

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS DE TELECOMUNICACIÓN**



**GRADO EN INGENIERÍA BIOMÉDICA
TRABAJO FIN DE GRADO**

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN
SISTEMA DE PROCESAMIENTO Y GESTIÓN
DE PARÁMETROS DE SERVICIO TÉCNICO
EN EQUIPOS DE DIAGNÓSTICO CLÍNICO
POR IMAGEN**

ENRIQUE MAYO ROMERO

2016

TRABAJO FIN DE GRADO

TÍTULO: Diseño e Implementación de un Sistema de Procesamiento y Gestión de Parámetros de Servicio Técnico en Equipos de Diagnóstico Clínico por Imagen

AUTOR: D. Enrique Mayo Romero

TUTOR: D. Álvaro Gutiérrez Martín

DEPARTAMENTO: Tecnología Fotónica y Bioingeniería

TRIBUNAL:

Presidente: D^a. M^a Elena Hernando Pérez

Vocal: D. Álvaro Gutiérrez Martín

Secretario: D^a. Patricia Sánchez González

Suplente: D. José Javier Serrano Olmedo

FECHA DE LECTURA: _____

CALIFICACIÓN: _____

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS DE TELECOMUNICACIÓN**



**GRADO EN INGENIERÍA BIOMÉDICA
TRABAJO FIN DE GRADO**

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN
SISTEMA DE PROCESAMIENTO Y GESTIÓN
DE PARÁMETROS DE SERVICIO TÉCNICO
EN EQUIPOS DE DIAGNÓSTICO CLÍNICO
POR IMAGEN**

ENRIQUE MAYO ROMERO

2016

Resumen

Para asegurar el correcto funcionamiento de la actividad de diagnóstico clínico por imagen en un centro médico es imprescindible disponer de un servicio técnico de calidad que garantice el funcionamiento óptimo de los equipos mediante la realización de servicios remotos, mantenimientos correctivos, preventivos, actualizaciones de software, etc.

Por ello, es necesario realizar un control de todo este proceso para conocer, tanto el proveedor de los equipos como el cliente, la calidad del servicio prestado.

En este Trabajo Fin de Grado se pretende desarrollar un sistema de procesamiento y gestión de los parámetros de servicio técnico (tiempos de respuesta, tiempos de reparación, disponibilidad...) de todos los equipos que la empresa *Philips HealthTech* posee a lo largo de todo el territorio nacional.

En una primera instancia, se hará un estudio de todo el proceso que realiza el servicio técnico, desde que se produce un aviso hasta que se soluciona el problema. Así mismo, se estudiará cómo se reportan estas actividades, cómo se planifican los mantenimientos, actualizaciones y, en general, todo aquello relacionado con la actividad del servicio técnico de la empresa.

Una vez conocido todo el proceso, se hará un estudio de las herramientas existentes que pueden ser utilizadas en el desarrollo de este sistema de procesamiento de datos y, en base a ello, se desarrollará e implementará con aquellas que mejor se adapten a las necesidades de la empresa y del cliente.

Palabras clave

Aviso, actividad, operación, prioridad, tiempo de respuesta, tiempo de reparación, ejecución, disponibilidad.

Abstract

To assure the correct functioning of the diagnosis activity in a medical center it is essential to have a good technical service that guarantees the optimal performance of the equipment. For these, remote, corrective and preventive maintenance services need to be held, along with software updates and other IT services.

Therefore, it is necessary to look over the whole process to know the quality of the provided service.

In this Thesis it is intended to develop a system for processing and management of the parameters of technical service (response time, reparation time, availability and on) of all the equipment *Philips HealthTech* owns throughout the national territory.

Firstly, the process of the technical service will be analyzed. Starting at the notification, all the way up to the moment the problem is solved. Equally, how activities are reported, maintenances are planned, updates and generally all activity related to technical support will be evaluated.

Once the process is well known, it will break down the existing tools that may be used in the development of the data processing system. Consequently with the results, those who properly fit the needs of the company and client will be implemented.

Keywords

Notification, activity, operation, priority, response time, reparation time, on, availability.

Índice general

Índice de figuras	XI
Índice de tablas.....	XIII
1. Presentación	1
1.1. Introducción.....	1
1.2. Objetivos	2
1.3. Tecnologías y herramientas: Estado del arte	3
1.3.1. Salesforce	3
1.3.2. SAP	4
1.3.3. Microsoft Excel	5
1.3.4. Elección de las tecnologías	5
1.4. El servicio técnico de Philips HealthTech.....	6
1.4.1. Gestión de avisos.....	7
1.4.2. Actividades y operaciones	8
1.4.3. Prioridad	10
1.4.4. Horario de prestación del servicio.....	11
1.4.5. Tiempos máximos de respuesta y resolución	12
2. Desarrollo	13
2.1. Análisis de requisitos	13
2.1.1. Casos de uso	13
2.1.2. Requisitos	14
2.2. Diseño del sistema	15
2.2.1. Módulo de extracción.....	16
2.2.2. Módulo de procesamiento	18
2.2.3. Módulo de visualización	28
2.3. Implementación del sistema.....	28
2.3.1. Módulo de extracción.....	28
2.3.2. Módulo de procesamiento	30
3. Conclusiones.....	41
3.1. Sobre las tecnologías empleadas.....	41
3.2. Posibles mejoras	42
Bibliografía.....	¡Error! Marcador no definido.

Índice de figuras

Figura 1. Diagrama de casos de uso	14
Figura 2. Flujo de datos del módulo de procesamiento.....	25
Figura 3. Report de <i>SalesForce</i>	29
Figura 4. Fichero exportado de <i>SalesForce</i>	29
Figura 5. Operaciones de las <i>SWOs</i> en <i>SAP</i>	30
Figura 6. Fichero exportado de <i>SAP</i>	30
Figura 7. Pestaña Base Instalada	31
Figura 8. Pestaña Avisos (I)	32
Figura 9. Pestaña Avisos (II)	32
Figura 10. Pestaña Avisos (III)	33
Figura 11. Pestaña Calendario (I).....	34
Figura 12. Pestaña Calendario (II).....	35
Figura 13. Pestaña Desglose de avisos	35
Figura 14. Pestaña Disponibilidad mensual.....	36
Figura 15. Pestaña Disponibilidad semestral.....	36
Figura 16. Pestaña Informe (I)	36
Figura 17. Pestaña Informe (II)	37
Figura 18. Mensaje de error por parámetros incoherentes.....	37
Figura 19. Cuadro de mandos.....	38

Índice de tablas

Tabla 1. Operaciones del servicio técnico	10
Tabla 2. Tipos de prioridad de las actividades.....	11
Tabla 3. Horario de prestación del servicio	11
Tabla 4. Tiempos máximos de respuesta y resolución.....	12

1. Presentación

1.1. Introducción

La salud es uno de los factores más importantes que una persona necesita para disfrutar de una vida larga y de calidad. En este sentido, la importancia de la salud reside en permitir que el organismo de un individuo mantenga unos buenos estándares de funcionamiento y pueda así realizar todas las actividades que requieran su rutina diaria.

A lo largo de la historia, la sociedad ha mostrado un gran interés por el estudio de la medicina con un objetivo fundamental: garantizar o recuperar la salud de las personas. En las últimas décadas, la medicina ha logrado hitos inimaginables, como el desarrollo de multitud de vacunas, grandes avances en la lucha contra el cáncer o el desarrollo de nuevas técnicas diagnósticas y terapéuticas, entre muchos otros.

Como en cualquier disciplina científica, en la medicina cobra una gran importancia la obtención de información, ya sea clínica o complementaria, la cual puede variar en función de la etapa del proceso en la que se encuentre el paciente. Si el caso se encuentra en estudio, la obtención de información va dirigida básicamente a la determinación del diagnóstico del paciente.

Las técnicas de diagnóstico clínico por imagen, como la resonancia magnética o la medicina nuclear, son una gran fuente de información para los profesionales sanitarios y tienen un papel relevante en la etapa de estudio del paciente. En la mayoría de los casos, estas técnicas requieren de un equipamiento muy especializado con una complejidad muy elevada. Debido a ello, para la realización de estas pruebas se necesita un personal cualificado que las realice, así como para mantenerlas en óptimo estado.

Para asegurar el correcto funcionamiento de la actividad de diagnóstico clínico por imagen en un centro médico es imprescindible que los equipos dispongan de un servicio técnico de calidad que garantice el funcionamiento óptimo de los mismos mediante la realización de servicios remotos, mantenimientos correctivos, preventivos, actualizaciones de software y, en general, cualquier actividad que estos requieran.

Debido a la importancia que cobra el servicio técnico en este proceso, es necesario realizar un control exhaustivo del mismo para que, tanto el proveedor de los equipos

como el cliente, conozcan la calidad del servicio proporcionado. Adicionalmente, este control permitirá detectar y, si fuese necesario, corregir cualquier deficiencia que pueda haber en el servicio prestado.

En este contexto surge el proyecto que se presenta en este documento, el cual intenta proveer a la empresa *Philips HealthTech* de un sistema que unifique todas las herramientas que su servicio técnico utiliza y realice cálculos de distintos parámetros que tengan relevancia en la actividad del servicio que faciliten a sus empleados la tarea de controlar y realizar informes sobre el servicio proporcionado.

1.2. Objetivos

Siendo consciente de la cantidad de sistemas de procesamiento de datos que existen y que están disponibles para cualquier usuario con los objetivos que se plantean, este trabajo no pretende encontrar una solución innovadora del problema que se presenta, sino diseñar e implementar un sistema que unifique estas soluciones de una forma simple y eficaz, cumpliendo las necesidades y requisitos definidos previamente.

El trabajo sobre el que se va a tratar en este documento aborda el proceso seguido durante el diseño y el desarrollo de un sistema de extracción, procesamiento y gestión de parámetros de la actividad del servicio técnico de la empresa *Philips HealthTech* que facilite a la misma realizar un seguimiento de la calidad del servicio proporcionado, obteniendo parámetros relevantes de su actividad que posteriormente serán utilizados para la realización de informes para el cliente.

En este sentido, se buscará automatizar y optimizar lo máximo posible el cálculo de todos estos parámetros y encontrar la mejor forma para presentárselos a los usuarios del sistema. Además, durante el desarrollo del mismo se tendrá en cuenta en todo momento que, debido a la complejidad del proceso del servicio técnico de la empresa, nunca se conseguirá automatizarlo en su totalidad, por lo que siempre será necesaria la supervisión humana de dichos parámetros.

Teniendo en cuenta lo anteriormente citado, el sistema debe proporcionar herramientas que permitan al usuario la modificación de los parámetros en situaciones excepcionales para suplir los fallos que puedan producirse, ya sean causados por fallos humanos o del software, y garantizar la consistencia y coherencia de los mismos.

Adicionalmente a lo expuesto, los datos calculados por el sistema serán utilizados para abastecer de información un portal web al que el cliente tendrá acceso para visualizar todos los parámetros calculados. Es por ello que el sistema debe estar pensado para exportar de forma sencilla la información para ser cargada en dicho portal.

1.3. Tecnologías y herramientas: *Estado del arte*

Antes de comenzar a describir la forma de abordar este trabajo, se hace necesario analizar el estado de la tecnología presente en el campo que nos ocupa, de los últimos avances y formas de implementación de los mismos para presentar una visión del contexto en el que este trabajo tiene lugar, y de ese modo ofrecer una perspectiva más completa.

Como ya se ha hecho referencia, este trabajo surge por la necesidad que la empresa *Philips HealthTech* tiene de monitorizar y controlar distintos parámetros relacionados con su servicio técnico. Por ello, en este apartado es lógico tratar cuáles son las herramientas que la empresa utiliza y qué utilidades tiene cada una.

Dentro del ámbito empresarial existen infinidad de aplicaciones que permiten a las compañías gestionar sus procesos, recopilar y ordenar todos los datos que generan. Además existen sistemas que facilitan a las empresas la gestión de las relaciones con sus clientes. En este sentido, se pueden destacar dos sistemas: *SalesForce* y *SAP*. Existen otros tipos de software que tienen funcionalidad similar que las anteriores mencionadas, sin embargo, estas dos herramientas son las que *Philips HealthTech* utiliza para controlar prácticamente la totalidad de sus procesos.

Sin embargo, la gestión de datos dentro de estos sistemas puede resultar difícil para el usuario debido a la inmensa cantidad de información que estos contienen, la cual no es necesaria en todo momento. Es por ello que surge la necesidad de utilizar otro tipo de aplicaciones con el objetivo de exportar información de estos sistemas y así facilitar el tratamiento de los datos al usuario. En este sentido, la empresa utiliza *Microsoft Excel*, una herramienta fácil de utilizar para cualquier usuario y con una potencia de cálculo suficiente en la mayoría de los casos.

1.3.1. *SalesForce*

SalesForce es una herramienta de gestión de relaciones con clientes que ayuda a las empresas aportando infinidad de opciones para realizar un seguimiento de la actividad comercial de la misma.

Esta herramienta entra dentro de la categoría de programas *CRM (Customer Relationship Management)*, los cuales permiten gestionar las relaciones con los clientes y, en un sentido más amplio, podría decirse que es ante todo una filosofía empresarial que no está ligada a ninguna tecnología.

A diferencia de las teorías de marketing masivo, la filosofía CRM defiende el trato a los clientes de manera individual, uno a uno, conociendo sus necesidades, sus gustos y teniendo en cuenta su historial de compra para atenderlo de la mejor manera posible.

Esta idea puede sonar un poco antigua, el tendero de toda la vida ya lo hacía, solo que para éste era posible acordarse y llevar de cabeza las preferencias de sus clientes. Otra cosa distinta es si se tiene que tratar a miles de contactos.

En ese caso se necesita la ayuda de un software específico que vaya más allá de la agenda o el calendario que ofrecen *Outlook* o *Gmail*. Algo que permita agrupar cuentas, colaborar entre un equipo de vendedores disperso, centralizar el registro de comunicaciones con los clientes y obtener informes de evolución y estado.

Entre el amplio abanico de características que presenta esta herramienta, cabe destacar que, como todo buen software en la nube, es multiusuario, multiplataforma y está disponible allí donde el usuario tenga un navegador web y una conexión a internet, sin necesidad alguna de instalación ni mantenimiento por parte de la empresa.

Esta herramienta proporciona a la empresa la posibilidad de obtener todo tipo de información de cualquier cliente de una forma muy sencilla y llevar un control exhaustivo de todo tipo de actividad que se realice.

Así mismo, posee un potente software que posibilita la realización de cualquier tipo de consulta que la empresa requiera realizar acerca de cualquier aspecto en la relación con el cliente, ya sean datos de cuentas o información de servicios proporcionados.

1.3.2. SAP

En 1972 unos ingenieros alemanes tuvieron la idea de producir un software que marcara una tendencia acerca de cómo debían hacerse las cosas en el mercado para soluciones de negocios integradas y dieron inicio a una pequeña empresa llamada *Systemanalyse and Programmentwicklung*. Desde entonces, aquella compañía se llama *SAP* (Sistemas, Aplicaciones y Productos para Procesamiento de Datos).

Desde el comienzo, *SAP* se dedicó al software para aplicaciones de negocios. Gracias a la colaboración con ejecutivos de negocios e *IT* y teniendo socios en todo el mundo, *SAP* desarrolló un software que ayudó a las compañías a integrar sus procesos de negocios ayudando a toda la empresa a funcionar más ordenadamente. Los sistemas versátiles y modulares, como *SAP*, pueden ser rápida y fácilmente adaptados a nuevos procesos de negocios de forma que crezca su capacidad a medida que crece el negocio.

A día de hoy, *SAP* es la mayor desarrolladora de software para aplicaciones de negocios del mundo y uno de los mayores proveedores independientes de software, en términos absolutos.

SAP es considerado por muchos el mejor entorno de gestión de negocios que ha ido adaptándose constantemente al cambio del mercado, los negocios y los clientes.

