

Facultad de Ciencias

Diseño e implementación de los módulos de calidad y producción para el MES (Manufacturing Execution System) de la empresa IPS-Norte

Design and development of quality and production modules for IPS-Norte MES (Manufacturing Execution System)

> Trabajo de Fin de Grado para acceder al

GRADO EN INGENIERIA INFORMATICA

Autor: Zubizarreta Solá, Alba

Director: Zorrilla Pantaleón, Marta E.

Co-Director: Ambrosio Díaz, Ignacio

Febrero – 2018

Agradecimientos

Antes que nada, me gustaría agradecer la oportunidad de realizar tanto las prácticas externas como este Trabajo de Fin de Grado en la empresa IPS Norte, donde he tenido la suerte de aprender aspectos acerca del mundo laboral con un gran ambiente de trabajo en el que me han apoyado y ayudado durante la realización del proyecto todas las veces que lo he necesitado con la mayor paciencia posible.

Por otra parte, a Marta Zorrilla, directora del proyecto, por ayudarme y guiarme a llevar a cabo este trabajo estando disponible para mí en todo momento.

Por último, y no menos importante, a mi familia. A mi hermana y mi madre, que me han empujado en los peores momentos y han aguantado conmigo contra viento y marea. Y, sobre todo, gracias a mi padre, ya que, si no fuera por su amor a la programación, sus consejos, sus conocimientos, su ayuda y el saber lo orgulloso que habría estado de esto, no estaría aquí terminando el Grado en Ingeniería Informática.

Resumen

En las empresas de producción, uno de los sistemas de información que resultan necesarios son los denominados MES (Manufacturing Execution System). Estos sistemas tienen por objeto capturar y gestionar los datos procedentes de los diferentes elementos del entorno de fabricación con el fin de asegurar el control de la producción y la calidad del proceso, así como minimizar los costes y tiempos de producción.

La empresa IPS-Norte tiene entre sus objetivos desarrollar su propia plataforma MES que posteriormente parametrizará para cada uno de sus clientes. Este trabajo fin de grado aborda el diseño e implementación de la funcionalidad básica (*core*) de este sistema, así como de los módulos de calidad y producción. Dentro del módulo de producción se desarrollarán las funciones relacionadas con la lógica de realización de piezas en la planta de fabricación, es decir, funciones de control de órdenes de fabricación realizadas, control de incidencias, etc. Para el módulo de calidad, se implementarán funciones necesarias para asegurar la conformidad de la máquina antes del comienzo de la producción.

El desarrollo se ha realizado con las tecnologías .NET Framework 3.5, Visual Basic .NET y Microsoft Visual Studio 2008 a petición de la empresa siguiendo una metodología iterativa incremental establecida por ella.

Palabras clave: sistema de información, gestión del proceso de producción, gestión de la calidad

Abstract

One of the most important information systems in manufacturing companies are the so-called MES (Manufacturing Execution System). The objective of these systems is to capture and manage the data coming from the different elements of the manufacturing environment in order to ensure production control and the quality of the process, as well as to minimize production costs and time.

IPS-Norte aims at developing its own MES platform, which can be, later, tuned for each of its customers. This project addresses the design and implementation of the framework core, as well as the quality and production modules.

This framework is developed with .NET Framework 3.5, Visual Basic .NET and Microsoft Visual Studio 2008 technologies following an increasing iterative methodology established in the company.

Key Words: information system, Manufacturing Execution System, quality system

Índice de contenido

1. Introducción y antecedentes	
1.1. Contexto del proyecto	
1.2. Definición del proceso manual a automatizar	9
2. Objetivos	11
3. Metodología de trabajo y planificación del proyecto	
3.1. Descripción de la metodología utilizada	13
3.2. Planificación del proyecto	14
4. Arquitectura y tecnologías	
4.1. Arquitectura del sistema	16
4.2. Tecnologías y herramientas	16
4.2.1NET Framework 3.5	16
4.2.2. Visual Basic .NET	16
4.2.3. Visual Studio 2008	17
4.4.4. SQL Server 2008	17
5. Especificación de requisitos	
5.1. Requisitos funcionales	
5.2. Requisitos no funcionales	19
5.3. Casos de uso	
6. Diseño arquitectónico y definición de la solución	
6.1. Diseño de base de datos	
6.2. Lógica de negocio	
6.3. Formularios implementados	
6.4. Pruebas	
7. Conclusiones	
8. Líneas futuras	
9. Bibliografía	

Índice de ilustraciones

Figura 1. Estudio de ingresos asociados a herramientas empresariales	8
Figura 2. Workflow del proceso	.11
Figura 3. Excel planificación	. 15
Figura 4. Casos de uso Operario	.21
Figura 5. Casos de uso del Inspector	.21
Figura 6. Casos de uso del Teamleader	. 22
Figura 7. Comunicación entre capas	. 26
Figura 8. Acceso a datos del motor	. 26
Figura 9. Funciones globales acceso datos motor	. 27
Figura 10. Proyecto que recoge la lógica de negocio	. 27
Figura 11. Formularios comunes de la aplicación	. 28
Figura 12. Proyecto que recoge las pantallas del módulo de producción	. 28
Figura 13. Esquema conceptual base de datos	. 29
Figura 14. Diagrama de clases negocio	. 30
Figura 15. Pantalla de validación del usuario	. 31
Figura 16. Pantalla principal de la aplicación MES	. 31
Figura 17. Pantalla inicio preparación	. 32
Figura 18. Pantalla validacion Visto Bueno	. 33
Figura 19. Pantalla validación Teamleader	. 34
Figura 20. Pantalla inicio producción	. 34
Figura 21. Pantalla fin producción	. 35
Figura 22. Pantalla incidencia	. 35
Figura 23. Pantalla principal con menú vertical abierto	. 36
Figura 24. Pantalla justificación incidencia	.36
Figura 25. Opciones modificación grid	. 37
Figura 26. Configuración grid	. 37
Figura 27. Funciones agregación grid	. 38
Figura 28. Ejemplo con Grupo MÍNIMO y Secuencia MÁXIMO	. 38
Figura 29. Ejemplo agrupación Parámetro y Grupo	. 38
Figura 30. Ejemplo filtrado columnas	. 39

Índice de tablas

Tabla 1. Requisitos funcionales del sistema	19
Tabla 2. Requisitos no funcionales del sistema	
Tabla 3. Casos de uso "Seleccionar centro de trabajo"	
Tabla 4. Casos de uso "Preparación"	23
Tabla 5. Casos de uso "Fin Preparación"	23
Tabla 6. Casos de uso "Producción"	
Tabla 7. Casos de uso "Fin Producción"	
Tabla 8. Casos de uso "Incidencia"	
Tabla 9. Casos de uso "Realizar Visto Bueno"	25
Tabla 10. Casos de uso "Realizar Visto Bueno Teamleader"	25

1. Introducción y antecedentes

Esta sección describe por una parte el contexto en el que se ha desarrollado el proyecto y a continuación, el proceso del entorno de producción que debe ser automatizado.

1.1. Contexto del proyecto

La inversión en sistemas de información por parte de la gran mayoría de las empresas, tanto pequeñas compañías como multinacionales, ha sido creciente en los últimos años, como así muestra el estudio de ingresos asociados a herramientas empresariales[1] y que se recoge gráficamente en la Figura 1. Se puede observar cómo los mercados de los ERP, la inteligencia empresarial y la gestión de relaciones con los clientes son los que más ingresos obtiene y los que presentan mayores aumentos. Sin embargo, a pesar de la presencia extendida de este tipo de sistemas, los ERP no suelen prestar atención al entorno de producción.



Figura 1. Estudio de ingresos asociados a herramientas empresariales

Como consecuencia, muchas empresas comenzaron a desarrollar aplicaciones propias, adquirir otras específicas o utilizar hojas de cálculo para el apoyo a las operaciones de fabricación en planta como la adquisición y monitorización de datos en tiempo real. Este tipo de aplicaciones software utilizadas para el control de procesos de producción, el fortalecimiento de la calidad o el control de personal, solían trabajar de modo independiente sin ningún tipo de integración con el resto de sistemas de información que pudiera tener la empresa. Sin embargo, en un entorno de producción real, estas tareas no pueden tratarse de modo aislado, debido a su interdependencia.**[2]**

Por este motivo, se hizo necesaria la aparición de los sistemas de información denominados MES (Manufacturing Execution System), que pudieran realizar una gestión y adquisición común de datos de las diferentes áreas del entorno de fabricación en tiempo real con diferentes objetivos; como asegurar un tiempo reducido de respuesta, la consolidación de la calidad, así como la reducción de costes y tiempos de producción.

Un sistema MES suele definirse como un sistema de programación de la producción y seguimiento utilizado para analizar e informar de la disponibilidad de los recursos y su estado, programación y actualización de pedidos, recolección de datos detallados de ejecución tales como el uso de materiales, el uso de mano de obra, los parámetros del proceso, el estado del equipamiento y otra información crítica. Con el objetivo de satisfacer estas necesidades en entornos de fabricación diversos, (MESA International, 1997b) identificó las 11 funciones principales asociadas a los sistemas MES:

- Asignación y estado de recursos
- Programación detallada de operaciones
- Despacho/ejecución de unidades de producción
- Control de documentos
- Adquisición/recolección de datos
- Gestión laboral
- Gestión de la calidad
- Gestión de proceso
- Gestión de mantenimiento
- Seguimiento de productos
- Análisis de rendimiento

IPS Norte, empresa de desarrollo software cuya actividad ha estado en años anteriores más orientada a la implementación de ERPs, observó que las empresas de producción del entorno tenían la necesidad de una herramienta MES, y de ahí surgió este proyecto.

1.2. Definición del proceso manual a automatizar

El costoso esfuerzo de organizar y optimizar un entorno de producción crea la necesidad de utilizar sistemas específicos, los denominados MES, que faciliten la captura de datos de todos los elementos que conlleva la fabricación de un producto que hasta ahora, en muchos centros de fabricación, se realiza de manera manual. Un caso típico podría ser:

Existe un jefe de planta que se encarga diariamente de seleccionar las órdenes de fabricación que se van a ejecutar. Estas órdenes de fabricación (OF) son impresas incluyendo en el documento datos pertinentes como el centro de trabajo en el que deben ser realizadas, piezas a producir, tiempo planificado, fecha de entrega, factor humano necesario, etc.

