

Universidad del País Vasco

FACULTAD DE INGENIERÍA INFORMÁTICA

PROGRAMACIÓN VISUAL DE LA PRODUCCIÓN

Trabajo de Fin de Grado

Autor:
Jon Gorostegui Martinez

2023

Resumen

Este documento corresponde a la memoria del Trabajo de Fin de Grado con título “Programación visual de la producción”, en colaboración con la empresa AMIE CONSULTING. El proyecto se ubica dentro de la rama de programación de software, concretamente en la programación web. Se ha desarrollado una pagina web que permite la programación visual de fabricación en cada etapa de proceso teniendo en cuenta las restricciones de uso de recursos y la secuencia de fabricación. Además de visualizar los recursos necesarios de personal, teniendo en cuenta o no las restricciones impuestas. Junto la posibilidad de simulación o corrección manual del programa, con el recálculo de recursos. Representando la carga semanal de producción en una planificación mensual o anual.

Índice general

1. Introducción	5
2. Antecedentes	7
2.1. Descripción de la empresa	7
2.2. Por qué necesitan este programa	8
2.3. Situación de partida	8
3. Planificación	9
3.1. Descripción del producto	9
3.2. Gestión del Alcance	10
3.2.1. Objetivos	10
3.2.2. Requisitos	11
3.2.3. Fases del proyecto	12
3.2.4. Descomposición de tareas	13
3.2.5. Paquetes del proyecto	14
3.2.6. Dependencias entre las tareas	15
3.3. Gestión del Tiempo	16
3.3.1. Diagrama de Gantt	16
3.3.2. Tiempo estimado a cada tarea	18
3.4. Gestión de Riesgos	19
3.4.1. Escalabilidad, probabilidad e impacto	20
3.5. Gestión de Comunicación e Información	20
3.5.1. Sistema de información	20
3.5.2. Sistema de comunicación	21
4. Estudio previo en productos similares	23
4.1. Edraw	24
4.2. Preactor	25
4.3. Distritok	26
4.4. Asprova	27
5. Estudio de herramientas a utilizar	28
5.1. Librería para Gantt	29
5.1.1. Herramienta escogida para la creación del Gantt	32
5.2. Otras herramientas	33
6. Diseño	34
6.1. Diseño de pagina web	34
6.1.1. Front-end	34
6.1.2. Back-end	39
6.2. Diseño de base de datos	40
6.2.1. Vsm	41
6.2.2. Pedidos	42
6.2.3. Etapa prevista, etapa propuesta y etapa real	43

7. Desarrollo	44
8. Pruebas	48
8.1. Pruebas durante el desarrollo	48
8.2. Pruebas después del desarrollo	50
9. Seguimiento y control del proyecto	51
9.1. Segunda planificación	51
9.1.1. Gestión del Alcance	51
9.1.2. Gestión del tiempo	54
9.2. Control de alcance	55
9.3. Gestión de riesgos	55
9.3.1. R1-Compatibilidad del proyecto con el curso universitario	56
9.3.2. R4-Nuevas implementaciones	56
9.4. Control de tiempo	56
9.4.1. Desviaciones en las iteraciones	56
9.4.2. Desviaciones en los paquetes	57
10. Conclusiones	59
10.1. Conclusiones técnicas	59
10.2. Conclusiones personales	59
11. Anexos	60
11.1. A. Actas de reuniones	61
11.2. B. Pantallas secundarias	80
11.3. C. Tablas base de datos	84
12. Bibliografía	88

Índice de figuras

3.1.	Diagrama EDT	13
3.2.	Dependencias entre tareas	16
3.3.	Diagrama de Gantt del proyecto	17
4.1.	Edraw Max	24
4.2.	Preactor APS	25
4.3.	Distritok	26
4.4.	Asprova APS	27
6.1.	Login PPC	35
6.2.	Programación 1 PPC	36
6.3.	Barra de navegación	36
6.4.	(a) información de etapa (b) editar etapa	36
6.5.	Programación 2 PPC	37
6.6.	Planificación entregas PPC	37
6.7.	Administración calendario 1 PPC	38
6.8.	Administración calendario 2 PPC	38
6.9.	Ficheros	39
6.10.	Diseño de base de datos	40
9.1.	Diagrama EDT modificado	53
9.2.	Diagrama de Gantt del proyecto modificado	53
9.3.	Gráfico de las horas estimadas y las horas reales de los paquetes	58
11.1.	Administración de puestos	80
11.2.	Administración de artículos	80
11.3.	(a) añadir articulo (b) aviso de advertencia	81
11.4.	Administración de etapas	81
11.5.	Administración de pedidos	82
11.6.	Administración de pedidos editar	82
11.7.	Administración de puestos 1	83
11.8.	Administración de puestos 1	83