El éxito de una empresa depende de la calidad de la información y de la velocidad con que la misma puede ser compartida. Depende de qué rápidamente puede responder y adaptarse a los cambios tecnológicos de la compañía. *SAP* no solo permite acompañar tales cambios sino que permite abrir el camino a ellos.

Pero, ¿cómo funciona *SAP*? Este es un sistema de gestión de recursos empresariales y tiene como propósito maximizar la eficiencia de las operaciones de una empresa. Esto es posible gracias a que opera varias aplicaciones bajo una sola herramienta, logrando así controlar todos los aspectos de la empresa de forma integrada. Esto permite la aceleración de procesos, control de costos, ingresos y procesos, incremento en conversiones gracias a un mejor control de prospectos y clientes y, también consigue reducir las discrepancias por fallos en la comunicación entre departamentos.

SAP funciona procesando la información que proveen los usuarios de cada área y las integra con otros datos de la compañía para crear una estructura que permita facilitar y acelerar los procesos. De forma muy resumida se puede decir que se trata de un sistema que reúne información, la procesa y la organiza de forma inteligente.

1.3.3. *Microsoft Excel*

En el año 1982, *Microsoft* incursionó en el ámbito de las hojas de cálculo electrónicas con el lanzamiento de su producto *Multiplan*. En ese tiempo ya existían dos competidores que estaban fuertemente posicionados en el mercado: *SuperCalc* de la empresa *Sorcim* y *VisiCalc* de la empresa *VisiCorp*, así que no era una tarea sencilla para *Microsoft* ganar un poco de mercado.

Por si fuera poco, en el año 1983, fue lanzada la hoja de cálculo *Lotus 1-2-3* que tomó a todos por sorpresa y se posicionó rápidamente como la hoja de cálculo más utilizada. *Microsoft* solamente observó cómo la hoja de cálculo de *Lotus* se posicionaba en el primer lugar, así que hizo a un lado su producto *Multiplan* y comenzó a trabajar en la primera versión de *Excel* la cual fue lanzada en el año 1985.

Esa primera versión fue hecha exclusivamente para la plataforma *Macintosh*, pero dos años después, en 1987, *Microsoft* lanzó *Excel 2.0* que ya consideraba una versión para la plataforma *Windows*. A partir de ese momento, la aplicación de *Microsoft* comenzó su crecimiento hasta convertirse a día de hoy en la hoja de cálculo más utilizada de todos los tiempos.

1.3.4. Elección de las tecnologías

Finalmente, las tecnologías empleadas en este trabajo se han escogido aplicando el simple criterio de utilizar aquello con lo que el futuro usuario del sistema ya está familiarizado, es decir, las aplicaciones que ya utiliza el personal de la empresa: *SAP*, *SalesForce* y *Microsoft Excel*.

Posiblemente exista software más potente que *Excel* a la hora de realizar cálculos matemáticos, sin embargo, debido a la facilidad de aprendizaje y uso para cualquier usuario que esta aplicación presenta lo hacen el sistema idóneo para desarrollar el sistema que se plantea en este proyecto.

SAP y *Salesforce* serán utilizados como fuente bruta de información, aportando al sistema todos los datos necesarios para el cálculo de cualquier parámetro que se requiera. Además, y apoyando la elección del uso de *Excel* como herramienta de cálculo, ambos sistemas permiten la exportación directa de datos en formato *.xls* haciendo consistente el uso de las tres herramientas para el desarrollo de este sistema.

Como ya se ha indicado, para todo el procesamiento de datos y el cálculo matemático se utilizará *Microsoft Excel*. La posibilidad que la aplicación de *Microsoft* proporciona de crear macros en el lenguaje *Visual Basic* de forma transparente al usuario y la potencia de las mismas hacen de este software el ideal sobre el cual basar el procesamiento matemático del sistema que se propone. De este modo, no será necesario diseñar prácticamente ningún tipo de interfaz gráfica del sistema de procesamiento de datos, ya que todos estos serán mostrados de forma ordenada en diferentes hojas de un libro *Excel*.

La aplicación que se plantea se desarrollará en un sistema operativo *Windows 7* con el entorno de desarrollo de *Visual Basic* que integra *Microsoft Excel 2013* de 64 bits.

1.4. El servicio técnico de *Philips HealthTech*

Una vez expuestos los sistemas de gestión de procesos y datos que *Philips HealthTech* utiliza es necesario presentar el proceso que realiza su servicio técnico para prevenir y solucionar todo tipo de problemas que se produzcan en un equipo, así como cualquier tipo de información relevante relacionada con dicho proceso. Además, es interesante analizar cómo éste integra las herramientas anteriormente mencionadas.

Como ya se ha comentado, *Philips HealthTech* utiliza las herramientas *SalesForce* y *SAP* para realizar la gestión y control de los avisos, incidencias y actividades que realiza su servicio técnico. La base del trabajo diario de este servicio es la gestión de los avisos que se reciben y la solución de los problemas asociados a estos. Sin embargo, existen otro tipo de actividades que no se producen como consecuencia de un aviso.

En una primera instancia, podemos diferenciar dos tipos de actividades, los avisos que el cliente da por un problema en un equipo (generalmente solucionados mediante mantenimientos correctivos) y las actividades planificadas por la empresa (mantenimientos preventivos, actualizaciones del software de los equipos o formaciones del personal de los centros sanitarios, entre otras).

1.4.1. Gestión de avisos

Cuando se produce un problema en un equipo, el cliente procede a dar un aviso para informar acerca de la incidencia, el cual puede ser atendido por un operador (*call taker*) o dado por una vía indirecta (correo electrónico, contestador automático, etc.), por ejemplo, si el problema se produce fuera del horario de atención al cliente. Cuando el aviso es recibido, los *call takers* abren este aviso en *SalesForce* donde queda registrada la fecha y hora en la que se produce, una breve descripción del problema, etc. Adicionalmente, al aviso se le asigna de forma automática un número de identificación único que se utilizará para llevar a cabo el seguimiento de la incidencia. Este número de identificación, denominado *case number*, es el identificador que el cliente utiliza para realizar el seguimiento del aviso.

Una vez recibida y abierta la incidencia, se plantean dos situaciones:

- a) **El equipo está bajo contrato.** Si es así, el aviso es procesado y se procede a solucionar el problema.
- b) **El equipo no está bajo contrato.** En este caso se genera una solicitud de asistencia en la que un técnico realiza un diagnóstico del equipo y se elabora un presupuesto que el cliente debe aceptar. Una vez aceptado, se procede a solucionar el problema del equipo.

El primer paso es valorar si el problema puede ser solucionado por un técnico cualificado mediante un servicio remoto, el cual se producirá o no en función de esta valoración. Los *call takers* decidirán si pasar el aviso a un técnico que realice el soporte remoto o, por el contrario, pasar al siguiente paso del proceso: planificar la visita de un técnico cualificado al centro sanitario.

En este punto, si no se produce un servicio remoto o el problema no se consigue solucionar con este soporte, los *call dispatcher*, encargados de planificar las intervenciones presenciales de los técnicos, entre otras muchas cosas, proceden a planificar la visita de uno o varios técnicos al centro médico para solucionar el problema.

Finalmente, solucionada la incidencia, es imprescindible que todo técnico que haya realizado cualquier operación durante todo este proceso, la reporte indicando qué tipo de operación ha realizado, la duración de la misma, entre otros muchos parámetros.

Cuando ya han sido reportadas todas las actividades y el cliente firma una hoja de trabajo indicando que el problema ha sido solucionado, se procede a cerrar el aviso. Sin embargo, en determinadas situaciones, el equipo reparado puede requerir un periodo de monitorización para garantizar que todos sus parámetros son correctos y corroborar que la reparación se ha realizado correctamente. En ese caso, el aviso quedaría abierto durante este tiempo de monitorización. Cuando esta actividad finaliza, se procede a cerrar dicho aviso y reportar todo lo realizado en el mismo.

Como ya se ha indicado, durante este proceso toda operación que se realice, ya sea un viaje de un técnico, soporte remoto, diagnóstico o una reparación, debe ser reportada. Todos estos datos relacionados con las actividades que se realizan dentro de un aviso son almacenados en *SAP*.

A modo de resumen y con el objetivo de aclarar que función tienen las herramientas de *SalesForce* y *SAP* en todo este proceso se destacan los siguientes puntos:

- Los avisos se abren en *SalesForce*, plataforma donde queda registrada la fecha y hora de apertura del mismo así como multitud de información relevante de la incidencia. Entre otras muchas cosas, en esta herramienta se registra si se produce soporte remoto, soporte presencial, si el aviso está cerrado, etc.
- En *SAP* se reportan las operaciones que los técnicos realizan dentro de una actividad (ya sean producidas por un aviso o por cualquier otro tipo de intervención), registrándose el tipo de operaciones que son, fecha en la que se producen, duración de las mismas, etc.

1.4.2. Actividades y operaciones

El servicio técnico no solo soluciona los problemas que se producen en los equipos, también debe tratar de que estos no ocurran mediante la realización de mantenimientos preventivos, actualizaciones del software, etc. En este sentido, las actividades que el servicio técnico realiza pueden clasificarse en las siguientes, dividiéndose en cuatro categorías:

- a) **Mantenimiento correctivo (CMAI)**. Como su nombre indica, esta actividad es aquella que corrige los defectos observados en el equipamiento de los centros. Es la actividad que se realiza cuando el servicio recibe un aviso de avería de un equipo, en la cual se intenta localizar, corregir y reparar los problemas encontrados. Este mantenimiento se realiza siempre posterior al momento en el que se produce un fallo que por su naturaleza no pueden planificarse en el tiempo, presenta costos por reparación y repuestos no presupuestables, pues en algunas ocasiones implica el cambio de algunas piezas del equipo.
- b) **Mantenimiento preventivo (PMAI)**. Esta actividad es la destinada a la conservación de los equipos mediante la realización de revisiones y reparaciones que garanticen su buen funcionamiento y fiabilidad. El principal objetivo de este tipo de mantenimiento es evitar y mitigar las consecuencias en los fallos de los equipos, logrando prevenir las incidencias antes de que estas ocurran. Las tareas de mantenimiento preventivo pueden incluir acciones como cambio de piezas desgastadas, cambios de aceites y lubricantes, etc. El mantenimiento preventivo debe evitar los fallos de los equipos antes de que estos ocurran, por lo que se planifican varios mantenimientos preventivos cada año en todos los equipos para intentar conseguir este objetivo.

- c) **Actualizaciones de software (FCOA).** Adicional al mantenimiento que se produce en los equipos, ya sea correctivo o preventivo, es necesario mantener actualizado el software de los mismos. Esto es necesario para que el equipamiento posea la mejor tecnología posible en cada momento y disponga de la protección necesaria frente a problemas que puedan producirse, como ataques informáticos o cualquier tipo de situación excepcional.
- d) **Aplicaciones (UTRA).** En la introducción de este documento se ha expuesto la necesidad de disponer de personal cualificado para la utilización y realización de las pruebas de diagnóstico por imagen. Por ello es necesario la realización de sesiones de formación del personal sanitario siempre que se ponga a disposición del cliente un nuevo equipo o se realicen actualizaciones de los mismos.

Una vez definidos y clasificados los tipos de actividades que realiza el servicio técnico hay que volver a incidir en que para que estas se realicen de forma satisfactoria los técnicos realizan infinidad de operaciones diferentes. En la *Tabla 1* se pueden apreciar las diferentes operaciones que los técnicos del servicio técnico realizan. Cabe destacar que hay multitud de operaciones que no aparecen en la tabla pero que son irrelevantes a la hora de la elaboración de este proyecto.

Operación	Descripción
APSE	Formación realizada por un técnico cualificado de la compañía de forma presencial en el centro sanitario
CMAI	Mantenimiento correctivo, reparación de un equipo
DIAG	Diagnóstico del problema de un equipo ya que puede darse un aviso y no saber qué ocurre en el equipo
FCOA	Actualización del software de un equipo por un técnico cualificado
IN01-05	Instalación de un nuevo equipo en el centro sanitario
MONI	Monitorización del equipo con el fin de comprobar el correcto funcionamiento del mismo
PMAI	Mantenimiento preventivo de un equipo
TESU	Soporte remoto por un técnico cualificado. En determinadas ocasiones se utiliza también para reportar una actividad de soporte presencial a un técnico que ya está realizando una reparación (generalmente CMAI)

TRAV	Desplazamiento de un técnico al centro sanitario
TRVL	Desplazamiento de un técnico al centro sanitario
UPGR	Actualización del sistema de un equipo de forma automática
UTRA	Formación realizada por un técnico cualificado de la compañía de forma presencial en el centro sanitario
WAIT	Tiempo que el técnico está en el centro sanitario pero no puede trabajar debido a la imposibilidad de acceso al equipo (ya sea porque el personal sanitario no se lo permite o cualquier otro motivo)

Tabla 1. Operaciones del servicio técnico

Se puede observar que existen diferentes operaciones que hacen referencia a la misma intervención por parte de un técnico. Generalmente esto es consecuencia de condiciones financieras que son ajenas al fin de este Trabajo Fin de Grado. Por ello, se tratarán estas operaciones como similares.

1.4.3. Prioridad

La prioridad, en términos generales, hace referencia a una forma de ordenar procesos en función de la necesidad o urgencia que tiene su realización. En el contexto del servicio técnico, cada actividad lleva asociada una prioridad que indica el nivel de urgencia que tiene. No es igual la necesidad que existe de realizar un mantenimiento preventivo a un ecógrafo, por ejemplo, al nivel de urgencia que puede tener un fallo producido en una resonancia magnética con un paciente al que se le está realizando una prueba. Es por ello que se definen distintos niveles de prioridad de las actividades, tal y como se indican en la *Tabla 2*.

Código	Prioridad	Explicación
1	Necesidad crítica	El equipo tiene un problema crítico que requiere de una intervención inmediata, por ejemplo, si existe un riesgo de daño de un paciente
2	Equipo parado	El equipo no puede utilizarse para la realización de ningún tipo de diagnóstico
3	Equipo restringido	El equipo puede ser utilizado con limitaciones funcionales. Un ejemplo puede ser la avería de una antena

		de rodilla en una resonancia magnética, la cual impide realizar una resonancia en la rodilla pero no impide la realización de resonancias de cráneo
4	Problema intermitente	El equipo trabaja con normalidad pero en determinadas ocasiones aparecen ciertos problemas
5	Actividad planificada	El equipo funciona con total normalidad pero requiere de algún tipo de intervención de un técnico

Tabla 2. Tipos de prioridad de las actividades

1.4.4. Horario de prestación del servicio

Como es lógico, el servicio técnico no está disponible durante todas las horas del día. Es por ello que esto debe ser tenido en cuenta en todo momento para el cálculo y la interpretación de los parámetros de servicio técnico. Los servicios de mantenimiento del equipamiento puesto a disposición del cliente se efectúan en los horarios indicados en la *Tabla 3* dependiendo de sus características.

Tipo de servicio	Categoría	Horario
Servicio de recepción de avisos	Servicio atendido por operador	Lunes a viernes de 8:00 a 24:00 horas
	Servicio no atendido por operador	24 horas los 365 días del año
Técnicos presenciales	Actuaciones Críticas	Lunes a viernes de 8:00 a 24:00 horas
	Actuaciones Generales	Lunes a viernes de 8:00 a 22:00 horas
	Actuaciones Especiales	Sábados, domingos y festivos de 8:00 a 17:00 horas
Soporte Remoto	Actuaciones generales y críticas	Lunes a viernes de 8:00 a 24:00 horas

Tabla 3. Horario de prestación del servicio

La categoría de las actuaciones realizadas (también denominada criticidad) es un parámetro asociado a cada equipo que hace referencia a la importancia que este pueda tener dentro del centro sanitario en el que se encuentra en el cual se establece un horario de prestación de servicio u otro.