Posteriormente, el jefe va a la planta y reparte las OF entre los operarios de la planta de producción. A continuación, cada operario comienza a realizar la OF que le ha sido asignada en el centro de trabajo o máquina que la OF requiere.

Para comenzar la producción, dependiendo del producto que se vaya a realizar para cumplir la OF, la máquina tiene que ser preparada, ya que, en ciertas ocasiones, un mismo centro de trabajo puede producir múltiples piezas. Una vez que la máquina ha sido preparada, el operario tiene que avisar a un inspector de planta para que compruebe que está todo en orden y se pude comenzar la producción.

Una vez puesta en marcha la producción, en el caso de que todo salga tal y como se prevé, al finalizar la OF, el operario rellena un parte de OF en el que se introduce qué OF ha realizado

incluyendo las piezas buenas que han salido, las piezas rechazadas, las piezas dudosas y el tiempo que ha sido necesario para su realización como datos principales.

En el caso de que mientras se esté en proceso de producción el centro de trabajo se detenga por cualquier motivo, el operario debe rellenar un parte de incidencia en el que se introduce por qué se ha producida dicha incidencia, cuánto tiempo ha estado la máquina detenida por este problema, cómo fue solucionado, fecha y hora, así como su identificador de operario y el del centro de trabajo para dejar constancia de todos los factores implicados en la incidencia. Por otra parte, si la incidencia o la resolución de esta tuviera que ser solucionada por un operario que no fuera el que se encuentra trabajando en el centro de trabajo, dicho operario tiene que acudir al responsable por lo que el tiempo en el que la máquina se encuentra detenida es aún mayor. Una vez resuelta la incidencia, la máquina es puesta en marcha de nuevo y se continúa con la OF. Al finalizar, se rellena un parte con los mismos datos que en el caso de que se hubiera realizado la OF sin problemas, pero incluyendo las incidencias producidas.

El operario, al finalizar su jornada, rellena un parte de trabajo en el que se incluyen las horas de trabajo con las OF que ha realizado en cada momento.

Posteriormente, todos estos partes (partes de órdenes de fabricación realizadas, partes de incidencias y partes de reporte de horas de operarios) son introducidos de manera manual en la plataforma de ERP pertinente de la empresa.

2. Objetivos

El objetivo principal del presente proyecto es desarrollar los módulos que conllevan la definición de las órdenes de fabricación (OF) y su seguimiento, así como las incidencias y resultados de los diferentes productos fabricados en tiempo real dentro de la solución MES que IPS Norte tiene como fin ofrecer a sus clientes del sector manufacturero. Se pretende que esta aplicación sea estándar, de manera que sirva para un número amplio de clientes, al tiempo que pueda ser fácilmente parametrizada a la especificidad de cada uno en particular.

Por este motivo, con la intención de que la solución resultante sea flexible, se desarrollará siguiendo el patrón básico de una planta de producción que es el que se recoge en la Figura 2:



Figura 2. Workflow del proceso

- 1. Cuando se abra la aplicación, esta solicita al usuario que se identifique con su clave de operario y su contraseña.
- 2. Para comenzar, el operario selecciona el centro de trabajo (máquina) en el que se encuentra y el estado de dicho centro será "parada".
- 3. Si el centro ya tiene cargada una orden de fabricación, pero se encontraba en parada, se continúa con dicha orden.

- 4. En caso contrario, en el que el centro no tiene cargada ninguna orden de fabricación, lo primero será seleccionar la opción de <u>Inicio de Preparación</u>. Con esta opción se abrirá una ventana que muestra según el centro de trabajo que se haya establecido, todas aquellas órdenes de fabricación que el centro puede realizar.
- 5. El operario selecciona una de las órdenes de fabricación y ésta se carga en la pantalla principal. La máquina pasa a estado de "preparación".
- 6. Cuando el operario tiene la máquina preparada selecciona el botón de <u>Fin de Preparación</u>, por lo que la máquina pasará a estado "espera de visto bueno", ya que para que la máquina se ponga en producción debe certificarse el visto bueno de que se encuentra correctamente preparada.
- 7. Cuando se selecciona la opción de <u>Visto Bueno</u>, la aplicación pregunta qué usuario es quien va a llevar a cabo esta acción debido a que solo puede ser realizada por un operario con la categoría de inspector. Una vez que el inspector introduce sus credenciales, la aplicación muestra todas las características que tiene que cumplir ese centro de trabajo para considerarse que está preparado. El inspector selecciona aquellos parámetros que están cumplimentados, y se evalúa si la máquina puede pasar a producción dependiendo de si los parámetros críticos se encuentran marcados como satisfactorios. Si el inspector le pulsa en aceptar y hay parámetros críticos sin marcar como cumplidos, la aplicación informa del problema, envía un email de aviso al *teamleader* (rango superior a inspector) asignado a la sección y cancela la grabación del visto bueno. En ese caso, el *teamleader* tendría que acercarse para considerar si validar la preparación. Si el visto bueno se realiza y se pasa la máquina a estado "producción". En caso de que todos los parámetros (sobre todo los críticos) estén cumplimentados, la máquina pasa a estado "producción".
- 8. El operario que inicialmente se encuentra trabajando en este centro, arranca la máquina y selecciona la opción de <u>Inicio de Producción</u>. Sólo se podrá realizar esta acción si la máquina se encuentra en estado "visto bueno" y pasará a estado "producción".
- 9. En el caso de que mientras se está realizando la producción se produzca algún problema en la máquina, el operario debe seleccionar la opción de <u>Incidencia</u>. El estado pasa a ser "incidencia" y la aplicación le muestra al operario una pantalla con los motivos que puede haber tenido la incidencia y otros parámetros, como el tiempo que se ha tardado en resolver, necesarios para el archivo de la incidencia. Una vez solucionada, se selecciona la opción de continuar, la máquina vuelve a estado "producción" y sigue con el trabajo.
- 10. Una vez finalizada la orden de fabricación, el operario selecciona la opción de <u>Fin de</u> <u>Producción</u>. El estado de la máquina vuelve a ser "parada". La aplicación muestra una pantalla en la que el operario tiene que establecer la cantidad de piezas producidas, las buenas, las dudosas y las rechazadas. Esto rellena el parte de producción en la base de datos.

3. Metodología de trabajo y planificación del proyecto

En este apartado se describe tanto la metodología utilizada por el equipo de desarrollo en la empresa, como la planificación del proyecto desde su inicio.

3.1. Descripción de la metodología utilizada

La metodología utilizada en el desarrollo de la solución de este proyecto es una metodología de desarrollo de software en cascada establecida por la empresa y basada en un desarrollo marcado por un proceso de desarrollo secuencial. En esta metodología, el desarrollo de software se concibe como un conjunto de etapas que se ejecutan una tras otra y su visión es muy sencilla: el desarrollo de software se debe realizar siguiendo una secuencia de fase[3]. Cada etapa tiene un conjunto de metas bien definidas y las actividades dentro de cada una contribuyen a la satisfacción de metas de esa fase o a una subsecuencia de metas de esta. El arquetipo del ciclo de vida abarca las siguientes actividades por lo general:

- Análisis del sistema
- Análisis de requisitos
- Diseño
- Implementación
- Pruebas
- Mantenimiento

En primer lugar, dos meses antes del inicio del proyecto, comenzaron a realizarse una serie de reuniones de todo el equipo que forma parte del proyecto, el cual está formado por el jefe de proyecto, un analista diseñador y tres programadores. Dichas reuniones fueron realizadas con el fin de definir todos aquellos aspectos que era necesario discutir antes de empezar con el desarrollo, tanto el estudio de las tecnologías que iban a ser utilizadas como la especificación de todos aquellos requisitos que consideramos que el sistema debía contar para realizar todas las funciones de captura de datos para una planta de producción.

Durante el desarrollo del proyecto, quedan marcados en reuniones semanales los requisitos que deben ser implementados por cada participante, así como los avances realizados. En las ocasiones en las que surgen nuevas necesidades mientras se están desarrollando los requisitos establecidos en un inicio, estos son marcados para comentarlos con el jefe de proyecto en una reunión posterior. Todos los cambios implementados en el código son reportados al director de manera que pueda ir comprobando las características añadidas. Cada tarea dentro de los requisitos es asignada a uno de los miembros de trabajo dependiendo del módulo, y no tienen la misma duración establecida, ya que cada una requiere una carga de trabajo y tiene una dificultad muy distinta.

Los miembros del equipo de trabajo siempre estamos en contacto para comentar posibles problemas que surgen a lo largo del desarrollo independientemente de que cada uno tenga sus tareas individuales. Además, todos podemos contar con los progresos de los compañeros ya que se utiliza un control de configuración con la herramienta SourceSafe, sistema de control de versiones en el nivel de archivos, que permite al equipo trabajar en distintas versiones del proyecto al mismo tiempo. Así mismo, se realizan reuniones aisladas, en las cuales son tratados todos los aspectos generales del proyecto de manera que todo el equipo de trabajo con el director y jefe del proyecto comentan tanto las tareas ya funcionales como todos aquellos problemas o cambios que se han considerado a lo largo del tiempo transcurrido desde la anterior reunión.

3.2. Planificación del proyecto

Para la realización de una planificación correcta y eficiente, el primer paso es identificar las tareas a realizar dentro de cada fase del proyecto. A continuación, hay que proceder a estimar el tiempo que se dedicará a cada una de acuerdo a su dificultad, teniendo en cuenta los recursos humanos disponibles y el plazo de finalización del proyecto.

Antes de definir las tareas específicas, se establecieron las fases a cumplimentar, que son las siguientes:

- > Fase de especificación de requisitos del sistema MES.
- Fase de estudio e investigación de las tecnologías y herramientas más adecuadas para el sistema.
- ➢ Fase de diseño.
- ➢ Fase de desarrollo.
- ➢ Fase de puesta en marcha.

Las tres primeras fases fueron desarrolladas en conjunto por todo el equipo en una serie de reuniones durante los meses anteriores al comienzo del desarrollo de la solución final.

Una vez discutida la fase de desarrollo, el jefe del proyecto creó un documento Excel (ver Figura 3) en el que aparecen detalladas cada una de las tareas a realizar para desarrollar el proyecto separadas en los módulos en los que se divide el mismo. En cada tarea se establece el estado de la tarea, que puede ser "Pendiente", "En curso" que aparecen en color rojo, o "Resuelta" que aparece en color verde. Además, junto a la tarea se encuentra un campo de observaciones con el fin de establecer correcciones o necesidades surgidas una vez la tarea se encuentra en curso. A continuación, se encuentra el nombre del responsable de realizar la tarea, así como las horas de duración estimadas para la misma. Por último, aparece el tipo del que se considera la tarea, que puede ser "Crítico" o "No crítico", con el fin de establecer una prioridad a la hora de ir realizando las tareas.