Índice de cuadros

3.1.	Horas estimadas para cada tarea del proyecto	18
3.2.	Probabilidad e impacto de los riesgos	20
9.1.	Horas estimadas para cada tarea del proyecto	54
9.1.	Comparación entre las horas estimadas y reales de las tareas	56
9.2.	Comparación entre las horas estimadas y reales de las tareas	57

1 Introducción

Es un hecho que a la hora de analizar la rentabilidad de una fábrica, es necesario poner el foco en medir la capacidad de la producción, a corto, medio y largo plazo, buscando optimizar una planificación de la producción que nos permita tomar medidas en tiempo real, que nos permita resolver posibles conflictos futuros. La planificación de la producción radica en fijar un plan de trabajo (completamente dinámico) dependiendo de la cantidad de pedidos o de las ventas que esperamos tener. Para hacer una planificación de la producción realista, debemos tener en cuenta los siguientes puntos: numero de trabajadores, materiales disponibles, plazos de entregas y capacidad de producción entre otros. La importancia de la planificación de la producción radica en conseguir la plena sintonía entre la capacidad y la previsión de la demanda. Para ello, con los avances y tecnologías de hoy en día, se disponen de varias herramientas que puedan realizar dichas funciones o similares.

Este Trabajo de Fin de Grado (TFG en adelante), se ha realizado en colaboración con la empresa AMIE Consulting que se especializa en asesorar de forma personalizada a las empresas en las áreas de estrategia y operaciones.

En este documento se detalla el proyecto realizado describiendo el desarrollo y el diseño de una herramienta que permite realizar una planificación de la producción y su plan anual, proyectándose por pantalla en una página web. Gracias a este software se consigue una planificación de la producción óptima, además de su simple visualización y la capacidad de modificación, es decir, hacer que tu proceso de fabricación fluya con la máxima eficiencia, equilibrando las necesidades de producción con los recursos disponibles de la manera más rentable. Asimismo, tener la visibilidad de la capacidad productiva real de la planta. Ser capaces de reaccionar ante cualquier imprevisto en la planta, roturas de stock, cambios de fechas, etc. Poder vincular y relacionar todos los procesos productivos entre sí, evitando ineficiencias y tiempos de espera.

El objetivo de esta memoria es asociar todos los conocimientos adquiridos durante el proyecto, presentar la primera planificación y explicar el desarrollo del proyecto. Todo ello se ha estructurado en los siguientes diferentes puntos:

1. **Antecedentes:** contexto en el cual se ubica el proyecto, describiendo la empresa, los conceptos básicos para entender el entorno del proyecto y el estado anterior del proyecto.
2. **Planificación:** planificación inicial del proyecto. En ella, se describe con detalle el producto final esperado del proyecto y la planificación inicial con la gestión del proyecto: alcance, tiempo, riesgos, calidad, y comunicación.
3. **Estudio previo en productos similares:** estudio y análisis de softwares que cumplen un funcionamiento similar al del proyecto.
4. **Estudio de herramientas a utilizar:** estudio y análisis de las diferentes herramientas que se han utilizado para la implementación del proyecto. Se realiza

también una breve descripción sobre los conceptos básicos para entender las herramientas. Después de presentar por cada herramienta una descripción y una comparativa de sus ventajas y desventajas, se argumentan las herramientas finales que se han utilizado.

5. **Diseño:** diseño que se ha utilizado para implementar el proyecto en la fase de desarrollo.
6. **Desarrollo:** desarrollo de la implementación del proyecto. Se explican las funcionalidades principales del programa, indicando las opciones que se plantearon durante el desarrollo. También, se indica como se utiliza la herramienta.
7. **Pruebas:** pruebas exhaustivas realizadas durante el desarrollo del proyecto para garantizar que funciona para las mismas y también que se cumplen los requisitos definidos en la planificación. Se indican todos los errores encontrados y las decisiones que se tomaron para solucionar dichos errores.
8. **Gestión:** seguimiento y control del proyecto, donde se redacta la segunda planificación del proyecto y los motivos de su realización. Por otra parte, se analizan las desviaciones finales respecto a la primera y segunda planificaciones.
9. **Conclusiones:** conclusiones finales del proyecto, enumerando las lecciones aprendidas durante la realización del proyecto y las líneas de avance futuras relacionadas con el mismo.