1.4.5. Tiempos máximos de respuesta y resolución

Ante un aviso de avería de un equipo, según sea la criticidad del equipo sobre el que se da un aviso (actuación general o actuación crítica) los tiempos máximos de respuesta y tiempos máximos de resolución son los indicados en la *Tabla 4*. Estos tiempos son unos de los parámetros más importantes a monitorizar ya que es imprescindible que el servicio técnico actúe dentro de los tiempos establecidos para que no se produzcan penalizaciones a la empresa.

Categoría	Tiempo máximo de respuesta		Tiempo máximo de resolución
	Servicio remoto	Presencia física	
General	15 minutos desde la recepción del aviso, en horario de cobertura de servicio atendido de recepción de avisos.	2 horas desde el contacto remoto	48 horas desde la notificación del aviso
		3 horas desde la comunicación del aviso	
Crítica	15 minutos desde la recepción del aviso, en horario de cobertura de servicio atendido de recepción de avisos	2 horas desde el contacto remoto	36 horas desde la notificación del aviso
		3 horas desde la comunicación del aviso	

Tabla 4. Tiempos máximos de respuesta y resolución

2. Desarrollo

Una vez introducidos el propósito y el enfoque de este Trabajo Fin de Grado, se propone una descripción detallada del proceso seguido durante el desarrollo del sistema. Para ello, se ha dividido esta sección en distintos apartados que reflejarán las fases de realización de este proyecto, ofreciendo primero un análisis de los requisitos del sistema sobre los cuales se basará el posterior diseño e implementación del mismo.

2.1. Análisis de requisitos

El de requisitos es un tipo de análisis que se sitúa en un alto nivel de abstracción ya que trata de formular conceptualmente el diseño de la aplicación. Este paso es necesario para que la realización del proyecto tenga un enfoque a través del cual se encamine todo el proceso, y para poder comprobar que los objetivos han sido cumplidos una vez realizado el trabajo. No se trata en ningún caso de abordar en detalle su funcionamiento, sino de proporcionar una guía general que evite distracciones innecesarias, al menos durante esta primera etapa de diseño sobre la que trata esta sección.

2.1.1. Casos de uso

Lo primero que se ha tenido en cuenta para la elaboración de este Trabajo Fin de Grado ha sido la realización de los casos de uso sobre los que el sistema ha sido desarrollado. Así, a continuación se describen los actores que participan en el proceso, así como los propios casos de uso.

Actores

En este apartado se describen los actores principales y secundarios que participan en el sistema, que se reducen a los siguientes:

- **Administrador del sistema.** Se considera al administrador del sistema como un actor principal puesto que es el que utilizará la herramienta desarrollada diariamente para realizar el cálculo de los parámetros de servicio técnico.
- **Usuario del sistema.** Se consideras al usuario del sistema también como un actor principal puesto que es el principal interesado en su uso.
- **SAP y Salesforce.** También se han tenido en cuenta como actores ambas herramientas ya que son la fuente de datos sobre la que trabaja el sistema a desarrollar. En este caso se definen como actores secundarios, ya que cumplen una función necesaria para el funcionamiento del sistema pero no son usuarios interesados en su utilización.

Casos de uso

Una vez definidos los actores que se han tenido en cuenta, en este siguiente apartado se describen los casos de uso en los que participan.

- El administrador accede al sistema para realizar una carga de información. En este sentido, deberán descargarse los datos de *SAP* y *SalesForce* sobre los cuales el sistema realizará los cálculos de los parámetros establecidos.
- El administrador accede al sistema para modificar y recalculer información incorrecta, ya sea causada por un fallo en el cálculo del sistema o por un fallo humano en el reporte de actividades y operaciones en *SAP* y *SalesForce*.
- El usuario accede al sistema para consultar información sobre los parámetros de servicio técnico.

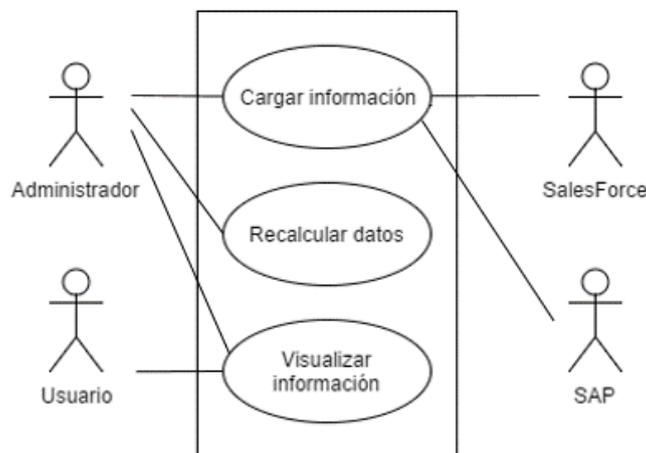


Figura 1. Diagrama de casos de uso

2.1.2. Requisitos

Una vez han sido definidos los casos de uso, el siguiente paso ha sido la recolección de los requisitos que debe cumplir la plataforma, una serie de objetivos sobre los que los usuarios de la misma tendrán ciertas expectativas. Los objetivos que se han tenido

en cuenta durante el proceso y tomados como requisitos son los que se describen a continuación, dividiéndolos en dos categorías: funcionales y no funcionales.

Requisitos funcionales

Los requisitos funcionales consisten en los requisitos en sí mismos del sistema, es decir, qué debe cumplir esta en relación a lo que los usuarios esperan de él. De este modo, estos requisitos son los siguientes:

- La plataforma debe poder realizar el cálculo de los parámetros de servicio técnico, ofreciendo un espacio de trabajo sobre el que los administradores tengan disponible información sobre los mismos.
- El sistema debe presentar herramientas de modificación de parámetros de forma manual y de recálculo de la información con el objetivo de corregir parámetros mal calculados o información incorrecta. Así mismo y en este sentido, debe ofrecer una buena protección frente a errores.
- Desde la aplicación un usuario debe poder consultar todos los parámetros de servicio técnico relacionados con sus equipos.

Requisitos no funcionales

De forma complementaria, los requisitos no funcionales no definen qué debe hacer el sistema, sino cómo debe hacerlo para que la experiencia de uso sea satisfactoria para los actores principales. Atendiendo a este criterio, se han definido los siguientes requisitos no funcionales:

- Para la utilización del sistema será necesario que el administrador posea acceso a *SalesForce* y *SAP* para que este pueda obtener datos de dichas plataformas.
- El sistema debe estar optimizado para que el tiempo de procesamiento de datos sea mínimo, facilitando el trabajo al administrador del sistema.
- El sistema debe ser fiable y consistente, garantizando un correcto cálculo de todos los parámetros y proporcionar herramientas que permitan la detección de errores.
- Se debe dar una solución eficaz a la usabilidad del sistema, ofreciendo una interfaz intuitiva, tanto al administrador como al usuario, con un diseño que no rompa con lo que estos esperan encontrar.

2.2. Diseño del sistema

Una vez definidos los objetivos, los casos de uso y los requisitos que debe cumplir el sistema, el siguiente paso consiste en definir un diseño concreto de los componentes que lo integrarán.

En este sentido se plantea un sistema dividido en tres módulos: un primer módulo de extracción de datos, un segundo de procesamiento y gestión de datos y un tercero de visualización de la información. Esta división de módulos contribuirá a una mayor usabilidad del sistema siendo los dos primeros módulos utilizados por el administrador y el tercero por el usuario.

2.2.1. Módulo de extracción

En este primer módulo se realiza la descarga de los datos de las plataformas *SAP* y *SalesForce* relacionados con cualquier actividad del servicio técnico. De este modo, no es necesario realizar el diseño de ninguna interfaz de usuario, sino únicamente establecer cómo se realizará la obtención de información en ambas plataformas utilizando las herramientas que estas proporcionan.

En una primera instancia se plantea la posibilidad de que el sistema realice de forma automática la descarga de los datos. Sin embargo en poco tiempo esta opción es descartada ya que, debido a la gran complejidad de su desarrollo y las fuertes medidas de seguridad que presentan *SAP* y *SalesForce*, la implementación de este diseño excedería ampliamente las dimensiones de este Trabajo Fin de Grado.

Teniendo en cuenta lo anterior, se plantea un diseño de descarga manual en el que el administrador del sistema utilice las herramientas proporcionadas por *SAP* y *SalesForce* de forma óptima con el fin de hacer lo más sencillo posible este proceso.

En base al funcionamiento del servicio técnico de la empresa, el cual ha sido explicado anteriormente, es razonable pensar que en primer lugar debe descargarse de *SalesForce* la información de todas las actividades que se producen, ya que es la herramienta donde estas son creadas, y una vez obtenida, descargar de *SAP* las operaciones correspondientes de cada actividad.

A priori, parece un proceso bastante sencillo, y más aún una vez que ha sido descartada la posibilidad de realizar una descarga automática de los datos. Sin embargo, la información almacenada en estos sistemas es inmensa, por ello, es necesario saber qué se puede obtener de cada herramienta y realizar una selección óptima de los datos descargados que permita establecer un nexo de unión entre ambas y permita el cálculo de todos los parámetros de servicio técnico en el siguiente módulo. Por ello, en primer lugar se hará un análisis de qué parámetros se pueden obtener de cada sistema y se decidirá cuáles son de interés.

2.2.1.1. SalesForce

Como se menciona en apartados anteriores, la recepción y apertura de los avisos, así como la creación de cualquier tipo de actividad es realizada en *SalesForce*. Además, en esta plataforma queda registrada toda la información relacionada con el soporte remoto que pueda producirse en un equipo que presenta una avería. Atendiendo a esto, se decide obtener los siguientes datos:

- **Nombre del centro médico** al que pertenece el equipo, ya sea un hospital, complejo hospitalario, centro de salud, etc.
- **Provincia** a la que pertenece el centro médico en el que se encuentra el equipo.
- **Modelo y número de identificación del equipo** (denominado *equipment number*) sobre el que se produce la actividad.
- **Números de identificación** de la actividad. Existen dos números de identificación de las actividades: el *case number* y la *service work order (SWO)*. El *case number* es el identificador que se le proporciona al cliente y la *SWO* es el número que se utiliza a nivel interno para gestionar la actividad.
- Breve **descripción** de las actividades.
- **Fecha y hora de apertura** de la actividad.
- **Fecha, hora y duración de la primera operación** de la actividad. Esto es necesario ya que la información del servicio remoto es almacenada en esta plataforma, por tanto, es necesario obtener estos parámetros en el caso que se produzca dicha operación.
- Nombre de la **persona que recibe y abre el aviso**.
- **Tipo** de actividad.
- **Estado** de la actividad (entendiendo como estado la situación actual de la actividad, si está en curso, si ha finalizado, etc.).
- **Prioridad** de la actividad.

2.2.1.2. SAP

Una vez obtenidas todas las actividades de *SalesForce* se necesita la información de las operaciones de cada una de ellas, que será obtenida de *SAP*. Realizado el análisis de todos los datos de este sistema, se decide obtener los siguientes parámetros:

- **SWO** de la actividad.
- **Número de identificación del equipo (*equipment number*)**.
- **Número de identificación de la operación**. Al contrario que el resto de números de identificación, este no es único. Dentro de una actividad, la primera operación siempre tendrá el número de identificación "0010", el cual va incrementándose en valores múltiplos de 10. Este número tampoco es único dentro de una actividad, el cual generalmente va asociado a las operaciones que realiza un mismo

técnico. Un ejemplo sencillo sería el de un mantenimiento correctivo con soporte remoto y soporte presencial de dos técnicos. La operación del soporte remoto (TESU) tendría el código "0010", las operaciones que realizase el primer técnico, supongamos un "TRVL" y un "CMAI" tendrían código "0020", y las operaciones del segundo técnico, un "TRVL", un "WAIT" y un "CMAI", tendrían el código "0030". En apartados posteriores se analizará la gran cantidad de usos que tiene este identificador, siendo muy importante para el correcto cálculo de los parámetros en el siguiente módulo.

- **Tipo** de operación.
- **Técnico** que realiza la operación.
- **Fecha y hora de inicio y de fin** de la operación.
- **Duración** de la operación.

2.2.1.3. Obtención de datos

Definidos cuáles son los parámetros a obtener en cada una de las herramientas, únicamente queda por determinar cómo ha de proceder el administrador para realizar la descarga de los datos. Si se observa la información que se decide obtener de cada plataforma, es fácil darse cuenta que el parámetro en común entre los datos descargados de ambas herramientas, el cual será utilizado para establecer el nexo de unión entre la información de cada una, es uno de los números de identificación de las actividades: la *service work order*.

Con todo lo anterior, el diseño final y el uso de este módulo resultan bastante simple. En primer lugar el administrador accederá a *SalesForce* con su usuario y contraseña que la empresa le habrá proporcionado antes de utilizar el sistema y realizará la descarga de los datos indicados, los cuales serán exportados en un fichero con formato *.xls*. Una vez hecho esto, del mismo modo que en *SalesForce*, el administrador accederá a *SAP* e introducirá todas las *service work order* obtenidas para descargar la información de las operaciones realizadas, la cual será exportada en un fichero con el mismo formato que el obtenido de *SalesForce*.

2.2.2. Módulo de procesamiento

El punto de partida de este segundo módulo y, en definitiva, el de mayor peso y complejidad del sistema, son los dos ficheros obtenidos en el módulo anterior.

En la presentación de este Trabajo Fin de Grado se exponen las tecnologías que se utilizarán en la implementación del sistema, siendo *Microsoft Excel* el elegido para realizar todo el cálculo de los parámetros de servicio técnico. Es por ello que el diseño de este segundo módulo estará basado en un libro *Excel* en el que se implementarán macros que permitan el tratamiento de la información. Esto hace posible que el sistema

goce de una gran consistencia ya que el primer módulo exporta la información en hojas de *Excel* que pueden ser fácilmente importadas en este módulo.

2.2.2.1. Parámetros a monitorizar

Durante todo este documento se está haciendo referencia a parámetros de servicio técnico pero en ningún momento se han mencionado cuáles son. En este apartado se definirán los distintos parámetros que se desean calcular y cómo ha de realizarse dicho cálculo. Para ello, se hará una clasificación de los parámetros en tres grupos distintos: parámetros asociados a un aviso, mensuales y semestrales.

a) Parámetros asociados a un aviso

En este grupo se encuentran los parámetros que se calculan para cada uno de los avisos que se producen. Así, dentro de este grupo tenemos cuatro grandes categorías: los tiempos de respuesta, las duraciones, la ejecución y la disponibilidad.

Tiempos de respuesta

Los tiempos de respuesta hacen referencia al tiempo que tarda el servicio técnico en iniciar una operación determinada respecto a una operación anterior. Así, se definen tres tiempos de respuesta a monitorizar.

- **Tiempo de respuesta remota (TRR)**, definido como el tiempo que transcurre desde que se recibe el aviso hasta que comienza el servicio remoto.
- **Tiempo de respuesta presencial desde el aviso (TRPA)**, definido como el tiempo que transcurre desde que se recibe el aviso hasta que un técnico cualificado acude al centro médico para solucionar el problema.
- **Tiempo de respuesta presencial desde el remoto (TRPR)**, definido como el tiempo que transcurre desde que termina el soporte remoto hasta que un técnico cualificado acude al centro médico para solucionar el problema.

En el cálculo de estos tres parámetros ha de tenerse en cuenta el horario de prestación de servicio, la categoría de las actuaciones (generales, críticas o especiales) y la prioridad del aviso. Estos tres parámetros no serán calculados si la prioridad del aviso es 5 (planificado) ya que no tiene sentido calcular un tiempo de respuesta cuando planificas una operación con el cliente, ya que estos serían muy elevados.