	PLATAFORMA MES IPS - CD PRODUCCION					
PLATAFORMA DE DE SARROLLO						
	FRAMEWORK - FUNCIONES BASICAS					
		ESTADO	OBSERVACIONES	HORAS	TIPO	RESPONSABL
	Ejecutable de instalación y actualización automática de puestos similar a Expertis	Pendiente	Djo con el tema del componente gráfio	8	CRITICO	Félix
	Gestión de formularios base + Estructuración del código en distitnos proyectos / DLL y permitir trabajar varias personas a la vez	Resuelto		8	CRITICO	Laro
	Gestionar Grids con funciones de ordenación - permitir mover y ocultar columnas - Grabación de lay outs - Area de Agrupación - Función de Fila totales	En curso		16	CRITICO	Laro
	Gestión de timmer para la identificación del operario que va a inter actuar con la aplicación	Resuelto		4	CRITICO	Laro
	Aplicación auto configurable a los distintos tamaños de pantalla	En curso	Faltaria ver como redimensionar componentes internos de cada formulario	4	NO CRITICO	Laro
	Metodos de autentificación al arrancar el software	Resuelto		8	NO CRITICO	Javi
	Melodos de autentificación del operario al lanzar procesos (por código - por lector de tarjetas - por huella)	En curso		8	CRITICO	Javi
	Función básica de acceso a BBDD's	En curso	Enriquecer para que la transformación de numéricos y fechas - Temas relacionado con el tratamieno de fechas y configuraciones regionales difernetes	2	CRITICO	Laro
	Gestion adecuada de distintos tipo de formatos de fecha - Clase update / insert / Delete en base a función de ADO.net	En curso		2	CRITICO	Laro
	Gestion adecuada de distintos tipo de configuración regional - Traducción - Simbolos Rumano - Chinos etc	Resuelto		z	CRITICO	Laro
	Plataforma preparada para insertar componentes gráficos - Selección del componente gráfico + Inserción en plataforma	Resuelto		4	CRITICO	Javi
	Aplicación traducible a distintos idiomas + Tablas de traducción de textos - mensajes + Función de generación de tablas para traducción + Sesión en aplicación de oficina para su traducción	En curso		8	NO CRITICO	Félix
	Plataforma aislada de Expertis - BBDD's propia de la que tira toda la aplicación	En curso	Documentar vistas estándar a cumplimentar por cliente sin Expertis ERP	8	CRITICO	Nacho
	Funciones de volcado de datos básicos en BBDD's MES desde BBDD's Expertis (Centros - Artículos - Incidencias - Operarios - OF's etc)	En curso		4	CRITICO	Félix
	Función básica de llamada a tarjetas de tratamiento de señales para recuperar plezas productidas o máquina en avería	Pendiente		24	NO CRITICO	Félix - Javi- David
	Función de búsquedas avanzadas	Resuelto		4	CRITICO	Lare
	Función de teclado genérico para anexar a todos los campos de cumplimentación de datos por parte del usuario	Encurso	Pendiente de darle mejor diseño	4	CRITICO	Laro
	Función de llamada a la generación de informes (Eliquetas)	En curso		4	CRITICO	Javi
	Licenciamiento de la aplicación por Modulos y submodulos (Producción - Calidad - Trazabilidad - Gestión Documental - Mantenimiento)	Encurso		8	NO CRITICO	Javi
	Terminales configurables en idioma - Cetros que visualiza	En curso		4	CRITICO	Javi
	Función de alarmas - envios de mails / sma's	En curso		8	CRITICO	Javi
MODILIOS ELECTORISTO						
MODULOS - FUNCIONALIDADES						
	FORMILLARIO DRIMITIDAT					
	FORMULARIA PARCIPAL	ESTADO	OBGEDVACIONES	LIDDAS	TIPO	DECDONICADI
		ESTADO	UBSENVALUMES	HUHAS	neo	HEOPONSADI
	Pantalla principal genérica - Cambio Centro - Inicio y fin preparación - Inicio y fin producción - V* Buenos de Calidad - Reporte producción y rechazo					
	on line - Acceso a blantenimiento - Acceso a Calidad - Acceso a eliquetado - Acceso a Gestión documental - Acceso a Justificación de incidencias - Acceso a Trazabilidad - Acceso a Eliquetado	Encurso	Tener en cuenta todas las casuísticas posible: Varios operarios contra una misa DF, un operario contra varias DF is (Gestionar FH) - Varias DF is en un mismo centro (permitir visualizar y reportar	12	CRITICA	Javi
			ambas) - Timmer de inactivdad + Identificación una sola vez al inicio			
	MODULO DE PRODUCCION					
		ESTADO	OBSERVACIONES	HORAS	TIPO	RESPONSABL
	Gestion de inicios y tines de preparación de maquina - Grid visualizando trabajos asignados por Centro	Encurso		16	CRITICA	Jawi
	Gestión de Vistos buenos de calidad - Paso a producción + Gestionar el registro de V ^a Bueno + Gestión de parametros a cumplimentar	Encurso		24	CRITICA	Alba
	Gestion de inicios y fines de incidencias + Función de justificación de incidencia para casos de captura de señales - Control de no permitir finalizar Internet de la existencia y la lustificación en de la existencia de mismo parados de baro a Table insidencia a lustificación en de la existencia				CRITICA	ter.d
	productivi si existeri indoencas sei juseicar + suseicación autormatica de micro paradas en dase a mini indoencia a juseicar (a esistence por fase en rutas)	En curso		10	Chillea	5347
	Posible gestión de avisos en el alta de determinadas incidencias	En curso		8	CRITICA	Javi
	Gestión de inicios y fines de producción - Reporte horas y cantidades al cierre de partes según eliquetas generadas + Función de reparto de cantidades buenas - rechazadas y dudosas	En curso		16	CRITICA	Albe
	Gestión de inicios rápidos de produccion - No tiene porque pasar por Preparación - Gestión de parametros = V ^e Buenos	En curse		4	CRITICA	Alba
	Gestionar introducción de parametros de V" Bueno al cambio de turno - Primer pieza del turno	En curso		4	CRITICA	Albe
	Reporte on line de la producción - Posible timmer configurable que muestre sesión emergente al operario	En curso		8	CRITICA	Javi
	Gestión de rechazos on line (ir almacenando vinculado con cada parte del operario y luego mostrar en cierre de parte)	Encurse		8	CRITICA	Alba
	Gestión de dudosas on line (ir almacenando vinculado con cada parte del operario y luego mostrar en cierre de parte)	Encurse		8	CRITICA	Albe
	Solana mátim en la que se visualine las cantidaes moduridas trente a las previstas para los utilmos trabajos de dicho Centro / Articulo	Encurse		8	ND	Javi
	Passas la matellas lateras días enco la madificación línteras sida de endes de endessión insidencias rechessos			-	CRITICA	
	Creaminne pennenes invermentas para la moutinación i integración de panais de producción - incidencias y rencazos	Encurso		8	COLLEG	Alba
	Pantallas de monitorización de máquinas - Operarios - Rendimiento - % Rechazo	En curso		8	CRITICA	Alba
	Maestro de parametros a controlar en Vº Buenos + Tabla / Sesión para visualizar Vº Buenos y muestreo de parametros introducido	En curso		16	CRITICA	Albe
	Gestión de responsable de Mto por sección / centro + Telefonos para la emisión de SMS	En curse		4	CRITICA	Alba
	MODULO DE MANTENIMIENTO					
		ESTADO	OBSERVACIONES	HORAS	TIPO	RESPONSABL
					COLTES	
	poten de acceso en pantalla principal al modulo de mantenimiento - traspasar automáticamente operario y relacionar centros con activos	Mesuelto			CHITICA	Javi
	MODULO DE CALIDAD					
		ESTADO	OBSERVACIONES	HORAS	TIPO	RESPONSABL
	Razila an Evantic avez la definición de Dudar de antes de entidad par primero	Bundard				
	ovanin en cupres para la cennicion de inautas de ochirol de calidad por reférências	Pendiente				Albe
	onner uv exceso en per dalla principal al modulo de Calidadi AL IEC - Fichas de control en proceso a definir en Expertis - Consulta en Expertilis de muestreos realizados por OF / Fase / Operario mostrando todas las características y sus valores imputados + Permitir Ia	Pendiente				Albe
	modificación de ciertos valores	rendiente				Alba
	MODULO DE TRAZABILIDAD - ETIQUETADO					
		ESTADO	OBSERVACIONES	HORAS	TIPO	RESPONSABL
	Botón de acceso en pantalla principal al módulo de Trazabilidad - Traspasar automáticamente OF - Fase y mostrar lista de materiales			4	NO CRITICO	Arri
	Permitir la lectura automática de etiquetas de materis primas - semielaborados y archivar reportes de etiquetas / lotes leidos	Pendiente		12	NO CRITICO	Anni
	Función de generación de ellouetas desde terminales - Ellouetas de Producto terminado y de Producto Samielaborado	Perclant-		я	NO CRITICO	Jani
	a sudane ana sudane a					11277
	Integración de lotes en proceso de generación de movimientos de stocks al volcar partes productivos a las tablas de Expertis	Pendiente		16	NO CRITICO	Jawi
	Sesion para consultar lecturas de eliquetas por OF / Operario	Pendiente		12	NO CRITICO	Javi
	GESTION DOCUMENTAL					
		ESTADO	OBSERVACIONES	HORAS	TIPO	RESPONSABL
	Rotón de acceso en pantalla principal al módulo de Gestión documental - Trasmasar automáticamante //E - Adeuto v mostrar linte de documentes	Engree			CRITCO	Falle
					And the second sec	Editor

Figura 3. Excel planificación

4. Arquitectura y tecnologías

En este apartado se describe la arquitectura y herramientas utilizadas para el diseño e implementación de la solución.

4.1. Arquitectura del sistema

Tal y como se ha mencionado anteriormente, la decisión de las herramientas y tecnologías a utilizar para el desarrollo del proyecto fue tomada en conjunto por el equipo de trabajo formado por el analista y los desarrolladores. Para ello fue necesario realizar un análisis y estudio de aquellas herramientas y tecnologías que podrían ser idóneas para el sistema. Tras esto, se realizaron una serie de reuniones previas al inicio del proyecto para debatir y contrastar opiniones.