2 Antecedentes

En este apartado se presentan los conceptos en los que se basa el TFG y así como la descripción de la empresa y el estado actual de la misma. Estos conceptos están presentes durante todo el documento y es necesario su comprensión para poder entender el proyecto. En primer lugar, se presenta la empresa y el estado actual de la misma (2.1). Después, por qué la empresa necesita este software (2.2). Estos conceptos se adquirieron en la fase de Estudio previo (EP). Finalmente, se realiza una descripción de la situación de partida del proyecto, describiendo la motivación para realizar este proyecto y la relación previa de la empresa con el alumno (2.3).

2.1 Descripción de la empresa

AMIE Consulting es una empresa de consultoría que brinda servicios de asesoramiento y consultoría a empresas en una amplia gama de áreas, incluyendo estrategia empresarial, transformación digital, innovación, marketing y ventas, recursos humanos, finanzas y operaciones.

La empresa se fundó en el año 2007 por un grupo de profesionales de la consultoría con amplia experiencia en diferentes sectores y áreas de negocio. Desde entonces, se ha consolidado como una de las empresas de consultoría de referencia en España, con una trayectoria de éxito y una amplia cartera de clientes en diferentes industrias.

Uno de los principales valores que defiende AMIE Consulting es la personalización de los servicios, ofreciendo soluciones adaptadas a las necesidades específicas de cada cliente. La empresa entiende que cada negocio tiene sus particularidades, retos y oportunidades, y por tanto, requiere soluciones específicas para enfrentarlos de manera efectiva.

En este sentido, la consultoría se enfoca en ayudar a las empresas a alcanzar sus objetivos a través de soluciones personalizadas y basadas en datos. Para lograrlo, emplea una combinación de experiencia en la industria, herramientas analíticas y metodologías avanzadas para ayudar a las empresas a identificar áreas de mejora y desarrollar planes de acción concretos para implementar soluciones.

Entre los servicios que ofrece AMIE Consulting se incluyen análisis de la cadena de valor, diseño de estrategias empresariales, planificación y ejecución de transformaciones digitales, optimización de procesos, análisis de marketing y ventas, desarrollo de planes de negocio, análisis financiero, entre otros.

En el área de transformación digital, la empresa trabaja en la identificación de oportunidades de digitalización, la evaluación de tecnologías y soluciones digitales, el diseño e implementación de estrategias digitales y la gestión del cambio y la formación para asegurar el éxito de los proyectos. AMIE Consulting usa métodos de desarrollados por expertos con visión integral en todas las actividades de la empresa. Utilizando soluciones probadas en empresas líderes desde PYMEs hasta multinacionales.

La empresa se compromete a trabajar en colaboración con sus clientes para entender sus necesidades y objetivos, ofreciendo soluciones que estén alineadas con sus metas y que permitan alcanzar el éxito.

2.2 Por qué necesitan este programa

Hoy en día, la mayoría de los softwares que se encargan de planificar la producción, suelen realizarlo con el uso infinito de recursos. Por lo tanto, las planificaciones que son creadas con este tipo de herramientas son difíciles de realizar. Este programa clave para planear la producción, deberá de seguir los principios de lean manufacturing en los 4 fenómenos de proceso: procesado, inspección, transporte y espera. Lean manufacturing es un método de producción destinado principalmente a reducir los tiempos dentro del sistema de producción, así como los tiempos de respuesta de los proveedores y hacia los clientes.

Principalmente por estas razones, AMIE Consulting necesita un software que pueda realizar una planificación óptima, que además cumpla los principios de lean manufacturing.

2.3 Situación de partida

Antes de plantear el TFG, el alumno y la empresa tuvieron una relación con anterioridad, ya que el alumno realizó prácticas entre los meses de mayo y julio del año 2022. En estas prácticas, el alumno trabajó en softwares relacionados con el mismo tema del proyecto. Aun así, no tenía relación con este TFG.