Duraciones

La duración se refiere al tiempo que se utiliza para realizar determinada operación o actividad. El sistema calculará las siguientes duraciones:

- **Duración del remoto**, definida como el tiempo que transcurre desde que comienza hasta que finaliza el soporte remoto.
- **Duración de la reparación**. Este parámetro será calculado de forma diferente en función de la prioridad del aviso. Si la prioridad del aviso es 1 o 2, la duración de

la reparación será calculada como el tiempo transcurrido desde que se recibe el aviso hasta que se realiza la última operación de mantenimiento correctivo (último CMAI). Por el contrario, si la prioridad es 3, 4 o 5, la duración de la reparación se calculará como la suma de todas las operaciones de mantenimiento correctivo que se hayan realizado en la actividad.

- **Duración total.** Al igual que la duración anterior, varía la forma de calcularse en función de la prioridad del aviso. Si la prioridad es distinta a 5, la duración total se define como el tiempo transcurrido desde que se recibe el aviso hasta que se produce la última operación de mantenimiento correctivo. Por el contrario, si la prioridad del aviso es 5, la duración total será calculada de igual modo que la duración de la reparación de ese mismo aviso. Esto es debido a que, al estar planificado, puede transcurrir un intervalo de tiempo muy elevado desde que se recibe el aviso hasta que se producen las operaciones de mantenimiento correctivo, produciendo que se desvirtúen los datos al existir la posibilidad de que haya duraciones totales muy elevadas.

Del mismo modo que en los tiempos de reparación, para el cálculo de estas duraciones deben tenerse en cuenta el horario de prestación de servicio, la categoría de las actuaciones y la prioridad de los avisos.

Ejecución

La ejecución es un parámetro que se utiliza para conocer el estado en el que se encuentra un aviso en un momento determinado. Así, se definen cuatro niveles de ejecución:

- **Actual abierto (1).** El aviso se encuentra abierto en el semestre actual en el que se está monitorizando el equipo.
- **Actual cerrado (2).** El aviso es cerrado en el mismo semestre en el que ha sido abierto.
- **Previo abierto (3).** El aviso se encuentra abierto en un semestre posterior al que fue abierto.
- **Previo cerrado (4).** El aviso es cerrado en un semestre posterior al que fue abierto.

El concepto de la ejecución puede resultar algo complicado de entender. Por ello, se presenta el siguiente ejemplo que clarifique su significado. Supóngase que el semestre que se está monitorizando para un equipo determinado comprende los meses de abril a septiembre.

- Si un aviso se abre el 13 de mayo y se cierra el día 17 de ese mismo mes, la ejecución en los días comprendidos entre el 13 y el 17 de mayo será actual abierto. Una vez que el día 17 se cierra el aviso, la ejecución pasa a ser actual cerrado.
- Por el contrario, supóngase que se recibe un aviso el 28 de septiembre y se cierra el 4 de octubre. Durante los días 28, 29 y 30 de septiembre, la ejecución del aviso será actual abierto. El día 1 de octubre, al producirse un cambio de semestre, la

ejecución pasa a ser previo abierto, ya que el aviso se abrió en el semestre anterior. Por último, el día 4 de octubre la ejecución pasa a ser previo cerrado.

Idealmente, todos los avisos deberían tener ejecución 1 una vez ha sido finalizado el trabajo. Sin embargo, esto no siempre ocurre y se presentan dos vías de ejecución en los avisos, ya mostradas en el ejemplo anterior.

- Actual abierto – Actual cerrado
- Actual abierto – Previo abierto – Previo cerrado

Disponibilidad

La disponibilidad es sin ninguna duda el parámetro más importante de todos los que se deben monitorizar ya que engloba toda la actividad del servicio técnico. La disponibilidad es un parámetro porcentual que mide la operatividad/disponibilidad del equipamiento puesto a disposición del cliente. Esta es definida por la siguiente ecuación:

$$D = \frac{H_d}{H_p - H_{mp} - H_a} \times 100$$

Dónde:

- H_p : horas reales del mes al que pertenece el aviso. Serán 24 horas al día y 7 días a la semana, independientemente de la programación de la actividad y de sus operaciones.
- H_{mp} : horas de mantenimiento preventivo realizadas en el mes al que pertenece el aviso.
- H_a : horas de actualizaciones del equipo que se haya realizado en el mes al que pertenece el aviso.
- H_d : horas en las que el equipo está disponible.

$$H_d = H_p - H_{mp} - H_a - H_{mc}$$

- H_{mc} : horas de mantenimiento correctivo producidas dentro del horario de prestación de servicio. Las horas de mantenimiento correctivo serán calculadas de forma diferente en función de la prioridad que posea el aviso. Así, se tomarán como horas de mantenimiento correctivo de un aviso con prioridad 1 y 2 la duración total del mismo. Por otro lado, si el aviso posee prioridad 3, 4, o 5, se tomará la duración de la reparación como las horas de mantenimiento correctivo.

A la hora de calcular las horas de mantenimiento correctivo hay que tener en cuenta que estas son acumulativas, es decir, deben acumularse las horas de mantenimientos correctivos producidas en avisos anteriores de ese mismo mes para un equipo determinado, es decir, un aviso al abrirse tendrá la disponibilidad que posea el último aviso producido en ese equipo en ese mismo mes.

b) Parámetros mensuales

Los parámetros mensuales serán calculados todos los meses para cada uno de los equipos que se deseen monitorizar. En este sentido, se deben monitorizar parámetros de duración y la disponibilidad mensual de cada equipo.

Duraciones

- **Horas de mantenimiento correctivo** que se producen en un equipo, definidas como el sumatorio de mantenimientos correctivos producidos en todos los avisos que haya tenido un equipo durante el mes a monitorizar, utilizando los mismos criterios de cálculo en función de la prioridad expuestos en la disponibilidad asociada a un aviso.
- **Horas de mantenimiento preventivo** realizadas en un equipo, definidas como el sumatorio de mantenimientos preventivos producidos durante el mes a monitorizar.
- **Horas de actualizaciones** realizadas en un equipo, definidas como el sumatorio de tiempos de actualización que se han producido en un equipo en el mes a monitorizar.
- **Tiempo de parada.** Este parámetro se define como el sumatorio de mantenimientos correctivos producidos en avisos con un nivel de prioridad 1 o 2. Este parámetro permite conocer el tiempo de reparación de las averías con un nivel alto de urgencia.

Disponibilidad mensual

De igual modo que se realiza para cada uno de los avisos, se calculará la disponibilidad mensual de cada uno de los equipos utilizando la siguiente ecuación:

$$D = \frac{H_d}{H_p - H_{mp} - H_a} \times 100$$

Dónde:

- H_p : horas reales del mes a monitorizar. Serán 24 horas al día y 7 días a la semana.
- H_{mp} : horas de mantenimiento preventivo realizadas en el equipo en el mes a monitorizar.
- H_a : horas de actualizaciones del equipo que se hayan realizado en el mes a monitorizar.
- H_d : horas en las que el equipo está disponible durante el mes a monitorizar.

$$H_d = H_p - H_{mp} - H_a - H_{mc}$$

- H_{mc} : horas de mantenimiento correctivo realizadas en el equipo en el mes a monitorizar calculadas con los mismos criterios ya mencionados con anterioridad.

c) Parámetros semestrales

Los parámetros semestrales a calcular son los mismos que se calcularán mensualmente, a excepción del tiempo de parada. Así, deberán calcularse las horas de mantenimiento correctivo, preventivo, actualizaciones y la disponibilidad del equipo en el semestre a monitorizar, utilizando los mismos criterios.

2.2.2.2. Estructura del módulo

Definidos todos los parámetros que deben ser calculados, es el momento de diseñar la estructura del libro *Excel* donde se mostrarán todos los resultados que genere el sistema. Analizando los distintos parámetros y datos de los que parte este módulo se plantea un libro con la estructura que se presenta a continuación.

a) *SalesForce* y *SAP*

En primer lugar se dispondrá de dos hojas donde se añadirán los ficheros exportados por el primer módulo. El administrador del sistema deberá importar de forma manual esta información. Al igual que en el módulo anterior, se planteó la posibilidad de enlazar el primer y segundo módulo de manera que la descarga de información y la importación de los datos en este módulo se hiciese de forma automática. Del mismo modo, esta posibilidad fue descartada debido a su complejidad.

b) Base Instalada

En esta hoja se almacenará información relativa de los equipos que se desea que el sistema monitorice. Será una hoja estática que el sistema utilizará únicamente para obtener datos. Incluirá información relativa a los equipo, como el modelo o localización, inicio y fin de los semestres en los que se debe monitorizar, etc.

c) Avisos

En la pestaña de avisos se mostrarán todas las incidencias que el servicio técnico reciba de sus clientes. En esta hoja se incluirán todos los parámetros asociados a avisos explicados en el apartado anterior (tiempos de respuesta, duración y disponibilidad).

Así, se plantea un diseño en el que cada uno de los avisos se encuentre en una fila distinta de la hoja. Por ello, cuando el sistema recibe información actualizada sobre un aviso debe ser capaz de localizar su posición y actualizar los datos. En el caso de que este no exista, deberá añadir una nueva línea con la información calculada.

Además, con el objetivo de facilitar el control de los avisos al administrador, se implementará un sistema de alarma basado en colores que advierta a este de parámetros delicados, como disponibilidades bajas de un equipo o avisos con prioridades urgentes.

d) Calendario

En esta pestaña se añadirán todas las operaciones presenciales que realice el servicio técnico, ya sean mantenimientos correctivos, preventivos, instalaciones de equipos, etc. En esta hoja deberá aparecer la duración de todas las operaciones.

Del mismo modo que en la pestaña de avisos, se plantea un diseño en el que cada operación se localice en una fila distinta, las cuales el sistema debe ser capaz de localizar para realizar actualizaciones de información.

e) Disponibilidad mensual

Como ya se ha mencionado, el parámetro más importante que se desea monitorizar es la disponibilidad. En esta pestaña se encontrarán todos los datos relativos a las disponibilidades mensuales de los equipos, así como todos los tiempos y duraciones mencionados en el apartado anterior (tiempos de mantenimientos correctivos, preventivos, etc.).

En esta hoja, cada mes aparecerán todos los equipos a monitorizar con todos sus parámetros, los cuáles irán actualizándose a medida que se vayan produciendo avisos y nuevas actividades.

f) Disponibilidad semestral

Del mismo modo que se monitoriza la disponibilidad mensual de los equipos, en esta pestaña se encontrarán los datos relativos a la disponibilidad semestral de los mismos, así como las duraciones indicadas en el apartado anterior. Esta pestaña tendrá una estructura similar a la de Disponibilidad mensual, en la que al comenzar un nuevo mes se añadirá la información de los equipos que inicien su semestre de monitorización en ese mes.

g) Desglose de avisos

En todo momento se hace referencia a avisos o actividades que pertenecen a un determinado mes o semestre. Sin embargo, puede darse la situación de que una actividad tenga operaciones en meses o semestres distintos. En este caso, el sistema ha de ser capaz de identificar qué operaciones pertenecen a cada uno para hacer un correcto cálculo de la disponibilidad mensual y semestral. Así mismo, cuando se calculen las horas de mantenimientos o actualizaciones, el sistema debe ser capaz de identificar de forma correcta estos cambios de meses y semestres. Para solucionar este problema, se creará una hoja en la que aparecerán todos los avisos que tengan operaciones en meses distintos desglosando los parámetros de los avisos en función del mes al que pertenezcan.

h) Informe

En la presentación de este documento se define que uno de los objetivos de este sistema es el de ayudar al administrador a la realización de informes acerca de la calidad del servicio técnico proporcionado. De este modo, en esta última pestaña se unificará

toda la información relevante calculada en el resto de hojas de modo que el administrador pueda analizar de forma rápida y sencilla los datos deseados.

2.2.2.3. Procesamiento y flujo de datos

Tras establecer la estructura del módulo, el siguiente paso es determinar cómo se realizarán los cálculos. Así, se diseña un módulo en tres niveles de procesamiento que se realizarán de forma secuencial: un procesamiento inicial, un procesamiento intermedio y un procesamiento final.

- a) **Procesamiento inicial.** En primer lugar, se realizarán los cálculos de las hojas Avisos y Calendario, es decir, se cargará la información relativa a cada uno de los avisos y la información de todas las operaciones que se producen utilizando los datos descargados de *SalesForce* y *SAP*, así como la información que se encuentra en la pestaña Base Instalada.
- b) **Procesamiento intermedio.** En segundo lugar, a partir de los datos de las pestañas Avisos y Calendario e ignorando las pestañas *SalesForce*, *SAP* y Base Instalada, se calculará la información de las pestañas Desglose de avisos y Disponibilidad mensual.
- c) **Procesamiento final.** Por último, una vez calculada toda la información en cada una de las pestañas, esta se unificará en la pestaña de Informe.

Se puede observar que en este procesamiento no se incluyen los cálculos de la pestaña Disponibilidad semestral. Debido a la poca periodicidad en la que estos datos deben ser calculados, se decide realizar este procesamiento de forma independiente a los anteriores.

Basándose en estos niveles de procesamiento, se establece el siguiente flujo de datos entre las diferentes pestañas.

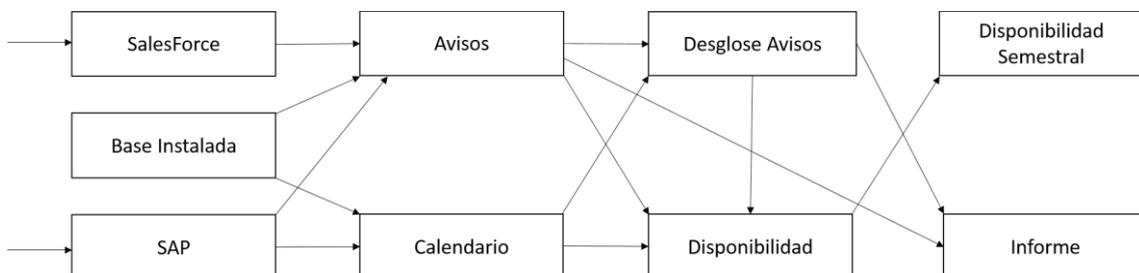


Figura 2. Flujo de datos del módulo de procesamiento

2.2.2.4. Corrección de parámetros

En la presentación de este Trabajo Fin de Grado se expone la necesidad de supervisión continua por parte del administrador de los cálculos realizados y los datos obtenidos. Esto es debido a la cantidad de factores externos al sistema que pueden causar un cálculo erróneo de los parámetros de servicio técnico. Generalmente, la principal causa del mal cálculo de los parámetros es la presencia de información errónea en *SalesForce* o *SAP* debido a algún error informático o a un error de reporte de operaciones por fallo humano.

En base a lo anterior, el sistema permitirá al administrador modificar cualquier dato erróneo, recalculando todos los parámetros. Este recálculo es necesario ya que las modificaciones realizadas podrían influir en los valores de otros parámetros, como la disponibilidad.

Sin embargo, ante esta situación se presenta un problema. Si el administrador realiza una modificación de un parámetro y posteriormente se hace una recarga de información procedente de *SAP* y *SalesForce*, estas modificaciones serán sobrescritas. Por ello, se plantea una herramienta de bloqueo de avisos que permita indicarle al sistema qué parámetros no debe sobrescribir en estas situaciones. En base a esto, se definen cuatro tipos de bloqueos:

- **Bloqueo total de un aviso.** En determinadas ocasiones se producen avisos cuyas operaciones no deben ser utilizadas a la hora de calcular parámetros mensuales, como la disponibilidad mensual de un equipo. Así, debe existir la posibilidad de bloquear avisos para que el sistema no los utilice a la hora de realizar estos cálculos.
- **Bloqueo de duraciones.** Cuando se produce un fallo de reporte de operaciones por parte de un técnico, es necesario modificar las duraciones o tiempos de respuesta de algún aviso. Por ello el sistema no debe sobrescribir estas modificaciones de los parámetros temporales, pero sí utilizarlos a la hora de realizar el resto de cálculos.
- **Bloqueo de prioridad.** Cuando se recibe un aviso, el cliente puede indicar que un equipo está parado, abriéndose con un nivel de urgencia elevado. Sin embargo, cuando un técnico cualificado realiza un diagnóstico de este, puede identificar que la avería no tiene tal prioridad. También puede producirse el caso contrario. Así, es necesario bloquear la prioridad de los avisos una vez es modificada de forma manual ya que esta influye en la forma de calcular otros parámetros.
- **Bloqueo de referencia.** Por último, en ciertas ocasiones se producen reportes de operaciones en un equipo que no corresponde al intervenido, provocando un cálculo erróneo de todos sus parámetros. Por ello, el sistema permitirá bloquear la referencia de los equipos asociados a determinado aviso para corregir este fallo.