Por los requerimientos de los clientes que utilizan MES, la aplicación debe encontrarse en sus propios terminales, por lo que se trata de una aplicación cliente pesado. Además, se consideró lo más apropiado que el sistema siguiera una arquitectura centralizada ya que el número de usuarios concurrentes es bajo y su disposición física no excede del espacio de fabricación.

Se decidió diseñar un sistema cliente/servidor. El sistema está basado en una arquitectura en tres niveles, de manera que la interfaz, la persistencia y las operaciones de negocio se encuentran separadas relacionándose cada una únicamente con su nivel inferior.

4.2. Tecnologías y herramientas

A continuación, se describen someramente las herramientas y tecnologías utilizadas en el desarrollo del sistema MES.

4.2.1. .NET Framework 3.5

.NET Framework[4] es un entorno de ejecución administrado que proporciona diversos servicios a las aplicaciones en ejecución. Consta de dos componentes principales: Common Language Runtime (CLR), que es el motor de ejecución que controla las aplicaciones en ejecución, y la biblioteca de clases de .NET Framework, que proporciona una biblioteca de código probado y reutilizable al que pueden llamar los desarrolladores desde sus propias aplicaciones. Los servicios que ofrece .NET Framework a las aplicaciones en ejecución son administración de la memoria, sistema de tipos comunes, una extensa biblioteca de clases, compatibilidad entre versiones e interoperabilidad entre lenguajes, entre otros. Para el acceso a datos y servicios de datos se utiliza el conjunto de componentes ADO.NET, que es parte de la biblioteca de clases base que están incluidas en el Microsoft .NET Framework.

4.2.2. Visual Basic .NET

Para la programación de la lógica de negocio se utiliza Visual Basic .NET (VB.NET), lenguaje de programación orientado a objetos que se puede considerar una evolución de Visual Basic implementada sobre el framework .NET.

Al igual que con todos los lenguajes de programación basados en .NET, los programas escritos en VB .NET requieren el Framework .NET o Mono para ejecutarse.

4.2.3. Visual Studio 2008

Visual Studio 2008 es el entorno de programación elegido para realizar la programación en Visual Basic .NET, ya que permite trabajar con la versión del .NET framework considerada a utilizar en este proyecto, que es la 3.5 como se ha mencionado anteriormente.

4.4.4. SQL Server 2008

Para la gestión de bases de datos se utiliza Microsoft SQL Server[5], sistema de gestión de base de datos relacional (RDBMS) producido por Microsoft. Su principal lenguaje de consulta es Transact-SQL, una aplicación de las normas ANSI / ISO estándar Structured Query Language (SQL) utilizado por ambas Microsoft y Sybase.

Las características principales que proporciona son [6]:

• Soporte de transacciones.

- Escalabilidad, estabilidad y seguridad.
- Soporte de procedimientos almacenados.
- Entorno gráfico de administración, que permite el uso de comandos DDL y DML gráficamente.

• Permite trabajar en modo cliente-servidor, donde la información y datos se alojan en el servidor y las terminales o clientes de la red sólo acceden a la información.

• Permite administrar información de otros servidores de datos.

5. Especificación de requisitos

La captura de requisitos para la construcción de este sistema de información MES se realizó mediante una serie de reuniones entre los participantes del equipo del proyecto, tomando como referencia la especificación (MES)[7] así como mediante reuniones con el primer cliente de la empresa al que se le va a distribuir el sistema, que desarrolla su actividad en una planta de producción, con el fin de identificar los requisitos básicos con los que la aplicación debe contar. Los requisitos funcionales y no funcionales de la aplicación que aparecen en las secciones siguientes son los aprobados tanto por el cliente como por el jefe y responsable del proyecto y el equipo de desarrollo.

5.1. Requisitos funcionales

A continuación, se recogen los requisitos funcionales (ver Tabla 1) que el sistema debe satisfacer. Cada uno, aparece identificado con un código único y una descripción. Estos requisitos establecen el comportamiento del sistema, describiendo qué acciones pueden llevar a cabo los actores que utilizan el sistema.

Código	Requisito funcional
RF01	El operario debe introducir sus propias credenciales en el formulario de
	acceso a la aplicación.
RF02	El operario debe estar registrado en el sistema.
RF03	El inspector debe estar registrado en el sistema.
RF04	El inspector debe tener marcado su rango para poder actuar como tal.
RF05	El teamleader debe estar registrado en el sistema.
RF06	El <i>teamleader</i> debe tener marcado su rango para poder actuar como tal.
RF07	El operario es el encargado de seleccionar en qué centro de trabajo
	(máquina) se encuentra.
RF08	El operario verá en todo momento el centro de trabajo en el que se
	encuentra.
RF09	El operario es el encargado de seleccionar una orden de fabricación (OF) a
	realizar en el centro de trabajo.
RF10	Una vez que la máquina tiene un OF asignada, el operario verá en todo
	momento sobre qué orden está trabajando, así como el estado de la
	máquina para esa orden.
RF11	El operario es el responsable de indicar que va a preparar la máquina
	seleccionando la opción de inicio de preparación si el centro se encuentra
5514	en estado "Parada".
RF12	El operario es el responsable de seleccionar la opción de fin de preparación
	una vez haya terminado de preparar el centro siempre y cuando la máquina
DE12	este en estado "Preparación".
RF13	El inspector responsable debe introducir sus credenciales para realizar el
DE14	
RF14	El inspector responsable del centro debe dar el visto bueno (cuando el
	centro se encuentre en estado "Espera de visto bueno") a la preparación de
DE15	la maquina seleccionando las características que cumple y las que no.
KF15	Cuando en el visto bueno naya características críticas sin validar, el sistema
	informa del problema, no guarda el visto bueno y envia un email al
	<i>teamieaaer</i> de la sección con el problema.

Código	Requisito funcional
RF16	El teamleader debe introducir sus credenciales para realizar un visto bueno
	con características críticas sin validar.
RF17	El teamleader podrá seleccionar la opción de validar el visto bueno a pesar
	de no tener validadas las características críticas de la preparación.
RF18	Cuando el visto bueno es realizado con éxito y la máquina pasa a estado
	("Visto bueno"), el operario es el encargado de seleccionar la opción de
	inicio de producción.
RF19	El operario es el responsable de establecer que se ha producido una
	incidencia en el caso de ocurrir.
RF20	El operario debe rellenar los motivos de la incidencia y todos los campos
	del formulario de incidencias en caso de producirse.
RF21	El operario es el responsable de seleccionar la opción de fin de producción
	al terminar el centro de realizar la OF.
RF22	El operario debe rellenar el formulario de producción con las piezas
	buenas, las piezas rechazadas y las piezas dudosas fabricadas.
RF23	El sistema debe almacenar un registro detallado de todos los vistos buenos
	realizados.
RF24	El sistema debe almacenar un registro detallado de todas las OF's
	realizadas.
RF25	El sistema debe almacenar un registro detallado de todas las incidencias
	surgidas durante la producción.

Tabla 1. Requisitos funcionales del sistema

5.2. Requisitos no funcionales

Los requisitos no funcionales son aquellos que definen otras características relacionadas con la seguridad, usabilidad o rendimiento que el sistema debe cumplir. Los requisitos no funcionales del sistema MES desarrollado se muestran en la Tabla 2 diferenciados por un código único, su descripción, su tipo y su importancia para el sistema.

Código	Requisito no funcional	Tipo	Importancia
RNF01	Los permisos de acceso al sistema	Seguridad	Alta
	podrán ser cambiados solamente por el		
	administrador de acceso a datos.		
RNF02	El acceso a la aplicación estará	Seguridad	Alta
	restringido bajo contraseña y usuarios		
	definidos.		
RNF03	Las actividades permitidas por cada	Seguridad	Media
	usuario estarán delimitadas		
	dependiendo de su rol.		
RNF04	Cada cierto tiempo configurable, el	Seguridad	Baja
	sistema solicitará que se introduzcan		
	las credenciales de usuario.		
RNF05	Toda funcionalidad del sistema y	Eficiencia	Alta
	transacción de negocio debe responder		
	al usuario en menos de 5 segundos.		

Código	Requisito no funcional	Тіро	Importancia
RNF06	Los centros de trabajo que tengan que	Accesibilidad	Alta
	ser controlados desde un terminal		
	deben estar asociados a este.		
RNF07	El sistema solo mostrará aquellas OF's	Accesibilidad	Alta
	que tenga asignadas el centro de		
	trabajo seleccionado.		
RNF08	El terminal debe tener instalada la	Usabilidad	Media
	aplicación.		
RNF09	El sistema contará con un manual	Usabilidad	Media
	destinado a usuarios finales.		
RNF10	La aplicación debe contar con botones	Usabilidad	Alta
	de tamaño medio/grande para facilitar		
	el uso de los operarios de una planta		
	de producción.		
RNF11	Las pantallas que forman la aplicación	Usabilidad	Media
	deben adaptarse a la pantalla de		
	cualquier terminal.		
RNF12	El tiempo de aprendizaje del sistema	Usabilidad	Baja
	por un usuario deberá como máximo		
	una jornada laboral (8 horas).		
RNF13	El sistema debe proporcionar mensajes	Usabilidad	Alta
	de error que sean informativos y		
	orientados a usuario final.		
RNF14	El sistema podrá ser instalado en	Portabilidad	Baja
	equipos con entorno Windows.		

Tabla 2. Requisitos no funcionales del sistema

5.3. Casos de uso

En este apartado, se describen los casos de uso del sistema. Para este fin, se muestra un diagrama para cada actor en el que aparecen reflejados los casos que puede realizar, y a continuación de estos, una tabla que detalla el comportamiento en cada uno de los casos de uso del sistema.

La Figura 4 muestra los casos de uso del operario, entendiendo por éste al usuario que inicia el proceso de producción en una máquina siguiendo una orden de fabricación. La Figura 5 presenta los casos de uso del inspector, operario con rango encargado de dar los vistos buenos de una máquina para comenzar la producción. Por último, la Figura 6 presenta los casos de uso del *teamleader*, operario con rango superior al inspector, que es el único con potestad de dar el visto bueno a una máquina con características críticas sin validar.



