia de las simulaciones realizadas.

FECHA PREV	FECHA REAL	CÓD.CLIENTE	CLIENTE	N°CTO	CURSO	CENTRO	ORDEN	E	S
07/05/2004	07/05/2004	C-0001	UNIVERSIDAD DE VIGO	12	CT-01	E.T.S.I.INDUSTRIALES			
09/05/2004	09/05/2004								
14/05/2004	14/05/2004	0001	ALUMINIO ESPAÑOL	1	C-02				
06/06/2004	07/06/2004	C-0001	UNIVERSIDAD DE VIGO	12	CT-01	E.T.S.I.INDUSTRIALES			
13/06/2004	13/06/2004	0001	ALUMINIO ESPAÑOL	1	C-02		VIG-2	L	
06/07/2004	06/07/2004	C-0001	UNIVERSIDAD DE VIGO	12	CT-01	E.T.S.I.INDUSTRIALES	VIG-1	L	
13/07/2004	13/07/2004	0001	ALUMINIO ESPAÑOL	1	C-02		VIG-5	L	

Figura 5. Pantalla general del proceso de Planificación y Simulación.

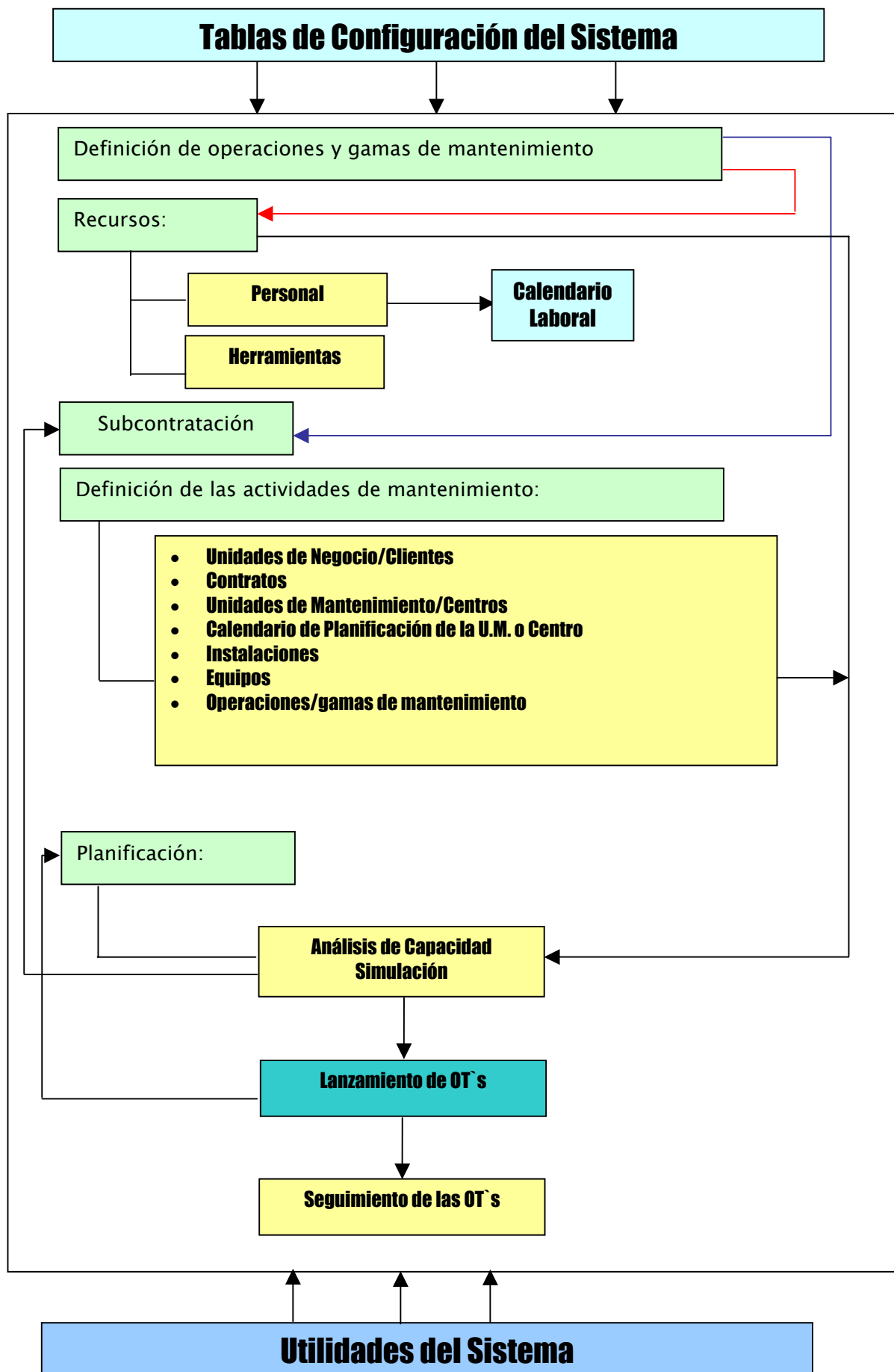


Figura 6. Flujo general del funcionamiento del sistema



### 3. Características Técnicas

El diseño y desarrollo del sistema que se presenta se ha llevado a cabo teniendo en cuenta que la mayor parte de las PYMES disponen de plataformas o entornos de trabajo de tipo Windows 98, 2000, NT, etc. Por ello, la realización del sistema se apoya en herramientas de desarrollo que trabajen bajo estos entornos.

La tecnología utilizada por el sistema para la gestión de la información se basa en la arquitectura cliente-servidor utilizando como administrador de base de datos el producto Microsoft SQL Server, aunque es posible que el sistema opere con otros sistemas administradores de bases de datos.



La conexión entre la capa de aplicaciones y la capa de datos (programas del sistema – administrador de bases de datos) se ha hecho a través del estándar ODBC y, en particular para el SQL Server y los sistemas de Microsoft, se ha empleado la tecnología ADO (Active X Data Objects).

### 4. Conclusiones

En las sociedades modernas, el papel de los servicios y en particular los derivados del servicio de asistencia técnica (S.A.T.) son de vital importancia para contribuir al nivel de bienestar que todos los individuos esperan alcanzar con los productos puestos a su alcance.