2.2.2.5. Protección frente a errores

Como se comenta en el punto anterior, el administrador podrá modificar cualquier parámetro de forma manual, lo cual puede producir alguna modificación involuntaria en cualquier momento. Por ello, es necesario que el módulo implemente un sistema de protección frente a errores que compruebe que la información mostrada entre las diferentes pestañas sea consistente. Así, el módulo comprobará que los tiempos y duraciones son coherentes entre todas las pestañas, avisando al administrador del sistema de cualquier incongruencia que se detecte.

2.2.2.6. Funcionalidad del módulo

En este punto del diseño, únicamente faltaría por definir cómo el administrador interaccionará con el sistema para que se realicen todos los cálculos deseados. Una vez importada la información obtenida en el primer módulo, el administrador dispondrá de un cuadro de mandos (una nueva hoja de *Excel*) con distintos botones que permitan realizar los distintos cálculos. Analizando las funcionalidades que tendrá el sistema se diseña un cuadro de mandos con cuatro botones.

- **Cargar datos.** Con este botón, el sistema procederá a procesar la información importada del primer módulo, realizando la carga y cálculo de todos los parámetros.
- **Recalcular información.** Anteriormente se ha indicado que el administrador podrá modificar cualquier parámetro o bloquear avisos. Por ello, se requiere de un botón que recalculé los parámetros del sistema con los nuevos datos introducidos.
- **Colorear información.** Los avisos con prioridades altas y las disponibilidades que se encuentren por debajo de los umbrales establecidos aparecerán en un color específico, tal y como se indicó en el diseño de la estructura del módulo. De este modo, se implementará un botón que permita al usuario colorear automáticamente todos los campos cuando haya introducido modificaciones manuales de algún dato.
- **Calcular disponibilidad semestral.** En apartados anteriores se justificó que el cálculo de los parámetros semestrales se realizaría de manera independiente al resto de cálculos, es por ello la necesidad de que el administrador disponga de un botón que realice esta función.

2.2.3. Módulo de visualización

Este último módulo de visualización consiste en un portal web en el cual el usuario del sistema (cliente de *Philips HealthTech*) accederá para visualizar todos los parámetros calculados en el módulo anterior.

En este documento no se tratará el diseño ni la implementación de este módulo ya que no entra dentro de los objetivos de este Trabajo Fin de Grado. Además, este módulo no ha sido diseñado ni implementado por la empresa *Philips HealthTech*, sino que este trabajo ha sido encargado a un tercero.

Debido a esto, a la hora de diseñar los módulos anteriores ha sido necesario el contacto directo y constante con los encargados del diseño de este módulo de visualización con el objetivo de optimizar la consistencia final del sistema.

A modo de resumen, el portal web será elaborado con el software *Qlikview*, al cual permite importar los datos a la web directamente desde un servidor donde será almacenado el módulo de procesamiento del sistema.

2.3. Implementación del sistema

Una vez que se ha realizado el análisis y diseño del sistema y una primera aproximación de lo que se espera cumplir con el, llega el momento de plantear cómo llevar a cabo el proyecto, a partir de las tecnologías y herramientas mencionadas en el primer capítulo de este documento.

De igual manera que el diseño del sistema se ha dividido en diferentes módulos, este apartado de implementación será tratado del mismo modo (teniendo en cuenta que la implementación del módulo de visualización no se llevará a cabo dentro de este Trabajo Fin de Grado).

2.3.1. Módulo de extracción

La implementación de este módulo no es especialmente laboriosa ya que se utilizarán las herramientas que proporcionan *SalesForce* y *SAP*. De esta manera, únicamente es necesario implementar las *queries* (llamadas) en *SalesForce* que permitan obtener la información de los equipos que se deseen monitorizar. En *SAP* no es necesario implementar ninguna *query* ya que el filtrado es realizado por el administrador al introducir las *services work orders* de las que desea obtener los datos.

Las *queries* en *SalesForce* se realizan creando *Reports*, herramienta que la plataforma proporciona para realizar estas llamadas. Así, en este *Report* se introducirán los siguientes criterios de búsqueda, tal y como se muestra en la *Figura 3*.

- **Número de identificación del equipo (*equipment number*)**. Se añadirán todos los *equipments* de los equipos a monitorizar, indicándole a la plataforma que seleccione todas las actividades relacionadas con estos equipos.
- **Número de identificación de la operación (*operation number*)**, indicando que este valor sea igual a “0010”. Como se explicó en apartados anteriores, la primera operación de una actividad siempre tiene este código, por ello, únicamente nos interesan obtener las actividades con dicho valor, ya que el resto de operaciones serán obtenidas de *SAP*.
- **Descripción**. Se añadirá un campo que indique que la descripción de la actividad no contenga los valores de “Facturas” o “Ventas”, ya que estos casos no le interesan al sistema.

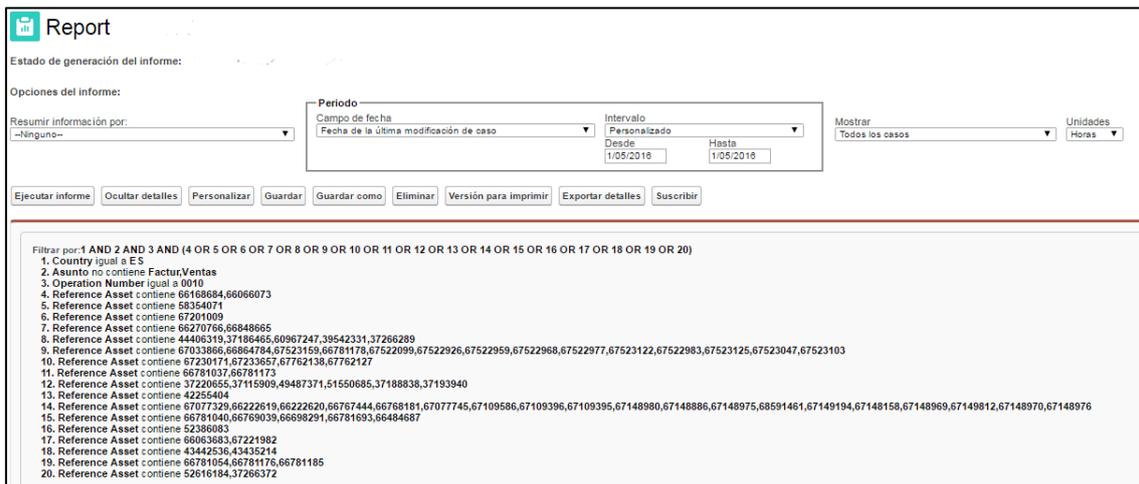


Figura 3. Report de *SalesForce*

Creando este *Report* e indicando que se muestren los campos mencionados en el diseño de este módulo, se obtendrá un fichero similar al mostrado en la *Figura 4*.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Account Name	Account Shipping City	Product Name	Case Number	Subject	SAP SWO	Operation Number	Date/Time Opened	Start Time
2	Hospital RM-	Provincia RM-7	Ingenia 3.0T	0107212263	Fundidas luces gantry	00004460866	0010	23/05/2016 16:22	23/05/2016 16:28
3	Hospital RX-3	Provincia RX-3	DigitalDiagnost 4.1 Flex /	0106880208	MP	00004431720	0010	03/11/2016 16:43	03/11/2016 16:45
4	Hospital TC-	Provincia TC-12	Ingeniuty CT	0106340440	Fallan frenos del	00004383714	0010	19/11/2015 18:09	19/11/2015 18:11

	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
Created Alias	Case Owner	Labor: Record Type	Onsite Labor Flag	Labor Activity Code	Duration (hours)	Closed	Priority	Event Type	Reference Asset	
C	Q	Labor - Remote	1	TESU	0.10	1	5-Scheduled Activity	Corrective Maintenance	66781037	
iuser	integration	Labor - Onsite	1	PMAI		1	5-Scheduled Activity	Preventative	66768181	
B	E	Labor - Onsite	1	CMAI		1	5-Scheduled Activity	Corrective Maintenance	66781693	

Figura 4. Fichero exportado de *SalesForce*

El siguiente paso consiste en obtener las operaciones de cada una de estas actividades en SAP. Esto no requiere ningún tipo de implementación, simplemente indicar los datos que se desean descargar. Así, el administrador del sistema introducirá las SWOs anteriores en la plataforma (Figura 5), obteniendo otro fichero con la información deseada (Figura 6).

Display Confirmations									
Order	Completion confirmation	Subtotal							
Order	Oper./Act.	Ac.	Name of employee	Actual start	Act. start	Act.finish	Σ Act. wo...	Unit work (actual)	Equipment
43837143	0020	TRAV		23.11.2015	14:00:00	14:30:00	0,500	H	66781693
43837143	0020	CMAI		23.11.2015	14:30:00	18:00:00	3,500	H	66781693
43837143	0020	TRVL		23.11.2015	18:00:00	18:30:00	0,500	H	66781693
43837143	0010	CMAI		23.11.2015	15:30:00	18:30:00	3,000	H	66781693
43837143	0010	TRAV		23.11.2015	18:30:00	20:30:00	2,000	H	66781693
44608661	0010	TESU		23.05.2016	16:28:00	16:34:00	0,100	H	66781037
44608661	0020	WAIT		26.05.2016	14:30:00	15:00:00	0,500	H	66781037
44608661	0020	RPCL		26.05.2016	15:00:00	15:30:00	0,500	H	66781037
							= 10,600	H	

Figura 5. Operaciones de las SWOs en SAP

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Order	OpAc	AcTyAct	Name of employee	Act. start	Act.start	Act.finish	Act. work	Un. WkAct	Equipment
2	44608661	10	TESU	K	23.05.2016	16:28:00	16:34:00	0,1	H	66781037
3	44608661	20	WAIT	J	26.05.2016	14:30:00	15:00:00	0,5	H	66781037
4	44608661	20	RPCL	J	26.05.2016	15:00:00	15:30:00	0,5	H	66781037
5	43837143	20	TRAV	F	23.11.2015	14:00:00	14:30:00	0,5	H	66781693
6	43837143	20	CMAI	F	23.11.2015	14:30:00	18:00:00	3,5	H	66781693
7	43837143	20	TRVL	F	23.11.2015	18:00:00	18:30:00	0,5	H	66781693
8	43837143	10	CMAI	A	23.11.2015	15:30:00	18:30:00	3	H	66781693
9	43837143	10	TRAV	A	23.11.2015	18:30:00	20:30:00	2	H	66781693

Figura 6. Fichero exportado de SAP

Los datos obtenidos en estos dos ficheros son suficientes para realizar el cálculo de todos los parámetros en el siguiente módulo.

2.3.2. Módulo de procesamiento

Para la implementación de este módulo, en primer lugar se hace necesario diseñar la estructura de las pestañas y los distintos campos que habrá en cada una de ellas. Posteriormente, se desarrollará el código en función de este diseño. Así, en este apartado se mostrará cómo ha sido desarrollado todo el diseño de pestañas planteado y cómo ha sido estructurado el código del módulo.

2.3.2.1. Implementación de las pestañas

a) **SalesForce y SAP**

Estas dos primeras hojas no presentan implementación ninguna, simplemente serán dos pestañas vacías donde se copiarán los ficheros exportados por el módulo anterior (Figura 4 y Figura 6).

b) **Base Instalada**

Esta pestaña es una hoja estática que contiene información relativa a los equipos a monitorizar, como su localización o semestres en los que deben ser monitorizados.

	A	B	D	J	K	M	N	S	U	V	W	X	AC
	Referencia	Provincia	Hospital / Centro Asistencial	Modalidad	Equipo / Componente	Fabricante	Cód. Fabricante	Criticidad	Fecha Inicio	Fecha Fin	Fin S1	Fin S2	Fecha
2	RM-7	Provincia RM-7	Hospital RM-7	RM	Ingenia 3 T	PHILIPS	66781037	1	01/11/2015	31/10/2023	4	10	30/10/2015
3	RX-3	Provincia RX-3	Hospital RX-3	RX	DigitalDiagnost 1 Detector	PHILIPS	66768181	1	01/11/2015	31/10/2023	4	10	29/09/2015
4	TC-12	Provincia TC-12	Centro Asistencial TC-12	TC	Ingenuity 128	PHILIPS	66781693	1	01/11/2015	31/10/2023	5	11	13/11/2015

Figura 7. Pestaña Base Instalada

- El campo Cód. Fabricante corresponde al *equipment number* del equipo.
- El campo Criticidad corresponde a la categoría de las actuaciones de las cuales se hace mención en la presentación de este documento. La criticidad ha sido definida con los valores 0 y 1, correspondiendo el valor 0 a actuaciones generales y el valor 1 a actuaciones críticas.
- Fecha Inicio y Fecha Fin hacen referencia al intervalo de tiempo en el que el equipo se encuentra bajo un contrato de mantenimiento. A efectos prácticos, estas fechas indican el período en el que los equipos deben ser monitorizados.
- Los campos Fin S1 y Fin S2 corresponden a los meses en los que finalizan los semestres en los que deben ser monitorizados los equipos dentro de las fechas establecidas.
- Por último, el campo Fecha indica cuándo se pone el equipo a disposición del cliente.

Es importante tener en cuenta que la monitorización de los equipos debe comenzar a partir del mes siguiente en el que el equipo se pone a disposición del cliente, siempre y cuando este se encuentre dentro del periodo de monitorización. Si no es así, la monitorización comenzará a partir del inicio de este período.

c) **Avisos**

En esta pestaña se añaden todos los datos relacionados con los avisos que se producen. En cada una de las filas se irá añadiendo un aviso distinto, las cuales irán actualizándose a medida que se vayan cargando datos procedentes del primer módulo del sistema.