El TFG comenzó el 23 de diciembre de 2022 con una reunión entre los interesados del proyecto en la empresa. El alumno escogió el TFG que se redacta en esta memoria por los siguientes motivos:

- Los lenguajes de programación son, JavaScript y PHP, junto al lenguaje de marcas html y manejo de bases de datos, donde se dispone de experiencia necesaria para la realización del programa.
- Se habían cursado prácticas en la empresa, por lo que ya conocía como se trabajaba en la empresa.
- El proyecto era interesante, novedoso y con cierta dificultad, lo cual generó una motivación extra de cara al desarrollo del mismo.

Hasta ahora en la empresa, tenía una lógica preparada en un documento de excel, en este documento tenían la funcionalidad de la programación de la producción. Luego, a través de una empresa de informática pudieron crear una demo. Pero esta, no era suficiente, es decir, no era un producto que se pudiera sacar al mercado.

3 Planificación

En este capítulo se detalla la planificación del proyecto, describiendo el alcance, el tiempo, la dedicación, comunicación, información y los interesados. El objetivo de esta planificación es que al final del proyecto se satisfagan los objetivos definidos del proyecto, procurando que las incidencias tengan el menor impacto posible. Para ello es imprescindible organizar adecuadamente lo que se va a realizar y definir en un plan de gestión de riesgos sufriendo el menor número de incidencias. Si durante en el desarrollo del proyecto algunos de los puntos definidos en una primera instancia se modificara, se recogerían en el [Seguimiento y Control](#).

3.1 Descripción del producto

La programación de la producción es el proceso de maximizar la eficacia de la producción mediante la planificación detallada de las operaciones de manufacturación a corto plazo. Su objetivo es evitar el desabastecimiento, detectar los cuellos de botella, ajustar la producción a la demanda y equilibrar las entradas y salidas entre los puestos de trabajo.

Un programa de producción o manufactura es un documento flexible que detalla todas las variables relevantes para la producción durante un periodo de tiempo determinado. Contiene información sobre lo que debe producirse, así como quién lo producirá, dónde y cómo. Un programa de producción está orientado a optimizar la asignación de personal y maquinaria, el movimiento de inventarios y otros procesos de producción, con el fin de acortar los plazos de entrega, reducir los costos y cumplir los objetivos de producción.

Por otro lado, la planificación de la producción es el proceso general de equilibrar la oferta y la demanda en un plazo relativamente largo. Se trata de decidir cuándo se van a producir los bienes para poder servir a los clientes a tiempo y en su totalidad, de elaborar un plan de capacidad realista y de preparar una lista de necesidades de materiales para el equipo de compras.

Un plan de producción coherente garantiza que la empresa pueda desarrollar, fabricar y finalizar las órdenes de trabajo de forma eficiente y dentro de unos plazos predefinidos.

El software tiene como objetivo, ayudar a la programación de la producción de productos, se ocupa de definir los planes o los programas de producción y de establecer qué, cuánto y cuándo producir con diferentes niveles de detalle y diferentes horizontes temporales. Por defecto, se visualizara el plan mensual, pero se podrá visualizar de manera diaria, semanal y anual, tanto en la programación de la producción como en la de los recursos.

Actualmente se plantea realizar dos pantallas, en una plasmarán la programación de procesos de producción y recursos, y en la segunda, pantalla planificación anual

de dichas programaciones. Además, se tiene planteado añadir mas funcionalidades al programa en un futuro, como por ejemplo, gráficos para la producción.

En conclusión, la programación de la producción es crucial para optimizar los flujos de los procesos de fabricación, con el fin de garantizar la máxima eficacia y minimizar o eliminar los retrasos, las pérdidas innecesarias o las posibles interrupciones.

3.2 Gestión del Alcance

El proyecto tiene como meta inicial la creación de parte de un ERP (Enterprise Resource Planning), en el ámbito de la producción, mas concretamente en la visualización de la producción para la empresa AMIE CONSULTING. Este software se centrará en la programación de la producción junto a su planificación. Además de tener una programación de los recursos y su planificación.

Al proyecto se le asignará un ciclo de vida que permita tener un control continuo sobre él, con la ayuda de las reuniones periódicas con los interesados. También será necesario definir correctamente los objetivos y requisitos del proyecto (Apartados 3.2.1 y 3.2.2), para el adecuado desarrollo del proyecto. Para esto, se plantea descomponer las tareas del proyecto en diferentes paquetes de trabajo. Asimismo, será imprescindible un control de los riesgo identificados (3.4), junto a sus planes de acción.