Figura 4. Casos de uso Operario



Figura 5. Casos de uso del Inspector



Figura 6. Casos de uso del Teamleader

Identificador + Nombre	CU001 – Seleccionar centro de trabajo				
Actores	Operario				
Descripción	El usuario selecciona el centro de trabajo donde va a trabajar.				
Evento de Activación	El usuario selecciona la opción de "Cambio máquina" en la				
	pantalla principal de la aplicación.				
Precondición	El estado del centro de trabajo tiene que ser "Parada"				
Garantías si éxito	Queda seleccionado ese centro con ese operario.				
Garantías mínimas					
Escenario principal	1. El usuario selecciona la opción de cambiar de máquina.				
	2. La aplicación muestra una lista de los centros de trabajo				
	que se controlan desde el terminal en el que se				
	encuentra.				
	3. El usuario selecciona el centro en el que se encuentra.				
	4. El sistema carga la información de ese centro y muestra				
	datos concretos en la pantalla principal.				
Comentarios					

Tabla 3. Casos de uso "Seleccionar centro de trabajo"

Identificador + Nombre	CU002 - Preparación				
Actores	Operario				
Descripción	El usuario selecciona la opción de inicio de preparación y a				
	continuación selecciona la OF a realizar.				
Evento de Activación	El usuario presiona el botón "Inicio Preparación"				
Precondición	El estado del centro de trabajo es "parada".				
Garantías si éxito	El usuario selecciona una OF que es cargada y el estado pasa a				
	ser "preparación".				
Garantías mínimas					
Escenario principal	1. El usuario selecciona el botón de "Inicio Preparación".				
	2. El sistema muestra una pantalla con las OF que debe				
	realizar el centro en el que se encuentra.				
	3. El usuario selecciona la OF a realizar.				
	4. El sistema carga los datos de la OF y pasa el estado del				
	centro a "preparación".				

Comentarios	2.a. El sistema no se encuentra en estado "parada" y el sistema no continúa con la operación.3.a. El usuario cancela, se aborta el proceso y se mantiene el centro en estado "parada".
7	

771 11 4	~	7		((T)	0 <i>T</i>	9.9
Tabla /	1 ACOC	do	1100	"Pronara	MAN	//
<i>i unu 4</i> .	U USUS	ue	usu	1 1 817414	um	

Identificador + Nombre	CU003 – Fin Preparación			
Actores	Operario			
Descripción	El usuario establece que ha terminado de preparar la máquina.			
Evento de Activación	El usuario presiona el botón de "Fin Preparación".			
Precondición	El estado del centro de trabajo es "preparación".			
Garantías si éxito	Se pasa el centro al estado "espera visto bueno"			
Garantías mínimas				
Escenario principal	 El usuario selecciona el botón de "Fin Preparación" El sistema pregunta si se desea realizar la finalización de la preparación. El usuario confirma. El sistema pasa el centro a estado "espera visto bueno" y lo muestra en pantalla principal. 			
Comentarios	 2.a. El sistema no se encuentra en estado "espera visto bueno" y el sistema no continúa con la operación. 3.a. El usuario cancela, se aborta el proceso y se mantiene el centro en estado "preparación". 			

Tabla 5. Casos de uso "Fin Preparación"

Identificador + Nombre	CU004 - Producción					
Actores	Operario					
Descripción	El usuario selecciona la opción de "Producción" para comenzar					
	a producir la OF seleccionada.					
Evento de Activación	El usuario presiona el botón "Producción".					
Precondición	El estado del centro es "visto bueno".					
Garantías si éxito	Se pasa el centro al estado "producción".					
Garantías mínimas						
Escenario principal	1. El usuario presiona el botón "Producción"					
	2. El sistema pregunta si quiere comenzar con la					
	producción.					
	3. El usuario acepta.					
	4. El sistema almacena la hora de inicio de producción y					
	pasa el centro al estado "producción".					
Comentarios	2.a. El sistema no se encuentra en estado "visto bueno" y el					
	sistema no continúa con la operación.					
	3.a. El usuario cancela, el sistema aborta la operación y					
	mantiene el centro en estado "visto bueno".					

Tabla 6. Casos de uso "Producción"

Identificador + Nombre	CU005 – Fin Producción		
Actores	Operario		
Descripción	El operario selecciona la opción de finalizar producción para dar		
	el parte.		
Evento de Activación	El usuario presiona el botón Fin de producción.		
Precondición	El estado del centro es "producción"		
Garantías si éxito	El sistema almacena el parte de producción y el estado del		
	centro pasa a "parada".		

Garantías mínimas				
Escenario principal	1. El usuario presiona el botón "Fin Producción".			
	2. El sistema pregunta si desea finalizar la producción.			
	3. El usuario acepta.			
	4. El sistema muestra un formulario a rellenar por el usuario.			
	 El usuario rellena el formulario con las piezas buenas, piezas dudosas y piezas rechazadas. 			
	6. El sistema almacena el parte con todos los datos pertinentes y el estado del centro se pone en "parada".			
Comentarios	2.a. El sistema no se encuentra en estado "producción" y el			
	sistema no continúa con la operación.			
	3.a. El usuario cancela y se continúa en estado "producción".			

Tabla 7. Casos de uso "Fin Producción"

Identificador + Nombre	CU006 - Incidencia				
Actores	Operario				
Descripción	El usuario selecciona la opción de "Incidencia" para informar de una incidencia producida.				
Evento de Activación	El usuario presiona el botón "Incidencia".				
Precondición	El estado del centro es "producción".				
Garantías si éxito	Se pasa el centro al estado "incidencia" y se almacena el parte de incidencia.				
Garantías mínimas					
Escenario principal	 El usuario presiona el botón "Incidencia" estando en estado producción. El sistema pregunta si se desea reportar una incidencia. El usuario acepta. El sistema cambia el estado a "incidencia". El sistema muestra un formulario a rellenar por el usuario. El usuario presiona la opción de "justificar incidencia". El sistema muestra los posibles motivos de incidencia y un formulario a rellenar. El usuario rellena el formulario reportando la información requerida para almacenar la incidencia. El sistema graba todos los datos de la incidencia y vuelve a estado "producción" 				
Comentarios	 2.a. El sistema no se encuentra en estado "producción" y el sistema no continúa con la operación. 3.a. El usuario cancela, el sistema aborta la operación y mantiene el centro en estado "producción". 				

Tabla 8. Casos de uso "Incidencia"

Identificador + Nombre	CU007 – Realizar Visto Bueno
Actores	Inspector
Descripción	El operario ha preparado la máquina y el inspector tiene que
	darle el visto bueno a la misma.
Evento de Activación	El inspector presiona el botón "Visto Bueno".
Precondición	El estado del centro es "espera de visto bueno".
Garantías si éxito	El sistema registra el visto bueno y el estado del centro pasa a
	"visto bueno".
Garantías mínimas	

T • • • 1						
Escenario principal	1. El inspector selecciona la opcion de cambiar de usuario.					
	2. El sistema muestra el formulario de acceso.					
	3. El inspector introduce sus credenciales.					
	4. El inspector pulsa el botón "Visto Bueno".					
	5. El sistema pregunta si se desea realizar el visto bueno.					
	6. El inspector acepta.					
	7. El sistema muestra todas las características que deberían					
	cumplimentarse para dar el visto bueno a la máquina y					
	su criticidad.					
	8. El inspector selecciona las características que cumple la					
	máquina y acepta.					
	9. El sistema graba el visto bueno y pasa el estado del					
	centro a "producción".					
Comentarios	4.a. El usuario que ha introducido sus credenciales no tiene					
	rango de inspector y el sistema informa de que no tiene					
	autorización y cancela la operación.					
	5.a. El usuario cancela, el sistema aborta la operación y					
	mantiene el centro en estado "espera visto bueno".					
	8.a. El inspector acepta con características críticas sin validar, el					
	sistema cancela el reporte del visto bueno y envía un email al					
	teamleader del inspector.					

Identificador + Nombre	CU008 – Realizar Visto Bueno Teamleader				
Actores	Teamleader				
Descripción	El inspector ha validado un visto bueno con características críticas sin validar, el <i>teamleader</i> a recibido un email y tiene que comprobar el visto bueno del centro.				
Evento de Activación	El teamleader selecciona la opción "VB Teamleader".				
Precondición	El estado del centro es "espera de visto bueno".				
Garantías si éxito	El sistema graba el visto bueno y el estado del centro pasa a "producción".				
Garantías mínimas					
Escenario principal	 El <i>teamleader</i> recibe email del sistema porque el inspector ha validado un visto bueno con características críticas sin cumplimentar. El <i>teamleader</i> selecciona la opción de "VB Teamleader". El sistema le pide sus credenciales. El <i>teamleader</i> introduce sus credenciales. El <i>teamleader</i> acepta el visto bueno. El sistema graba el visto bueno y pasa el centro a "producción". 				
Comentarios	 5.a. El usuario que ha introducido sus credenciales no tiene rango de <i>teamleader</i> y el sistema informa de que no tiene autorización y cancela la operación. 5.a. El <i>teamleader</i> cancela el visto bueno, el sistema no graba el visto bueno, aborta la operación y mantiene el centro en estado "espera visto bueno". 				

Tabla 9. Casos de uso "Realizar Visto Bueno"

Tabla 10. Casos de uso "Realizar Visto Bueno Teamleader"

6. Diseño arquitectónico y definición de la solución

En este trabajo de fin de grado, se han implementado todas las funciones necesarias para los módulos de calidad y de producción dentro de la lógica que sigue la parte operacional dentro de la aplicación. Así mismo, también se han realizado funciones generales de la aplicación fuera de estos módulos. Algunos ejemplos son funciones de acceso a datos, funciones de redimensionamiento dentro de las pantallas base y filtrado de datos a elección del usuario.

Tal y como se ha especificado en el apartado de arquitectura, el sistema está basado en una arquitectura de tres niveles (Figura 7), diseñado para su despliegue en cliente pesado.



Figura 7. Comunicación entre capas

A continuación, se describen los paquetes diseñados para implementar las tres capas:

Para comenzar, la capa de persistencia se encuentra en un proyecto en el que se han programado funciones relacionadas con el acceso a los datos en Sql Server (Figura 8). Con el fin de no realizar llamadas directas a SQL se han implementado una serie de funciones que permiten obtener, insertar, modificar y borrar datos pasándolas una lista con los campos que se desean, un filtro al que se le añaden las condiciones que irían en el "where" de la sentencia, y la tabla de la que sacar esos datos. Además, el acceso a datos cuenta con funciones de comprobación de conexiones, así como de inicio y fin de transacción, funciones para calcular un autonumérico y ejecutar procedimientos almacenados.