1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
1	Provincia	Hospital/Centro Asistencial	Modalidad	Equipo	Fabricante	Código Fabricante	Referencia	Estado	Tipo Aviso	Atención	Nivel Urgencia	Código Aviso	Código Inspección									
26	Provincia RM-7	Hospital RM-7	RM	Ingenia 3 T	PHILIPS	66781037	RM-7	Planificado	Mantenimiento Correctivo	1	5	106538710	4401249									
27	Provincia TC-12	Centro Asistencial TC-12	TC	Ingeniuty 128	PHILIPS	66781693	TC-12	Planificado	Mantenimiento Correctivo	1	5	106543501	4402340									
28	Provincia RM-7	Hospital RM-7	RM	Ingenia 3 T	PHILIPS	66781037	RM-7	Planificado	Mantenimiento Correctivo	1	5	106544759	4402353									
29	Provincia RM-7	Hospital RM-7	RM	Ingenia 3 T	PHILIPS	66781037	RM-7	Parado	Mantenimiento Correctivo	1	2	106554613	4403105									
30	Provincia TC-12	Centro Asistencial TC-12	TC	Ingeniuty 128	PHILIPS	66781693	TC-12	Planificado	Mantenimiento Correctivo	1	5	106556447	4403456									
31	Provincia RM-7	Hospital RM-7	RM	Ingenia 3 T	PHILIPS	66781037	RM-7	Planificado	Mantenimiento Correctivo	1	5	106596302	4412439									
32	Provincia RM-7	Hospital RM-7	RM	Ingenia 3 T	PHILIPS	66781037	RM-7	Parado	Mantenimiento Correctivo	1	2	106624731	44094783									
33	Provincia RM-7	Hospital RM-7	RM	Ingenia 3 T	PHILIPS	66781037	RM-7	Planificado	Mantenimiento Correctivo	1	5	106626768	44096191									
34	Provincia RM-7	Hospital RM-7	RM	Ingenia 3 T	PHILIPS	66781037	RM-7	Planificado	Mantenimiento Correctivo	1	5	106638130	44105738									
35	Provincia RM-7	Hospital RM-7	RM	Ingenia 3 T	PHILIPS	66781037	RM-7	Intermitente	Mantenimiento Correctivo	1	4	106647175	44114751									
36	Provincia RM-7	Hospital RM-7	RM	Ingenia 3 T	PHILIPS	66781037	RM-7	Intermitente	Mantenimiento Correctivo	1	4	106653663	44124359									
37	Provincia RM-7	Hospital RM-7	RM	Ingenia 3 T	PHILIPS	66781037	RM-7	Planificado	Mantenimiento Correctivo	1	5	106661346	44127140									
38	Provincia RM-7	Hospital RM-7	RM	Ingenia 3 T	PHILIPS	66781037	RM-7	Intermitente	Mantenimiento Correctivo	1	4	106687904	44149481									
39	Provincia TC-12	Centro Asistencial TC-12	TC	Ingeniuty 128	PHILIPS	66781693	TC-12	Planificado	Mantenimiento Correctivo	1	5	106714943	44172927									
40	Provincia TC-12	Centro Asistencial TC-12	TC	Ingeniuty 128	PHILIPS	66781693	TC-12	Restringido	Mantenimiento Correctivo	1	3	106720082	44182314									
41	Provincia RM-7	Hospital RM-7	RM	Ingenia 3 T	PHILIPS	66781037	RM-7	Restringido	Mantenimiento Correctivo	1	3	106720486	44177982									
42	Provincia RM-7	Hospital RM-7	RM	Ingenia 3 T	PHILIPS	66781037	RM-7	Planificado	Mantenimiento Correctivo	1	5	106728916	44221735									
43	Provincia RM-7	Hospital RM-7	RM	Ingenia 3 T	PHILIPS	66781037	RM-7	Planificado	Mantenimiento Correctivo	1	5	106741139	44196311									
44	Provincia RM-7	Hospital RM-7	RM	Ingenia 3 T	PHILIPS	66781037	RM-7	Restringido	Mantenimiento Correctivo	1	3	106760574	44218512									
45	Provincia RX-3	Hospital RX-3	RX	Digital/Diagnost 1 Detector	PHILIPS	66781811	RX-3	Planificado	Mantenimiento Correctivo	1	5	106768096	44218830									
46	Provincia TC-12	Centro Asistencial TC-12	TC	Ingeniuty 128	PHILIPS	66781693	TC-12	Planificado	Mantenimiento Correctivo	1	5	106771517	44221880									
47	Provincia TC-12	Centro Asistencial TC-12	TC	Ingeniuty 128	PHILIPS	66781693	TC-12	Planificado	Mantenimiento Correctivo	1	5	106771944	44222050									
48	Provincia RX-3	Hospital RX-3	RX	Digital/Diagnost 1 Detector	PHILIPS	66781811	RX-3	Intermitente	Mantenimiento Correctivo	1	4	106772248	4422415									
49	Provincia RM-7	Hospital RM-7	RM	Ingenia 3 T	PHILIPS	66781037	RM-7	Intermitente	Mantenimiento Correctivo	1	4	106777198	44226657									
50	Provincia TC-12	Centro Asistencial TC-12	TC	Ingeniuty 128	PHILIPS	66781693	TC-12	Restringido	Mantenimiento Correctivo	1	3	106797118	44264953									
51	Provincia RX-3	Hospital RX-3	RX	Digital/Diagnost 1 Detector	PHILIPS	66781811	RX-3	Parado	Mantenimiento Correctivo	1	2	106822521	44267618									
52	Provincia RM-7	Hospital RM-7	RM	Ingenia 3 T	PHILIPS	66781037	RM-7	Planificado	Mantenimiento Correctivo	1	5	106830977	44273938									
53	Provincia RM-7	Hospital RM-7	RM	Ingenia 3 T	PHILIPS	66781037	RM-7	Restringido	Mantenimiento Correctivo	1	3	106835653	44277992									

Figura 8. Pestaña Avisos (I)

- Los campos Estado y Nivel Urgencia corresponden a la prioridad del aviso, presentando la descripción y el código numérico de la prioridad, respectivamente.
- El campo Atención indica si el aviso ha sido recibido por el servicio técnico, en cuyo caso aparecerá el valor 1. En caso contrario, se mostrará el valor 0.
- Los campos Código Aviso y Código Inspección corresponden al *case number* y a la *service work order* del aviso, respectivamente.

1	W	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AL	AM	AN
1	Descripción	Fecha Apertura	Hora Apertura	Receptor Aviso	Fecha Remoto	Hora Remoto	Duración Remoto	Técnico Remoto	Tempo R. R.	Fecha Visita	Hora Visita	Tempo R. P. A.
27	Problemas con la antena de cráneo	29-12-15	14:29:00	B	29-12-15	14:30:00	0.25	Q		29-12-15	16:15:00	
28	Asistencia en el control de calidad semanal	30-12-15	11:54:00	C								
29	Se bloquea	30-12-15	15:40:00	B						30-12-15	13:30:00	
30	Problemas con el cerrado de la puerta	04-01-16	8:22:00	A	04-01-16	8:24:00	0.15	R	2	04-01-16	9:15:00	0.88
31	Problemas al reconstruir y ruido en la mesa	04-01-16	14:34:00	C	04-01-16	14:35:00	0.17	R				
32	AE Ceiling LEDs still doesn't work	12-01-16	13:17:00	B	12-01-16	13:17:00	0.2	R				
33	Fallo de espectrometro	18-01-16	8:10:00	A						18-01-16	8:45:00	0.58
34	Problema de comunicación con AIBO	18-01-16	24:04:00	A						19-01-16	17:30:00	
35	DVD desactivado	20-01-16	10:27:00	A	20-01-16	10:32:00	0.5	E		21-01-16	14:30:00	
36	Errores varios	21-01-16	8:28:00	C	21-01-16	8:55:00	0.5	E	27	22-01-16	10:30:00	18.03
37	No carga secuencias	22-01-16	8:52:00	C	22-01-16	9:00:00	0.25	W	8			
38	Imagen degradada	25-01-16	9:41:00	C	25-01-16	10:03:00	0.5	W				
39	Errores varios	29-01-16	14:59:00	A	29-01-16	15:02:00	0.1	R	3			
40	Actualización de Portal	04-02-16	17:09:00	A						04-02-16	10:00:00	
41	Error calentamiento del tubo	05-02-16	12:30:00	A	05-02-16	12:30:00	1	R	0			
42	Falla arena de muñeca	05-02-16	14:03:00	B	05-02-16	14:05:00	0.5	W	3	05-02-16	16:00:00	1.97
43	Proactive Alert: AN8137 Amplifier High Voltage Power Supply Unit error	08-02-16	11:10:00	B	08-02-16	11:58:00	0.5	Q				
44	Revisión de errores varios	10-02-16	11:10:00	A						10-02-16	11:00:00	
45	Aborta reconstrucción	15-02-16	12:42:00	A	15-02-16	12:45:00	0.5	R	3			
46	se queda un estudio en la consola	16-02-16	18:56:00	C								
47	Falla reconstrucción RN	17-02-16	11:48:00	A	17-02-16	12:00:00	0.5	E		18-02-16	15:30:00	
48	Revisión de errores	17-02-16	12:59:00	B								
49	Artifacts y destellos en la imagen	17-02-16	14:30:00	C	17-02-16	14:38:00	0.25	Q	8	17-02-16	16:00:00	1.5
50	Error en una reconstrucción	18-02-16	10:52:00	A								
51	Modificar protocolos.	23-02-16	11:47:00	B	26-02-16	10:30:00	0.5	E	2803			
52	Fallo comunicación con detector	28-02-16	8:51:00	C	29-02-16	8:55:00	0.25	E	4	29-02-16	12:00:00	3.15
53	Configurar DICOM/DIR	01-03-16	15:43:00	A						03-03-16	11:00:00	
54	Se ha roto el conector de los cables	02-03-16	9:50:00	B	02-03-16	9:51:00	0.5	Q	1	02-03-16	9:50:10	0

Figura 9. Pestaña Avisos (II)

- La unidad de medida de todos los parámetros temporales es la hora, exceptuando el tiempo de respuesta remota, que se mide en minutos (debido a que el tiempo máximo de respuesta remota son 15 minutos, tal y como se muestra en la presentación del documento).

	AO	AP	AQ	AX	AY	AZ	BB	BE	BF
	Tiempo R. P. R.	Duración Reparación	Técnico Presencial	Fecha Cierre	Hora Cierre	Duración Total	Ejecución	Disponibilidad	Congelado
26		0	K	05-02-16	12:00:00	0	1	98,86	
27				30-12-15	13:30:00		1	100	
28			L	31-12-15	18:00:00		1	98,86	
29	0,85	2,75	J	05-01-16	10:45:00	26,38	1	96,44	t
30				07-01-16	11:30:00		1	100	
31		0		10-02-16	9:13:00	0	1	96,44	
32		0,75	J	18-01-16	9:30:00	1,33	1	96,26	
33		1	J	19-01-16	18:30:00	4	1	96,12	t
34			K	20-01-16	11:02:41		1	96,12	
35	17,58	4	J	10-02-16	20:30:00	492,03	1	95,58	
36				22-01-16	9:15:00	0,38	1	95,58	
37				26-01-16	16:45:00		1	95,58	
38				29-01-16	17:00:00	2,02	1	95,58	
39			K	09-02-16	15:30:00		1	100	
40				05-02-16	13:30:00	1	1	100	
41	1,92		L	05-02-16	14:35:32	0,56	1	100	
42				16-02-16	11:38:57		1	100	
43		7	K	10-02-16	16:00:00	7	1	98,98	
44				15-02-16	13:15:37	0,56	1	98,98	
45				16-02-16	19:30:00		1	100	
46		0,5	J	18-02-16	16:00:00	0,5	1	99,93	
47		0		17-03-16	17:00:00	0	1	99,93	
48	1,37		K	17-02-16	14:53:07	0,39	1	100	
49				18-02-16	16:00:00	5,13	1	98,98	
50				26-02-16	11:00:00	47,22	1	99,93	
51	3,08	0,5	L	29-02-16	13:00:00	4,15	1	99,4	
52			J	03-03-16	10:15:27		1	100	
53	0			02-03-16	21:29:27	11,66	1	100	

Figura 10. Pestaña Avisos (III)

En el diseño de este módulo se propone un sistema de bloqueo de avisos que permitiese al administrador del sistema modificar parámetros erróneos sin que esta información se vea posteriormente alterada. La implementación de esta utilidad se ha realizado utilizando una columna donde se indica el tipo de bloqueo que se desea realizar, los cuales se realizan con los siguientes códigos.

- Mediante una X se producirá un bloqueo total del aviso, el cual no se tendrá en cuenta al realizar los cálculos del resto de parámetros que dependan de este, como la disponibilidad mensual.
- Con una T se realizará el bloqueo de los parámetros temporales (tiempo de reparación y duración total) del aviso.
- La letra R indica un bloqueo de la referencia del equipo sobre el que se produce el aviso.
- Por último, la E indica el bloqueo del estado (prioridad) del aviso. Es necesario tener en cuenta que para realizar este bloqueo se debe modificar tanto el campo de Estado como el de Nivel Urgencia.

El sistema realiza el bloqueo de los avisos tanto si las letras se encuentran en mayúsculas o minúsculas. Además, permite realizar bloqueos múltiples haciendo cualquier tipo de combinación entre letras, siendo indiferente el orden en el que estas sean introducidas.

Por otro lado, la fila de un aviso con prioridad 1 o 2 aparece de un color diferente al resto. Del mismo modo, las disponibilidades inferiores al umbral establecido (97%) aparecen también destacadas en otro color a modo de alarma, tal y como se observa en la Figura 10.

d) Calendario

La pestaña Calendario tiene una estructura similar a Avisos. Del mismo modo, cada fila corresponde a una actividad distinta tal y como se observa en la *Figura 11*.

	A	B	I	J	K	L	M	O	P
	Provincia	Hospital / Centro Asistencial	Modalidad	Equipo	Fabricante	Código Fabricante	Referencia	Identificador	Actividad
47	Provincia TC-12	Centro Asistencial TC-12	TC	Ingenuity 128	PHILIPS	66781693	TC-12	24	RPCL
48	Provincia RM-7	Hospital RM-7	RM	Ingenia 3 T	PHILIPS	66781037	RM-7	26	Mantenimiento Preventivo
49	Provincia RM-7	Hospital RM-7	RM	Ingenia 3 T	PHILIPS	66781037	RM-7	27	RPCL
50	Provincia TC-12	Centro Asistencial TC-12	TC	Ingenuity 128	PHILIPS	66781693	TC-12	28	Mantenimiento Correctivo
51	Provincia TC-12	Centro Asistencial TC-12	TC	Ingenuity 128	PHILIPS	66781693	TC-12	29	Mantenimiento Correctivo
52	Provincia RX-3	Hospital RX-3	RX	DigitalDiagnost 1 Detector	PHILIPS	66768181	RX-3	30	Mantenimiento Correctivo
53	Provincia RM-7	Hospital RM-7	RM	Ingenia 3 T	PHILIPS	66781037	RM-7	31	Mantenimiento Correctivo
54	Provincia RM-7	Hospital RM-7	RM	Ingenia 3 T	PHILIPS	66781037	RM-7	32	Mantenimiento Correctivo
55	Provincia RX-3	Hospital RX-3	RX	DigitalDiagnost 1 Detector	PHILIPS	66768181	RX-3	33	RPCL
56	Provincia RM-7	Hospital RM-7	RM	Ingenia 3 T	PHILIPS	66781037	RM-7	34	Mantenimiento Correctivo
57	Provincia RM-7	Hospital RM-7	RM	Ingenia 3 T	PHILIPS	66781037	RM-7	34	Mantenimiento Correctivo
58	Provincia RM-7	Hospital RM-7	RM	Ingenia 3 T	PHILIPS	66781037	RM-7	35	Mantenimiento Correctivo
59	Provincia RX-3	Hospital RX-3	RX	DigitalDiagnost 1 Detector	PHILIPS	66768181	RX-3	36	Mantenimiento Correctivo
60	Provincia RX-3	Hospital RX-3	RX	DigitalDiagnost 1 Detector	PHILIPS	66768181	RX-3	37	Mantenimiento Correctivo
61	Provincia TC-12	Centro Asistencial TC-12	TC	Ingenuity 128	PHILIPS	66781693	TC-12	29	Mantenimiento Correctivo
62	Provincia TC-12	Centro Asistencial TC-12	TC	Ingenuity 128	PHILIPS	66781693	TC-12	38	Mantenimiento Preventivo
63	Provincia RM-7	Hospital RM-7	RM	Ingenia 3 T	PHILIPS	66781037	RM-7	39	Mantenimiento Correctivo
64	Provincia RX-3	Hospital RX-3	RX	DigitalDiagnost 1 Detector	PHILIPS	66768181	RX-3	40	Mantenimiento Correctivo
65	Provincia RX-3	Hospital RX-3	RX	DigitalDiagnost 1 Detector	PHILIPS	66768181	RX-3	41	Mantenimiento Correctivo
66	Provincia TC-12	Centro Asistencial TC-12	TC	Ingenuity 128	PHILIPS	66781693	TC-12	42	Mantenimiento Correctivo
67	Provincia TC-12	Centro Asistencial TC-12	TC	Ingenuity 128	PHILIPS	66781693	TC-12	43	Mantenimiento Correctivo
68	Provincia RM-7	Hospital RM-7	RM	Ingenia 3 T	PHILIPS	66781037	RM-7	44	Mantenimiento Correctivo
69	Provincia RM-7	Hospital RM-7	RM	Ingenia 3 T	PHILIPS	66781037	RM-7	45	Mantenimiento Correctivo
70	Provincia RM-7	Hospital RM-7	RM	Ingenia 3 T	PHILIPS	66781037	RM-7	45	Mantenimiento Correctivo
71	Provincia RM-7	Hospital RM-7	RM	Ingenia 3 T	PHILIPS	66781037	RM-7	46	Mantenimiento Correctivo
72	Provincia RX-3	Hospital RX-3	RX	DigitalDiagnost 1 Detector	PHILIPS	66768181	RX-3	47	Mantenimiento Preventivo
73	Provincia RX-3	Hospital RX-3	RX	DigitalDiagnost 1 Detector	PHILIPS	66768181	RX-3	48	Mantenimiento Correctivo
74	Provincia TC-12	Centro Asistencial TC-12	TC	Ingenuity 128	PHILIPS	66781693	TC-12	49	Mantenimiento Correctivo
75	Provincia TC-12	Centro Asistencial TC-12	TC	Ingenuity 128	PHILIPS	66781693	TC-12	49	Mantenimiento Correctivo
76	Provincia RM-7	Hospital RM-7	RM	Ingenia 3 T	PHILIPS	66781037	RM-7	50	Mantenimiento Correctivo
77	Provincia TC-12	Centro Asistencial TC-12	TC	Ingenuity 128	PHILIPS	66781693	TC-12	51	Mantenimiento Correctivo

Figura 11. Pestaña Calendario (I)

Cada operación que aparece en esta pestaña posee un identificador único con el objetivo de tener un parámetro de identificación más sencillo que la *service work order* o el *case number*. Este identificador comienza desde el valor 1 y se va incrementando a medida que se va cargando nueva información.