La garantía de futuro en toda organización viene dada por la fidelidad de sus clientes, así como de la buena imagen que el mercado tenga de ella. Ambos factores dependen del nivel de servicios prestados, y actualmente los clientes de las empresas que desarrollan actividades de mantenimiento piden soluciones que agilicen la respuesta ante sus demandas. El no disponer del servicio requerido conlleva inequívocamente a pérdida de clientes.

El sistema que se ha presentado en este trabajo ha sido desarrollado para gestionar las actividades del mantenimiento desde una amplia perspectiva, habiéndose implantado en una empresa que desarrolla actividades de mantenimiento dentro de los sectores del Frio Industrial, Frio Comercial y la Climatización. En una actividad como es la climatización y frío de productos perecederos, el tiempo de respuesta es crítico para la satisfacción del cliente, por ello la buena gestión de las actividades de mantenimiento es fundamental y el disponer de una herramienta que proporcione el apoyo necesario a la organización de la empresa se convierte en una pieza clave. Aun cuando, el sistema Hegemo supone un importante apoyo a la gestión, la evolución de las nuevas tecnologías hacen que esta herramienta sea una sistema

vivo, por ello, en la actualidad se está trabajando para incorporar el potencial que ofrecen los dispositivos móviles (PDA's) para ofrecer una solución integral que abarque los aspectos de localización y movilidad implicados en el mantenimiento de las empresas que lo desarrollan a terceras.

## **Referencias**

Kelly, A.; Harris, M.J. (1998). *Gestión del Mantenimiento Integral*. Fundación Repsol Publicaciones.

Lozano Rojo, J.R. (2001). *Asistencia Técnica de Postventa (ATPV)*. Fundación Confemetal

Prado, J.C.; García, J. (2002). Design and Implementation of a Maintenance Programme Focussing on Participation. A Practical Experience. *The 16th International Maintenance Congress. Euromaintenance 2002. Proceedings* pp. 237-244.