Figura 8. Acceso a datos del motor

Por otra parte, existe otro proyecto denominado Global (Figura 9), en el que se han implementado funciones relacionadas con la traducción de los formularios, la detección de idioma, el acceso a documentos, tanto ficheros como imágenes, así como funciones relacionadas con el envío de correos electrónicos, comprobación de identificación con el fin de permitir abrir la aplicación o cancelar el acceso, funciones relacionadas con el formato de las fechas, etc.



Figura 9. Funciones globales acceso datos motor

Para el control de datos, se ha creado un proyecto de negocio específico para la gestión de la producción, la cual realiza la comunicación de la capa de datos con la de presentación y viceversa. Este proyecto contiene clases con cada una de las entidades para el control de datos (Figura 10).



Figura 10. Proyecto que recoge la lógica de negocio

Para la capa de presentación, se han realizado diferentes proyectos de manera que en uno se han implementado todos aquellos formularios que serán comunes para toda la aplicación, es decir, que podrán ser utilizados como base para distintas pantallas de la aplicación heredando así sus características (Figura 11).



Figura 11. Formularios comunes de la aplicación

Por otra parte, tal y como se muestra en la Figura 12, se ha realizado un proyecto que contiene las pantallas necesarias para todos los escenarios dentro de la lógica de producción que lleva la aplicación. Cada una de las clases contiene un formulario en el que se realizan funciones dependiendo del botón que sea presionado por el usuario. Estas funciones se encargan de llamar a aquellos métodos de comprobación y realización de acciones de acuerdo con los requisitos especificados.

Explorador de soluciones - IPSC 👻 📮 🗙
🖻 🖹 🖻 🖧
🚛 Solución 'IPSCapturaDatos.Aplicacion.Prc
IPSCapturaDatos.Aplicacion.Produce
📷 Service References
🖽 🗁 Resources
FrmPruebas2.∨b

Figura 12. Proyecto que recoge las pantallas del módulo de producción

6.1. Diseño de base de datos

Un sistema de información MES puede en muchos apoyarse en un sistema ERP para obtener información de la empresa y visualizar los registros almacenados. Sin embargo, al no ser obligatorio que el cliente tenga un ERP, se ha considerado desde un principio que el sistema cuente con una base de datos propia que contenga todas aquellas tablas con la información que requiere la aplicación con el fin de que pueda ser distribuida como una aplicación independiente de cualquier otro sistema. En el esquema conceptual que aparece a continuación (Figura 13), podemos ver las entidades que permiten a la aplicación de captura de datos recoger todos los datos necesarios para seguir la secuencia de las operaciones de producción, así como el grabado de los registros requeridos para tener el historial completo del trabajo en la planta.



Figura 13. Esquema conceptual base de datos

Para comenzar, tenemos la entidad Terminal que representa el PC (o cualquier tipo de dispositivo) en el que se encuentra instalado el sistema. Un terminal tiene asociado su número de Sección, entendida como la zona dentro de la planta de producción en la que se encuentra. Además, el Terminal tiene un conjunto de Centros asociados a él. Un Centro es lo que entendemos como máquina, que sólo podrá estar asociada a un Terminal, tendrá una característica del Tipo de Centro que es y se encontrará en una sección determinada al igual que el terminal. Por otra parte, el Centro tendrá asociados un conjunto de Operarios que podrán utilizarle y un conjunto de OF (órdenes de fabricación) pendientes para realizar por el mismo. Un Operario puede ser de tipo Taller, operario encargado de realizar las operaciones en las máquinas, de tipo Inspector, superior al tipo Taller encargado de revisar el trabajo del operario de taller y realizar vistos buenos de las preparaciones de centros, y de tipo *Teamleader*, superior al Inspector cuyo papel es realizar los vistos buenos en caso de haber problemas con los vistos buenos generados por el inspector. Un operario realiza un conjunto de OF a diario, las cuales

solo son realizadas por ese operario. Una OF (orden de fabricación) tiene encargada una Tarea, es decir, la fabricación de una pieza concreta que genera la OF. Un conjunto de tareas, llevan a la cumplimentación de una OT (orden de trabajo) que se encarga de la generación de un Artículo completo, el cual está formado por un conjunto de piezas de las generadas por las OF's. Por otra parte, una OF además de generar piezas, se encarga de registrar todas las fases por las que pasa en un historial dependiendo en cual se encuentre. Los tipos de registros en el historial se corresponden por lo tanto con las fases por las que pasa la OF, que son, Preparación, VistoBueno, Producción e Incidencia. En el caso del registro de un visto bueno, hay que indicar el operario inspector, y en caso de ser necesario el operario *teamleader*, que hayan participado en el proceso. Además, el visto bueno tiene asociados una serie de parámetros con una secuencia y una criticidad, de los cuales se almacena cuáles han sido validados y cuáles no. En el caso del registro de Producción se almacenarán como datos particulares la cantidad de piezas buenas, rechazadas y dudosas que se han producido durante la realización de la OF. Por último, en el caso de producirse una incidencia, se añadirá un registro en el historial de tipo incidencia

6.2. Lógica de negocio

En la Figura 14 se puede observar el diagrama de clases de negocio que han sido implementadas para recoger la funcionalidad especificada. Tenemos una clase por cada elemento con entidad propia, como es Operario, que realiza funciones básicas como comprobaciones de si un operario es inspector o *teamleader*. La clase Centro representa los centros de trabajo o máquinas, por lo que tiene funciones de arranque de máquina y activación y desactivación de operarios. La clase Terminal representa el dispositivo, ya sea PC o Tablet, que tiene instalada y donde es ejecutada la aplicación. La clase "OrdenFabricación", que es la clase central del módulo programado y que se ocupan de cambiar el estado de la OF, funciones dedicadas a la ejecución de la lógica relacionada con cada estado y las funciones de grabado de registros para mantener el historial en cada uno de esos estados, todas ellas llamadas desde los distintos formularios de la aplicación. Esta clase además tiene un estado que es de un tipo enumerado para identificar en cuál de las fases del proceso productivo se encuentra la OF.



Figura 14. Diagrama de clases negocio

6.3. Formularios implementados

Al abrir la aplicación, ésta muestra un formulario de acceso con el fin de validar el usuario y la contraseña (Figura 15). A continuación, si las credenciales son correctas, la aplicación muestra la pantalla principal.



Figura 15. Pantalla de validación del usuario

La pantalla principal de la aplicación (Figura 16), es el formulario padre, desde este dependiendo del botón seleccionado son llamadas las diferentes pantallas.

APTURA DE DATOS - [FrmVistoBu	eno]				
CAMBIO			00		
MAQUINA		S10	0718002798		NORT
PRODUCCION	OPERARIOS	🛸 RECHAZOS 🏾 🏁	DUDOSAS a ONLINE		
ORDEN	OF110	007			
FASE 10		修理 / REF	ASO/RECUPERACIÓN		R
ARTICULO		CRANKSH	AFT 9002798 B12		
PARTE: REALIZADAS: PROGRAMADAS: 9	0 RECHAZADA	NS: 0	%PRC	DD. C REALIZADAS: CH. C A FABRICAR:	NCIA): R 2164 5600 A MONITORIZACION
MAQUINA: ESTADO		PRODUCCION 06/02/2018 10:30:04		40	s G
					CALIDAD
			eter (
			OPERACIONES		
PREPARACION	FIN PREPARAC	ION V°B	PRODUCCION	INCIDENCIA	FIN PRODUCCION
ि IPS-NORTE x	IPSCDatos	李/Li	, 鹏飞/Pengfei	2.0.0.0	06/02/2018 10:31

Figura 16. Pantalla principal de la aplicación MES

En la pantalla de la Figura 16, podemos observar la información que es relevante en el momento de la producción. En la cabecera del formulario se encuentra el nombre del centro de trabajo en el que nos encontramos y debajo el identificador del artículo que está siendo producido según la orden que ha sido seleccionada (que aparece en la parte inferior). En la parte central

podemos ver el número de orden de fabricación, la fase dentro de la orden actual y el nombre del artículo que se está fabricando. A continuación, en la zona delimitada por el frame "PARTE" el operario podrá ver las piezas que debe realizar y se irán actualizando los datos dependiendo del transcurso de la realización de la OF.

Debajo, se encuentra el estado de la máquina, a partir del cual la aplicación permitirá realizar las operaciones pertinentes con dicho estado y que irán cambiando en función de la operación ya realizada sobre la OF. En la parte inferior, se disponen de los botones para seleccionar las diferentes operaciones a realizar dentro de la producción, y en el pie del formulario, se muestran en orden de izquierda a derecha: el nombre de la empresa, la base de datos, el nombre del operario actual, la versión, la fecha y la hora.

Para comenzar con las operaciones dentro de la producción, al presionar el botón de INICIO PREPARACIÓN se muestra la pantalla de la Figura 17. Esta pantalla carga y muestra una rejilla (grid) que contiene una lista de órdenes de fabricación a realizar por la máquina en la que se ha establecido que se encuentra el operario, en la que se muestra la operación a realizar, la fase, el artículo y las piezas a realizar. Cada línea de la rejilla cuenta con un campo de tipo checkbox que el operario seleccionará para determinar cuál es la OF que va a realizar. En la parte inferior, aparecen los botones ACEPTAR, CANCELAR.

Con el botón CANCELAR, se vuelve a la pantalla principal sin realizar ninguna acción. Al dar al botón de ACEPTAR, el sistema carga en el terminal la OF seleccionada, pasa el estado a "preparación" y muestra la información pertinente en la pantalla principal.

				A010		
	Nº Orden	Fase	Operacion	Desc. Operacion	Articulo	Desc. Articulo
	OF110019	10	220	打磨 / REBARBA	F10700066285	差壳 40066285 / DIFFE
21	OF110302	10	220	打磨 / REBARBA	F10700066285	差壳 40066285 / DIFFE
121	OF110321	10	220	打磨 / REBARBA	F10700066285	差壳 40066285 / DIFFE
10	OF110547	10	220	打磨 / REBARBA	F10700409121	差壳 R 02T 409 121J /
11	OF111204	10	220	REBARBA	444	44
• [r	SIN	, AJUSTES PREPARATION

Figura 17. Pantalla inicio preparación

A continuación, el paso a realizar por el operario es preparar la máquina y cuando termina presionar el botón de FIN DE PREPARACIÓN. El sistema muestra una pantalla de confirmación y al darle a SI cambia el estado de la máquina a estado "espera visto bueno".