Del mismo modo que en la pestaña Avisos, el campo Código Fabricante corresponde con el *equipment number* del equipo sobre el que se produce el aviso y Código Inspección a la *service work order*.

	Q	S	T	V	Y	Z	AB
	Descripción	Fecha	Hora Inicio	Duración	Código de Inspección	Código Actividad	
47	RPCL	10-02-16	9:30:00	1,5	44172927	RPCL	
48	Mantenimiento Preventivo	11-02-16	8:45:00	10	43990721	PMAI	
49	RPCL	16-02-16	14:15:00	0,75	43776025	RPCL	
50	Falla reconstrucción RN	18-02-16	15:30:00	0,5	44221880	CMAI	
51	Revisión de errores	18-02-16	16:00:00	6	44222050	TESU	
52	Fallo comunicación con detector	29-02-16	12:30:00	0,5	44267618	CMAI	
53	Se ha roto el conector de los cascos	02-03-16	9:10:10	0	44277992	CMAI	
54	Configurar DICOM/QR	03-03-16	12:00:00	0	44273938	CMAI	
55	RPCL	04-03-16	12:30:00	1	44288510	RPCL	
56	No envía imágenes al PACS	07-03-16	8:30:00	7	44296185	TESU	
57	No envía imágenes al PACS	08-03-16	8:30:00	9	44296185	TESU	
58	Disco duro lleno	11-03-16	9:15:00	1,75	44315127	CMAI	
59	Bombilla colimador fundida	14-03-16	9:30:00	1	44321998	CMAI	
60	Bucky pared bloqueado	15-03-16	15:15:00	0,5	44327441	CMAI	
61	Revisión de errores	17-03-16	16:00:00	7	44222050	TESU	
62	Mantenimiento Preventivo	17-03-16	8:00:00	7	44186570	PMAI	
63	Rotura de los cascos de paciente	21-03-16	8:28:09	0	44351626	CMAI	
64	Dificultad para mover la mesa	23-03-16	10:00:00	3	44361147	CMAI	
65	Dificultad para mover la mesa	29-03-16	9:30:00	3	44381623	TESU	
66	Problema de transferencia al PACS	29-03-16	12:30:00	4,25	44382363	TESU	
67	No envía al PACS	06-04-16	12:00:00	2,88	44418916	TESU	
68	Soporte gotero roto	12-04-16	16:45:00	2	44443922	ADMI	
69	No envía al PACS	13-04-16	9:30:00	3,5	44449223	ADMI	
70	No envía al PACS	15-04-16	7:45:00	2,25	44449223	ADMI	
71	No funciona antena de rodilla	20-04-16	10:45:00	2	44472460	ADMI	
72	Mantenimiento Preventivo	29-04-16	18:30:00	0	44186579	PMAI	
73	No hace autocolimado	02-05-16	10:15:00	0,5	44529424	CMAI	
74	Configuración autotransfe. PACS	02-05-16	13:30:00	0,5	44530062	TESU	
75	Configuración autotransfe. PACS	03-05-16	12:00:00	4	44530062	TESU	
76	Instalación de la FlexTrack	13-05-16	16:30:00	0	44529812	CMAI	
77	Comprobación del Ibox	16-05-16	16:00:00	1	44574900	TESU	

Figura 12. Pestaña Calendario (II)

e) Desglose de avisos

En esta pestaña aparecen los avisos cuya fecha de apertura se produce en un mes distinto a su fecha de cierre en la pestaña Avisos. Así, en esta pestaña de desglosamiento, estos avisos se presentan duplicados, indicando en cada uno de ellos los valores de los parámetros que corresponden a cada uno de los meses.

	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K
	Código Inspección	Referencia	Mes	Año	Duración Reparación	Duración Total	Disponibilidad	Estado	Mes Apertura	Congelado
2	43820935	RM-7	11	2015	4	4	96,34	Planificado	11	t
3	43820935	RM-7	12	2015	2	2	99,73	Planificado	11	
4	43826491	RM-7	11	2015	2	303,9	96,34	Restringido	11	
5	43826491	RM-7	12	2015	0	0	100	Restringido	11	
6	43848690	RX-3	11	2015	3	3	99,34	Planificado	11	
7	43848690	RX-3	12	2015	4	4	99,46	Planificado	11	
8	43975529	TC-12	12	2015	0	0	100	Planificado	12	
9	43975529	TC-12	1	2016	0	0	100	Planificado	12	
10	43981172	RM-7	12	2015	3,75	3,75	98,86	Planificado	12	
11	43981172	RM-7	1	2016	0	0	100	Planificado	12	
12	44017547	RX-3	12	2015	2	2	98,96	Planificado	12	
13	44017547	RX-3	1	2016	6	6	99,19	Planificado	12	
14	44018249	RM-7	12	2015	0	0	98,86	Planificado	12	
15	44018249	RM-7	1	2016	0	0	100	Planificado	12	
16	44205330	RM-7	1	2016	0	0	95,58	Planificado	1	
17	44205330	RM-7	2	2016	0	0	100	Planificado	1	

Figura 13. Pestaña Desglose de avisos

Esta pestaña es totalmente transparente al administrador, el cual no deberá modificar ni utilizar en ningún caso. Si se desea bloquear un aviso, deberá realizarse en la pestaña Avisos y, al recalcular la información, se bloqueará automáticamente en el resto de pestañas.

f) Disponibilidad mensual

En esta pestaña se indica la disponibilidad mensual, así como las duraciones de todos los tipos de actividades que se han producido en los equipos cada mes. Estas son obtenidas de las pestañas Avisos y Calendario. Es importante destacar que si se produce un desglose de algún aviso, el sistema obtendrá el parámetro correspondiente de la pestaña de Desglose de avisos, ya que el valor mostrado en la pestaña Avisos no corresponde al valor real.

A	B	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	
Mes	Año	Provincia	Referencia	Modelo	h ₁	h ₂	h ₃	H ₁	h ₄	Disponibilidad	Hc restantes	Tiempo Parado	
2	11	2015	Provincia RM-7	RM-7	Ingenia 3 T	720	0	0	26,32	693,68	96,34	-4,72	4,57
3	11	2015	Provincia RX-3	RX-3	DigitalDiagnost 1 Detector	720	0	0	4,75	715,25	99,34	16,85	0
4	12	2015	Provincia RM-7	RM-7	Ingenia 3 T	744	0	0	8,5	735,50	98,86	13,82	0
5	12	2015	Provincia TC-12	TC-12	Ingeniuty 128	744	0	0	0	744,00	100	22,32	0
6	12	2015	Provincia RX-3	RX-3	DigitalDiagnost 1 Detector	744	0	0	7,75	736,25	98,96	14,57	0,25
7	1	2016	Provincia RM-7	RM-7	Ingenia 3 T	744	0	4	32,71	707,29	95,58	-10,51	27,71
8	1	2016	Provincia TC-12	TC-12	Ingeniuty 128	744	0	0	0	744,00	100	22,32	0
9	2	2016	Provincia TC-12	TC-12	Ingeniuty 128	696	0	0	0,5	695,50	99,93	20,38	0
10	2	2016	Provincia RM-7	RM-7	Ingenia 3 T	696	13	0	7	676,00	98,98	13,49	0
11	2	2016	Provincia RX-3	RX-3	DigitalDiagnost 1 Detector	696	0	0	4,15	691,85	99,4	16,73	4,15
12	3	2016	Provincia RM-7	RM-7	Ingenia 3 T	744	0	0	1,75	742,25	99,76	20,57	0
13	3	2016	Provincia RX-3	RX-3	DigitalDiagnost 1 Detector	744	0	0	7,5	736,50	98,99	14,82	0
14	3	2016	Provincia TC-12	TC-12	Ingeniuty 128	744	7	0	0	737,00	100	22,11	0
15	4	2016	Provincia RM-7	RM-7	Ingenia 3 T	720	0	0	0	720,00	100	21,6	0
16	4	2016	Provincia RX-3	RX-3	DigitalDiagnost 1 Detector	720	0	0	0	720,00	100	21,6	0

Figura 14. Pestaña Disponibilidad mensual

g) Disponibilidad semestral

Esta pestaña es parecida a Disponibilidad mensual, habiéndose implementado con una estructura similar. Al comienzo de cada mes, se añade automáticamente la información de los equipos que comiencen semestre en dicho mes, tal y como se indica en la pestaña Base Instalada.

A	B	C	E	F	G	H	I	J	K	L	
Mes Inicio	Mes Fin	Año Fin	Provincia	Referencia	Horas Teóricas	H ₁	h ₂	h ₃	Disponibilidad	Horas restantes	
2	11	4	2016	Provincia RM-7	RM-7	4368	76,28	13	4	98,25	10,74
3	11	4	2016	Provincia RX-3	RX-3	4368	30,15	0	0	99,31	57,21
4	12	5	2016	Provincia TC-12	TC-12	4368	0,5	7	0	99,99	86,72
5	5	5	2016	Provincia RM-7	RM-7	4368	0	0	0	100	87,36
6	5	10	2016	Provincia RX-3	RX-3	4368	0,5	0	0	99,99	86,86

Figura 15. Pestaña Disponibilidad semestral

h) Informe

A	B	D	E	F	G	H	I	
Mes	Año	Provincia	Referencia	Modelo	Estado	Código Inspección	Descripción	
71	4	2016	Provincia TC-12	TC-12	Ingeniuty 128	Planificado	44448751	Radar: Anti Virus Dat file out of date
72	4	2016	Provincia RM-7	RM-7	Ingenia 3 T	Planificado	44443922	Soporte gotero roto
73	4	2016	Provincia RM-7	RM-7	Ingenia 3 T	Planificado	44472460	No funciona antena de rodilla
74	4	2016	Provincia RM-7	RM-7	Ingenia 3 T	Planificado	44494604	Error espectómetro
75	4	2016	Provincia TC-12	TC-12	Ingeniuty 128	Planificado	44489570	No envía imágenes
76	4	2016	Provincia RM-7	RM-7	Ingenia 3 T	Restringido	44516394	Varias estaciones no carga estudios
77	4	2016	Provincia RX-3	RX-3	DigitalDiagnost 1 Detector	Planificado	44575621	Consulta a helpdesk.
78	5	2016	Provincia RX-3	RX-3	DigitalDiagnost 1 Detector	Restringido	44529424	No hace autocollimado
79	5	2016	Provincia RM-7	RM-7	Ingenia 3 T	Planificado	44529812	Instalación de la FlexTrack
80	5	2016	Provincia TC-12	TC-12	Ingeniuty 128	Planificado	44530062	Configuración autotransfe. PACS
81	5	2016	Provincia RX-3	RX-3	DigitalDiagnost 1 Detector	Restringido	44543256	No centra correctamente
82	5	2016	Provincia RM-7	RM-7	Ingenia 3 T	Restringido	44551091	Problema de software
83	5	2016	Provincia RM-7	RM-7	Ingenia 3 T	Restringido	44553890	Se reinicia la encender
84	5	2016	Provincia RX-3	RX-3	DigitalDiagnost 1 Detector	Restringido	44554376	Fallo bien el freno lateral y
85	5	2016	Provincia TC-12	TC-12	Ingeniuty 128	Planificado	44574900	Comprobación del Ibox
86	5	2016	Provincia RM-7	RM-7	Ingenia 3 T	Restringido	44600010	Fallo refrigeración
87	5	2016	Provincia RM-7	RM-7	Ingenia 3 T	Planificado	44608661	Fundidas luces gantry
88	12	2015	Provincia RM-7	RM-7	Ingenia 3 T	Planificado	43820935	Se ven oscuras las imágenes en Sectra
89	12	2015	Provincia RM-7	RM-7	Ingenia 3 T	Restringido	43826491	No funciona el micro
90	12	2015	Provincia RX-3	RX-3	DigitalDiagnost 1 Detector	Planificado	43848690	Problemas para mover el tubo
91	1	2016	Provincia TC-12	TC-12	Ingeniuty 128	Planificado	43975529	Comprobación con Servicio del correcto funcionamiento del equipo
92	1	2016	Provincia RM-7	RM-7	Ingenia 3 T	Planificado	43981172	Fallo en antena cervical
93	1	2016	Provincia RX-3	RX-3	DigitalDiagnost 1 Detector	Planificado	44017547	Funcionamiento muy lento
94	1	2016	Provincia RM-7	RM-7	Ingenia 3 T	Planificado	44018249	Problemas con la antena de cráneo

Figura 16. Pestaña Informe (I)

El administrador del sistema trabajará generalmente con esta última pestaña. En esta aparece toda la información de todos los avisos que se producen en cada equipo. Difiere de la pestaña Avisos en los campos mostrados (aparecen menor número de campos) y en el valor de algunos de los parámetros de los avisos que tengan operaciones en distintos meses ya que en esta pestaña es tenido en cuenta el desglose de avisos. De este modo, si se produce un desglose, aparecerán dos líneas diferentes para ese aviso con los parámetros correspondientes para cada uno de ellos.