Al presionar el botón de V°B° se muestra la pantalla de la Figura 18 que se encarga de cargar y mostrar un grid como el definido en la pantalla anterior, con las características que debe cumplir la máquina para considerarse que puede empezar la producción, un campo denominado "OK" de tipo checkbox para seleccionar si la característica está validada o no y un campo "Comentario" por si se tuviera que añadir cualquier dato concreto. En la parte inferior se

encuentran dos botones NO OK GLOBAL y OK GLOBAL que deseleccionan y seleccionan respectivamente todas las características con un solo clic. En la parte inferior, aparecen los botones ACEPTAR, CANCELAR, y VB TEAMLEADER.

CAPTURA DE DA	TOS - [FrmVistoBueno]								
				A010					
			F10	0700066285					
ОК	Parametro	Desc. Parametro	Grupo	Secuencia	Critico	Comentario			
E	1	parametro1	1	10	×.				
	1	parametro1	2	10					
	2	parametro2	1	20	V				
	NO OK GLOBAL OK GLOBAL								
	ACEPTAR CANCELAR VR TEAMI EADER								
	AGEFTAN OANGELAN VETEAMLEADEN								
	DTE INCOD						07/02/2010 16:22		
IPS-NO	KIE XIPSCDa	tos				2.0.0.0	07/02/2018 16:33		

Figura 18. Pantalla validación Visto Bueno

Con el botón CANCELAR, se vuelve a la pantalla principal sin realizar ninguna acción. Al presionar el botón de ACEPTAR, la pantalla llama a las funciones de EjecutarVistoBueno, GrabarVistoBueno y GrabarVistoBuenoTeamleader implementadas en la clase OF del proyecto de negocio (Figura 14) para comprobar si el usuario que intenta hacer el visto bueno es inspector, comprobar que no hay ninguna característica marcada como crítica a la que la falte el OK y grabar el visto bueno.

En el caso de que falten de validar parámetros críticos, cancela el grabado y manda un correo electrónico al *teamleader* asignado al inspector. Para este caso, se encuentra el botón VB TEAMLEADER que mostrará una pantalla de validación de credenciales (Figura 19) en la que se comprueba, en caso de presionar el botón de validar una vez introducidos los datos, que sea *teamleader* y se graba el visto bueno añadiendo en él que ha sido necesario la actuación del *teamleader*.

	aros - [rmmstobbeno]			A010			
				AU10			
			F10	0700066285			
ок	Parametro	Desc. Parametro	Grupo	Secuencia	Critico	Comentario	
	1	parametro1	1	10	V		
	1	parametro1	2	10			
	2	parametro2	1	20	V		
		S VALIDACI	DN OPERARIO				
			т	EAMLEADER	_ Ш	2	
		ID:					
		PASSV					
			VALIDAR	CA	NCELAR		
		NO OK GLOBAL				OK GLOBAL	
	ACEPTA	NO OK GLOBAL		CANCELAR		OK GLOBAL VB TEAMLEADER	

Figura 19. Pantalla validación Teamleader

Al presionar el botón de INICIO PRODUCCIÓN se muestra un formulario de la Figura 20 con los datos de la OF que se va a comenzar a producir según lo marcado. Si se confirma esa acción presionando el botón ACEPTAR, el sistema carga la información pertinente de la OF en la pantalla principal y pasa el estado de la máquina a "producción". Si se presiona el botón CANCELAR se regresa a la pantalla principal sin realizar ninguna acción.

💀 FrmInicioProduccion				×
Contador Inicial	Nº Orden	Fase	Operacion	Desc.
0	OF110547	15	235	U.S. 搭
•	1			•

Figura 20. Pantalla inicio producción

Una vez que el proceso de fabricación termina, el operario selecciona la opción de FIN PRODUCCIÓN. Este botón muestra el formulario de la Figura 21 que contiene una rejilla con los datos de la OF realizada y unos campos a rellenar que son el número de piezas "Buenas", "Rechazadas" y "Dudosas" que se han fabricado de acuerdo al criterio del operario. A continuación, al presionar el botón ACEPTAR, el sistema graba el registro de la producción de la OF y vuelve a la pantalla principal que ya no tendrá información de ninguna OF cargada y pasa el estado de la máquina a "parada". Como en las demás pantallas, si se presiona el botón CANCELAR se regresa a la pantalla principal sin realizar ninguna acción.

				A020					
			F107	00409121					
Contador Inicial	Contador Final	Unidades	Buenas	Rechazos	Dudosas	Nº Orden	Fase	Operacion	D
0	0	0	0	0	0	OF110547	15	235	U
4									•

Figura 21. Pantalla fin producción

En el caso de producirse una incidencia durante la producción, el operario presiona el botón INCIDENCIA que se encuentra junto a las demás operaciones dentro de la pantalla principal. El sistema muestra un mensaje para que el operario confirme que desea iniciar una incidencia. Si este confirma, el sistema pasa a estado "incidencia" y en la pantalla principal se muestra en la parte de la máquina el estado actual de incidencia a color rojo, la hora en la que ha comenzado la incidencia y un campo que indica que la incidencia todavía no ha sido justificada.

CAMBIO			00				X
MAQUINA		S107	718002798				NORTE
PRODUCCION	🚨 OPERARIOS 🛛 🛸	RECHAZOS <table-cell></table-cell>	Dosas 🎑 onlin	NE			
ORDEN	OF110007						
FASE 10		修理	/ REPASO/RECUP	ERACIÓN			
ARTICULO		CRAI	NKSHAFT 9002798	B12			
PARTE:	_					TOTAL(OF/SECUEN	
REALIZADAS:	RECHAZADAS:		0		%PROD.	REALIZADAS: 21	164
PROGRAMADAS: 96	00 DUDOSAS:		0		%RECH.	A FABRICAR: 56	500 P
MAQUINA:		NORTHON					R
ESTADO		INCIDENCIA				AA	G
		06/02/2018 10:30:	04			967 94 .	R
		Sin Justificar			1	1	M N
		06/02/2018 10:32:	55		Litins		A
					main form		
		0	OPERACIONES	6			
PREPARACION	FIN PREPARACION	V°B	PRODUCCION	INCIDE		IN PRODUCCIO	N U
< ۱۳۶-NORTE xl	PSCDatos	李/Li,	胄飞/Pengfei		2.0.0.0	06/02/2018	, 10:33

Figura 22. Pantalla incidencia

Cuando la incidencia es resuelta, el operario selecciona dentro de la pantalla principal el menú vertical denominado PROGRAMAS (Figura 23) y selecciona la opción de JUSTIFICAR. Al presionar esta opción el sistema muestra un grid (Figura 24) con el conjunto de causas por las que se puede haber producido la incidencia y un campo para poder añadir comentarios. Cuando el operario selecciona la causa y presiona ACEPTAR, el sistema da por resuelta la incidencia

por lo que graba el registro de la incidencia producida, cambia el estado de la máquina de nuevo a "producción" y actualiza la información en la pantalla principal.

CAPTURA DE DATOS - [FormBas	eValidacion]						
CAMBIO			A010)			
MAQUINA			F107000	6285			
PRODUCCION	OPERARIOS	S 💌 RECHAZOS	DUDOSAS	ONLINE			NORI
ORDEN FASE 10 ARTICULO	OF11	0321 差壳 40066285 / DII	打磨 / REBA	RBA	35 121D		
PARTE: REALIZADAS: PROGRAMADAS:	RECHAZAD	AS:		%PRC	DD. C REALIZADAS: A FABRICAR:		
INICIO		ESPERAVB 07/02/2018 12:08	:08		#		
				- /		PR	
					14 - Le 71 - Le		MONITORIZACION
						ŝ	CALIDAD
			OPERACIO	NES			
IN IPS-NORTE	xIPSCDatos		李/Li, 鹏飞/Per	gfei	2.0.0	.0 07/02,	2018 15:16

Figura 23. Pantalla principal con menú vertical abierto

	<u></u>		0	0			
			910719	002708			
	Incidencie	Descripcion	510716	002798			
1071	EC04	这注后供水成分2	5 ₩ / Mala composición	de colada / Incorrect	composition pouri	ng iron	
	FC04	法注行故障 / Δνο	ría máquina colada / Pou	ue colada / mconect	composition poun	ing inon	
997	ML 06	横目问题 / Proble	ma niaca moldeo / Patte	rn Plate failure			
	ML03	模具污绘/110000	vería transporte moldes	Mould transportation	n failure		
500	MLOO	横目上右附着物/	Problema con pegote el	molde / Broken Mou	ld (excess materi	=I)	
	CO01	再换砂箱 / Cambi	o de caia / Pattern Plate	Change	id (excess materia		
100	MI 10	换模/Cambio mo	Ide / Patterm Plate Chan	de			
	ML05	抛丸机故障 / Ave	ría granalla / Shot blastir	o machine failure			
	CO03	定期维护关机 / Pa	aro programado Manten	imiento/Scheduled r	naintenance down	time	
	ST01	定期维护关机 / Pa	aro programado Manten	imiento/Scheduled	naintenance down	time	
1000 1000	ML08	回砂装置故障 / 4	vería instalación retorno	arena / Sand Return	System Failure	unio	
•			П				•
DBS	SERVACIONE	S					
		ACEPTAR			CANCELAR		

Figura 24. Pantalla justificación incidencia

Adicionalmente, se han realizado un conjunto de funciones que facilitan la modificación del diseño de los grid con la finalidad de facilitar la visualización de los datos al operario. Estas opciones (Figura 25) aparecen cuando se toca dos veces sobre la línea del grid que contiene el nombre de las columnas.



Figura 25. Opciones modificación grid

Dentro de las opciones disponibles tenemos la de CONFIGURACIÓN, la cual, al ser presionada, muestra la pantalla de la Figura 26 en la que se permite modificar los datos que aparecen en el grid, pudiendo añadir los campos disponibles para el grid actual, eliminar todos aquellos que el operario considere que no es necesario que sean visualizados y mover los campos para que se muestren en el orden que se defina.