	J	K	L	M	N	O	P
1	Fecha y Hora Apertura	Duración Reparación (hrs)	Fecha y Hora Cierre	Duración Total (hrs)	Hc (hrs)	Disponibilidad	Congelado
71	11/04/2016 14:57:00		13/04/2016 12:30:00			100,00	
72	11/04/2016 17:36:00		12/04/2016 18:45:00			100,00	
73	18/04/2016 9:01:00		26/04/2016 9:45:00			100,00	
74	20/04/2016 14:42:00		20/04/2016 14:54:42			100,00	
75	21/04/2016 13:19:00		27/04/2016 13:30:00			100,00	
76	27/04/2016 17:49:00	0		78,18	0	100,00	
77	29/04/2016 15:01:00	0		0	0	100,00	
78	02/05/2016 8:42:00	0,5	02/05/2016 10:45:00	2,05	0,5	99,93	
79	02/05/2016 11:37:00		13/05/2016 10:30:00			100,00	
80	02/05/2016 13:01:00		03/05/2016 15:30:00			100,00	
81	05/05/2016 8:22:00		05/05/2016 11:15:00	2,88		99,93	
82	06/05/2016 12:13:00		06/05/2016 12:22:00	0,15		100,00	
83	09/05/2016 9:48:00		09/05/2016 9:59:49	0,2		100,00	
84	09/05/2016 13:16:00		09/05/2016 13:32:00	0,27		99,93	
85	13/05/2016 14:12:00		16/05/2016 17:00:00			100,00	
86	19/05/2016 9:02:00		19/05/2016 9:23:11	0,35		100,00	
87	23/05/2016 16:22:00		26/05/2016 15:30:00			100,00	
88	17/11/2015 12:51:00	2	03/12/2015 16:00:00	2	2	99,73	
89	18/11/2015 8:06:00	0	01/12/2015 15:49:25	0	0	100,00	
90	23/11/2015 8:10:00	4	02/12/2015 11:00:00	4	4	99,46	
91	17/12/2015 12:20:00	0	17/01/2016 16:30:00	0	0	100,00	
92	18/12/2015 10:32:00	0	21/01/2016 12:30:00	0	0	100,00	
93	29/12/2015 11:47:00	6	04/01/2016 17:15:00	6	6	99,19	
94	29/12/2015 14:29:00	0	05/02/2016 12:00:00	0	0	100,00	

Figura 17. Pestaña Informe (II)

El sistema comprobará que estos parámetros son coherentes con la información mostrada en la pestaña Avisos y Calendario. En caso de que esto no suceda, se muestra un error en pantalla indicando la *service work order* del aviso erróneo y el parámetro o los parámetros incorrectos.

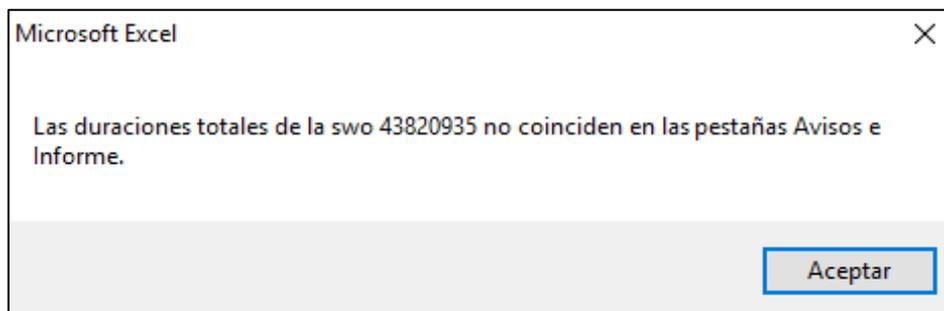


Figura 18. Mensaje de error por parámetros incoherentes

i) Cuadro de mandos

El cuadro de mandos es una pestaña en la cual se han implementado los cuatro botones que se indican en el diseño de este módulo.

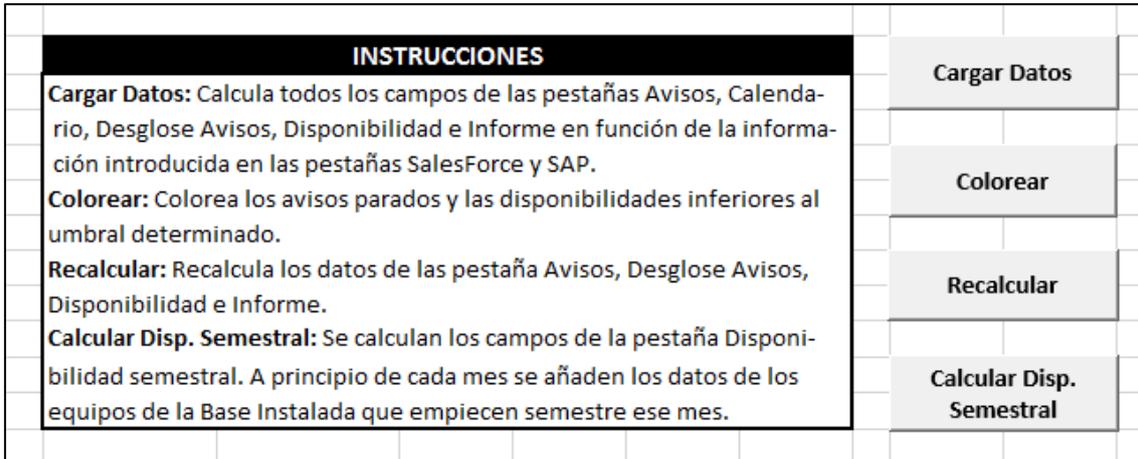


Figura 19. Cuadro de mandos

2.3.2.2. Estructura del código

En este punto, con todo el diseño del sistema concluido y la implementación de las pestañas realizada, es el momento de definir cómo funciona el módulo y cómo se ha elaborado el código del mismo. Como ya se ha indicado en varias ocasiones, el lenguaje de programación utilizado para implementar el procesamiento de datos que realiza el sistema ha sido *Visual Basic*. Con este, han sido implementadas cuatro macros diferentes, una para cada botón del cuadro de mandos. A continuación se explica cómo se estructuran y cómo funciona cada una de ellas.

a) Cargar datos

Esta macro carga toda la información de las pestañas *SalesForce* y *SAP* y calcula todos los datos de las pestañas Avisos, Calendario, Desglose de avisos y Disponibilidad mensual.

En primer lugar se realiza la carga de todas las operaciones en Calendario. Para ello, es necesario comprobar anteriormente, una a una, qué operaciones se deben añadir, comprobando que las fechas en las que se producen cada una se encuentren dentro del intervalo de fechas en el que hay que monitorizar los equipos sobre los que se produce cada operación en función de lo que se indique en la pestaña Base Instalada. Así, el sistema buscará en Base Instalada el *equipment* de cada operación y comprobará si se cumple esta condición.

Las operaciones que cumplan la condición anterior son cargadas en la pestaña Calendario. Además, el sistema detectará todas las operaciones que pertenecen a las mismas

actividades, realizando todos los cálculos necesarios para completar la pestaña Calendario de forma correcta. Para cada operación, se buscará si esta ya existe para actualizar la información o, en caso contrario, para crear una nueva fila con los datos de la nueva operación introducida.

Completado este proceso, se realizará la carga de todos los avisos que se han producido. Para ello, el sistema analizará todas las filas de la pestaña *SalesForce* cargando y calculando la información en la pestaña Avisos. En primer lugar, se realiza la comprobación de fechas, del mismo modo que se realiza al cargar los datos de la pestaña Calendario, para detectar si el aviso se encuentra dentro del periodo de monitorización. Si esta condición se cumple, se calculan todos los parámetros en el orden en el que aparecen en la pestaña Avisos (de izquierda a derecha). Los campos están ordenados en función del orden cronológico en el que se producen, facilitando el procesamiento de los datos, aporta coherencia a este procesamiento.

En este punto concluye el procesamiento inicial de los datos mencionados en la sección del diseño de este segundo módulo, dando comienzo el procesamiento intermedio.

A continuación, se realiza el análisis de la pestaña Avisos para comprobar en cuáles de ellos se produce un desglose. Para ello, se comprueban los meses de las fechas de apertura y de cierre de cada aviso, añadiendo a la pestaña Desglose de avisos aquellos en los que estos meses difieran, calculando los parámetros que le corresponden a cada uno y comprobando en Calendario cuándo se han producido sus operaciones.

Para finalizar el procesamiento intermedio, se calculan los parámetros de la pestaña Disponibilidad mensual. Para ello, el sistema comprueba para cada equipo todos los avisos y todas las actividades que se han producido en ese mes, calculando los parámetros de la pestaña (teniendo en cuenta el desglose de avisos). Una vez hecho esto, se calcula la disponibilidad mensual de cada equipo.

Así, finaliza el procesamiento intermedio. Por último, el sistema realiza una síntesis de todos los parámetros calculados completando la pestaña Informe (procesamiento final). Para ello, se añaden uno a uno los avisos de la pestaña Avisos, comprobando si se ha producido un desglose en cada uno de ellos, en cuyo caso se mostrarán los parámetros relativos al mes que corresponda. Posteriormente se añaden los parámetros que corresponden a meses posteriores de estos avisos desglosados.

b) Recalcular datos

En esta segunda macro se realiza un proceso similar al anterior, con la diferencia de que en este caso no se realiza el procesamiento inicial (carga desde las pestañas donde se encuentra la información de *SalesForce* y *SAP* a Avisos y Calendario). Así, esta macro se inicia calculando la disponibilidad de la pestaña Avisos (único parámetro que se ve afectado por cambios manuales de otros parámetros). Seguidamente se inicia el procesamiento intermedio (cálculo de las pestañas Desglose de avisos y Disponibilidad mensual) y el procesamiento final, completando la información de la pestaña Informe.

c) Colorear

Esta macro tiene una implementación muy sencilla. El sistema comprueba los estados y las disponibilidades de cada aviso de la pestaña Avisos. Si el campo Nivel Urgencia es 1 o 2 colorea la fila y si la disponibilidad es inferior al umbral establecido colorea la celda de la disponibilidad.

Del mismo modo, colorea las disponibilidades de las pestañas Desglose de avisos, Disponibilidad mensual y Disponibilidad semestral inferiores al umbral establecido.

d) Disponibilidad Semestral

Esta última macro calcula todos los parámetros semestrales de los equipos a monitorizar. En primer lugar, si se ejecuta a principio de mes, añade los datos de los equipos que inician el semestre en el mes en cuestión. Seguidamente, comprueba todos los avisos y actividades que se han producido en ese equipo durante el semestre a monitorizar, calculando los parámetros semestrales de una forma similar al cálculo de los parámetros mensuales.

3. Conclusiones

Durante el desarrollo del sistema sobre el que trata este Trabajo Fin de Grado, el objetivo ha sido alcanzar una funcionalidad básica del diseño explicado en esta memoria, que consiste en una primera aproximación de un proyecto que es verdaderamente útil dentro de la empresa donde se ha desarrollado. Aunque se ha conseguido implementar un sistema que cumpla los objetivos planteados, esto aún no es suficiente para considerar que el diseño y la implementación de esta herramienta ha finalizado, pues es necesario afinar ciertos aspectos relativos a la optimización de los procesos y completar algunas funcionalidades, así como atender a nuevos requisitos no funcionales, aunque el margen de mejora es tan amplio que se precisaría definir una línea de continuidad concreta.

De acuerdo con el primer capítulo de este trabajo, el objetivo del sistema ha sido el de proveer un entorno de trabajo en el que la empresa y el cliente puedan obtener información relativa al servicio técnico que *Philips HealthTech* proporciona. Este objetivo ha sido logrado ya que el sistema es capaz de realizar correctamente todos los cálculos y presentárselos al administrador y al usuario. Sin embargo, gracias al potencial que el sistema presenta, una continuación adecuada en su desarrollo puede hacer que, finalmente, el sistema pueda considerarse como una gran opción para realizar más funcionalidades adicionales a las ya implementadas.

En esta conclusión final del Trabajo Fin de Grado se pretende dar una visión sobre la experiencia de uso de las tecnologías empleadas, además de comentar algunas de las mejoras que se podrían aplicar al sistema para alcanzar los objetivos finales propuestos y otros nuevos, para poder aprovechar el potencial que supone este sistema.

3.1. Sobre las tecnologías empleadas

En primer lugar, la experiencia de uso del software *Microsoft Excel* ha sido muy satisfactoria, ya que ha permitido simplificar en gran medida el desarrollo del sistema al no

tener que diseñar e implementar ninguna nueva interfaz de usuario. Además, ha superado las expectativas iniciales que se tenían respecto a su potencial, habiendo sorprendido en gran medida la gran versatilidad de opciones y usos que proporciona.

Por otro lado, el aprendizaje del lenguaje *Visual Basic* ha sido una experiencia enriquecedora. Antes de la elaboración de este Trabajo Fin de Grado no se tenía ningún conocimiento acerca de este lenguaje, pero gracias al conocimiento de otros lenguajes de programación y a la fácil sintaxis del mismo han permitido que su aprendizaje se produjese a un ritmo más que suficiente.

Adicionalmente a los anteriores, el uso de las plataformas *SalesForce* y *SAP* ha supuesto una gran fuente de información acerca del mundo empresarial, aportando infinidad de conocimientos acerca de la gestión de procesos dentro de una empresa. Sin embargo, en determinadas situaciones, estos sistemas pueden ser poco intuitivos, pudiendo provocar algún problema a la hora de buscar información.

En general, se considera acertada la elección de las tecnologías utilizadas en el desarrollo de este sistema, las cuales han permitido cumplir en gran parte los objetivos que se planteaban inicialmente.

3.2. Posibles mejoras

Como ya se ha comentado, el sistema desarrollado cumple los requisitos funcionales planteados, sin embargo, presenta un gran potencial a la hora de implementar multitud de requisitos no funcionales que no han sido tenidos en cuenta en este Trabajo Fin de Grado. Por ello mismo, se plantean algunas líneas de mejora para continuar este proyecto, aunque no serán más que algunas propuestas de entre el gran número de ellas que se podrían exponer, pero que podrían servir de guía para futuras versiones.

En el aspecto estético no son fáciles de definir con claridad grandes mejoras puesto que, al no haberse implementado ninguna interfaz de usuario, sino utilizado las herramientas que proporcionan otros sistemas, tienen poco margen de mejora. Además, el módulo de visualización del sistema no ha sido tenido en cuenta en este Trabajo Fin de Grado, el cual sería el principal módulo en el que podrían producirse mejoras estéticas.

Por otro lado, las funciones de la aplicación que han sido implementadas son suficientes para realizar todas las tareas planteadas. Sin embargo, sería necesario revisar toda la implementación y tratar de optimizar los cálculos y procesos que se realizan, con el objetivo de reducir aún más los tiempos de ejecución y cálculo del sistema.

Además, existen numerosas funcionalidades que el sistema podría implementar y que no han podido incluirse en esta fase. Estas funcionalidades se encaminan a ofrecer

una mejor experiencia de uso para el administrador y el usuario del sistema. A continuación se comentan algunas de ellas.

- En primer lugar, y más importante, automatizar el proceso de flujo de información entre módulos. En el sistema actual, el administrador debe transmitir la información de forma manual entre módulos, siendo un proceso poco optimizado.
- Por otro lado, y en relación con la automatización y autonomía del sistema, la información es descargada y actualizada cuando el administrador lo desea. Sin embargo, sería un gran avance que el sistema descargase y calculase en tiempo real toda la información relacionada con el servicio técnico, permitiendo al administrador del sistema obviar todo este proceso y tener la única función de supervisar la información resultante.
- Por último, la seguridad es un aspecto muy importante en un sistema como este, entendida como la protección que presenta frente a errores. Así, existen infinidad de posibles mejoras relacionadas con esta protección, la cual en el sistema planteado no es muy elevada.

Bibliografía

- [1] Salesforce
[<https://na9.salesforce.com/>]
- [2] SAP Software Solutions
[<https://www.sap.com>]
- [3] Microsoft Developer Network
[<https://msdn.microsoft.com/>]
- [4] Office Support
[<https://support.office.com/>]
- [5] Stack Overflow
[<https://en.stackoverflow.com>], [<https://es.stackoverflow.com>]
- [6] Boletín Oficial del Estado
[<https://www.boe.es/>]
- [7] Condiciones técnicas, jurídicas y económicas para disponer de una solución global que cubra las necesidades de realización de pruebas y procedimientos de diagnóstico clínico por imagen
[<https://www.philips.es/>]
- [8] Solución organizativa, funcional y tecnológica del mantenimiento de equipos de diagnóstico clínico por imagen
[<https://www.philips.es/>]
- [9] Production Process of Philips
[<https://www.philips.com>]
- [10] Technical Support of Philips
[<https://www.philips.com>]