	Mostrar estos Campo en Este Orden:
	Seleccion
	Nº Orden
AÑADIR	Fase
	Operacion
QUITAR	Desc. Operacion
	Articulo
SUBIR	Desc. Articulo
	Cantidad
BAJAR	F. Creacion
1	F. Inicio
	F. Fin
	CANCELAR
	AÑADIR QUITAR SUBIR BAJAR

Figura 26. Configuración grid

La segunda operación se produce al presionar FUNCIONES AGREGACIÓN, que muestra la pantalla de la Figura 27 en la que se puede seleccionar valores de los campos numéricos como MAXIMO, MINIMO, SUMA, MEDIA, etc. Esta función añade al final del grid una fila en la que muestra los valores seleccionados de cada columna en concreto por independiente (Figura 28).

Fase Cantidad	CUENTA
	CUENTA SIN NULO
	DESVIACION ESTANDAR
	MAXIMO
	MEDIA
	MINIMO
	SUMA
	SIN AGREGADO
SIN AGREGA	ADO GENERAL
ACEPTAR	CANCELAR

Figura 27. Funciones agregación grid

ОК	Parametro	Desc. Parametro	Grupo	Secuencia	Critico	Comentario
	1	parametro1	1	10	V	
	1	parametro1	2	10		
	2	parametro2	1	20	V	
			1	20		

Figura 28. Ejemplo con Grupo MÍNIMO y Secuencia MÁXIMO

A continuación, se encuentra la opción de ACTIVAR/DESACTIVAR AREA AGRUPACIÓN. Al seleccionar esta opción, el sistema muestra una cabecera encima del grid cuya finalidad es que, si el operario arrastra un campo, agrupará todos los registros que aparecen en el grid en función de ese campo. Si se van arrastrando varios campos, el grid se agrupa en "cadena" de manera que en primer lugar se agrupa por el primer campo, dentro de esa agrupación se agrupa nuevamente por el segundo campo y así consecutivamente tal y como podemos ver en el ejemplo de la Figura 29.

Parametro	Grupo										
ОК	Parametro	Desc. Parametro	Grupo	Secuencia	Critico	Comentario					
Parametro	:1										
Grupo: 1											
	1	parametro1	1	10	V						
Grupo: 2											
	1	parametro1	2	10							
Parametro	■ Parametro: 2										
Grupo: 1											
	2	parametro2	1	20	V						

Figura 29. Ejemplo agrupación Parámetro y Grupo

La siguiente opción que aparece es ACTIVAR/DESACTIVAR FILTRADO COLUMNAS que al ser presionada muestra añade una primera fila dentro del grid cuya finalidad es permitir filtrar por un valor en concreto, es decir, el operario deberá meter el valor de las columnas por las que desea filtrar y darle al enter. El sistema mostrará únicamente los registros que cumplan todos los filtros, como se muestra en la Figura 30 en el que sin el filtrado saldrían las mismas filas que podemos ver en la Figura 29.

OK	Parametro	Desc. Parametro	Grupo	Secuencia	Critico	Comentario
	2		1 😵			
	2	parametro2	1	20		

Figura 30. Ejemplo filtrado columnas

Al presionar el botón de GUARDAR DISEÑO, se guarda toda la configuración que haya sido modificada para el grid para futuros accesos a esa pantalla. Para eliminar un diseño establecido con anterioridad y volver al original se encuentra la opción ELIMINAR DISEÑO.

6.4. Pruebas

En este apartado se detallan los distintos tipos de pruebas que se han llevado a cabo en cada uno de los proyectos que forman este sistema.

Los primeros proyectos desarrollados fueron los encargados de la persistencia, como es el proyecto "IPSCapturaDatos.Motor.AccesoDatos" y de las funciones generales del motor como "IPSCapturaDatos.Motor.Global". En ambos proyectos se realizaron pruebas unitarias para la comprobación del correcto comportamiento de las funciones que lo conforman de manera individual. Para este fin, se realizó una base de datos de prueba en la que se incluyeron datos necesarios para las distintas comprobaciones del control de acceso a datos. Para el control de las funciones globales, se realizaron pruebas a partir de una clase externa de pruebas, de manera que se establecían unos parámetros y se comprobaba el resultado de la función con respecto al resultado esperado.

A continuación, se pasó a la implementación del proyecto que contiene los formularios base y de los que heredan el resto de formularios que constituyen la solución. Sobre este proyecto, "IPSCapturaDatos.Aplicacion.ClasesComunes", se realizaron pruebas de integración y de funcionamiento. Para ello se utilizó de nuevo un formulario extra de pruebas, de manera que se comprobaba si estas respondían a todas las funciones, tanto solape entre los formularios heredados como de redimensionamiento al tamaño de pantalla, etc.

El proyecto con la lógica de negocio, "IPSCapturaDatos.Negocio.Produccion" contiene todas las funciones en las que se basa la aplicación, es decir, todas aquellas funciones que realizan los cambios de estado y grabado de registros históricos de cada una de las fases de cada proceso de producción. Para la comprobación del correcto funcionamiento de las mismas, fue necesario la realización de pruebas integración con el proyecto de acceso a datos ya que es utilizado continuamente desde estas funciones.

En el proyecto de las pantallas finales, "IPSCapturaDatos.Aplicacion.Produccion", que con cada botón llaman a una acción en concreto de la lógica de producción, se realizaron pruebas de integración para comprobar que efectivamente se realizaban las acciones en el momento pertinente. También se realizaron pruebas unitarias para la comprobación de la actualización continua de los datos en la pantalla principal.

Por último, se realizaron pruebas de sistema de manera sistemática por parte del jefe de proyecto conectando todas las piezas que forman el mismo, comprobando el correcto funcionamiento de cada paso del flujo de la lógica que sigue la realización de una orden de trabajo en la planta de producción, finalidad de la aplicación de captura de datos.

7. Conclusiones

El presente proyecto tiene como principal finalidad la creación de un sistema de captura de datos estándar que cuente con las funcionalidades principales para controlar la lógica de una planta de producción y pueda ser parametrizado para cada cliente particular.

Lo primero que se ha de decir es que el proyecto cumple con todos los requisitos establecidos en su inicio y está operativo, aunque obviamente se irá extendiendo a demanda de las necesidades de los clientes.

La principal dificultad con las que me he encontrado en la realización del proyecto, fue la relativa a la definición de la aplicación dado que tenía que satisfacer ser estándar y fácilmente parametrizable.

Durante la realización del proyecto, he podido concluir la importancia de los sistemas de información ERP y MES en cualquier tipo de empresa de producción. Mientras que el software ERP se centra en la gestión del negocio, el sistema MES está enfocado en la producción, esto es en el control y supervisión de los procesos de fabricación. Un sistema MES es crucial, por tanto, en entornos manufactureros, ya que puede marcar la diferencia entre una fábrica tradicional y una fábrica preparada para el futuro. Además, estos sistemas son de gran ayuda para la toma de decisiones en tiempo real y para reducir los tiempos y costes de producción, lo que lleva a un incremento de la eficiencia y productividad de la fábrica.

En ámbito personal, la realización de este proyecto me ha permitido poner en práctica las bases teóricas adquiridas durante el grado. Además, he refrendado la importancia que tienen aspectos como la toma de requisitos, realizar un diseño de base de datos sólido con una perspectiva global y flexible, y diseñar soluciones estándar.

Asimismo, realizar este proyecto en una empresa me ha demostrado la utilidad de seguir una metodología de trabajo, la necesidad de un jefe de proyecto capaz de establecer prioridades y objetivos, y, sobre todo, la importancia del trabajo en equipo. Por último, gracias a este proyecto, he podido demostrar mi capacidad para diseñar un producto software, cumpliendo con todas las fases del ciclo software, así como darme cuenta de la dificultad que conlleva la realización de este.

8. Líneas futuras

Tal y como se ha mencionado, el proyecto ha cubierto todas las características y funcionalidades que fueron requeridas en un inicio. Sin embargo, en todo producto software siempre hay margen para la mejora y su extensión funcional.

Sin embargo, considero que en una planta de producción en la que es tan importante el control de todas las operaciones que hacen las máquinas, así como el recuento de piezas buenas y malas, sería muy útil que la aplicación se desarrollara para ser adaptable a una planta de producción en la que las máquinas contaran con un PLC[8]. De esta manera, la aplicación se encargaría de automatizar los procesos y recibiría la información pertinente como piezas realizadas de la propia máquina en vez de obtener la información que introduce el operario. Se obtendría información más fiable.

Por otra parte, a partir del desarrollo actual y con la mirada en el futuro, una de las principales acciones que se podrían hacer en este sistema MES sería incorporarle herramientas de *Business Intelligence*, de manera que se facilite la extracción, depuración, así como la generación de KPIs e informes analíticos para apoyar a los directivos y los usuarios oportunos en la toma de decisiones.

9. Bibliografía

1. Crecimiento del mercado de los ERP en el mundo | [Blog de Santilop]. [citado 22 de diciembre de 2017]. Disponible en: http://diarium.usal.es/santilop00/2017/05/05/crecimiento-del-mercado-de-los-erp-en-el-mundo/

2. Francisco Fraile 2016. La didáctica de la alineación de los procesos de producción en planta y la información a través de la herramienta MESView. Universidad Politécnica de Valencia, Departamento de Organización de empresas, Centro de Investigación, Gestión e Ingeniería de producción (CIGIP); 13 páginas. PDF.

3. Carlos Blé Jurado 2010. Diseño ágil con TDD. LULU.com; 2010. 296 páginas.

4. Maximiliano Firtman, Leonardo Natale. Visual Studio .NET Framework 3.5 para profesionales. Marcombo 2011; 370 páginas.

5. César Pérez López. Domine Microsoft SQL SERVER 2008. RA-MA; 2009. 678 páginas.

6. SQL Server 2008, nuevas caracteristicas | Business Intelligence, Data Warehouse, Monterrey, México : Gravitar [Internet]. [citado 7 de enero de 2018]. Disponible en: https://gravitar.biz/sql-server/sql-server/2008/

7. MES Software | 2018 Reviews | Manufacturing Execution System [Internet]. [citado 18 de enero de 2018]. Disponible en: https://softwareconnect.com/mes/

8. MONOGRAFICO: Lenguajes de programación - Principios básicos de PLC | Observatorio Tecnológico [Internet]. [citado 30 de enero de 2018]. Disponible en: http://recursostic.educacion.es/observatorio/web/gl/component/content/article/502-monografico-lenguajes-de-programacion?start=2