3.2.1. Objetivos

El objetivo principal de este proyecto es desarrollar una herramienta que permita generar un gráfico Gantt para repartir en el tiempo los procesos de producción. Este objetivo principal se puede dividir en los siguientes subobjetivos:

- **Realizar un Gantt para visualizar la programación del proceso de producción:** se mostrarán por cada proceso de producción las siguientes tres opciones:
 1. Un plan previsto de la producción, el cual no podrá ser modificable.
 2. Un plan de producción previsto igual al anterior pero este en cambio se podrá modificar por el personal.
 3. Se mostrará el proceso real que se está llevando acabo.

En el caso de que sea un camino crítico¹ se mostrará con un borde rojo el camino y en el caso de que la tarea este atrasada se cambiará el color del camino a uno mas rojizo.

- **Visualizar el plan anual de fabricación basado en la programación del punto anterior:** se visualizará un calendario de plan anual, donde se proyectará la información de la programación del proceso.

¹camino crítico: Una ruta crítica en la gestión de proyectos es la secuencia más larga de actividades que deben finalizarse a tiempo para completar todo el proyecto

- **Gantt de planificación de recursos:** para cada miembro del personal se mostrará su planificación: el puesto por máquina, el tiempo sobrante por ciclo² y por último el tiempo de ocupación.
- **Visualizar el plan anual de recursos:** se visualizará un calendario de plan anual, donde proyectará la información de la planificación de recursos de personal.

Objetivos del alumno

Además de los objetivos que tiene el proyecto, también se pueden diferenciar los objetivos del propio alumno, con el fin de obtener nuevos conocimientos o mejorar los conocimientos previos:

- **Experiencia laboral:** adquirir la mayor cantidad de experiencia posible en el entorno laboral.
- **Conocimiento en ámbito industrial y consultoría:** conocimiento y experiencia obtenida al aprender palabras claves y funcionamientos en estos dos ámbitos.

3.2.2. Requisitos

En la fase final del proyecto, el programa debe cumplir todos los requisitos mencionados en este apartado. Es necesario que estos requisitos estén bien definidos para que de esta manera el proyecto sufra la menor desviación posible. Por otra parte, esto ayudará a dar por finalizado el proyecto, ya que este se cerrará una vez estén cumplidos todos los requisitos, y además, es extensible en caso de definirse mas requisitos por si fuera necesario.

Requisitos funcionales

- **IR-1:** Visualizar en el tiempo los pedidos recibidos y los componentes necesarios para cumplimentarlos, según fecha de entrega del cliente.
- **IR-2:** Visualizar la planificación a medio-largo plazo.
- **IR-3:** Programar en detalle la producción y compras necesarias teniendo en cuenta capacidades de máquinas, personas y utilajes.
- **IR-4:** Hacer un seguimiento real de la producción, y compararlo con la planificación y la programación, para analizar las desviaciones.

Requisitos no funcionales

- **IR-5:** Cada tabla y columna de la base de datos deberá de estar documentada, por si en un futuro se accede a ella se pueda saber concretamente cual es su finalidad.
- **IR-6:** Las herramientas utilizadas en el desarrollo del proyecto deberán ser de código abierto y gratuitas.

²ciclo: el tiempo mínimo necesario para ejecutar una instrucción

3.2.3. Fases del proyecto

Se ha decidido que el ciclo de vida del proyecto será un ciclo **iterativo e incremental**, es decir, durante el desarrollo del proyecto se plantea realizar varias iteraciones, donde en cada una de ellas se irán añadiendo nuevas funcionalidades al programa. Este tipo de ciclo de vida permite al equipo del proyecto incorporar la retroalimentación e ir incrementando la experiencia del equipo durante el proyecto.

A la hora de planificar un proyecto con este ciclo de vida, es complicado estimar las fechas de inicio y fin de cada iteración, pero con las estimaciones de duración de cada tarea y el diagrama Gantt (Figura 3.2.7), se ha podido realizar una aproximación de dichas fechas.

El objetivo de cada iteración, es mejorar el programa, añadiéndole nuevas funcionalidades y exponerse las a los interesados del proyecto en una reunión. A continuación se presentan las siguientes iteraciones del proyecto:

- **I1-Visualizar plan previsto de fabricación:** analizar, diseñar e implementar la pantalla de programación de la producción. Para ello deberá de tener las siguientes funcionalidades:
 - Visualizar un diagrama Gantt para procesos de producción.
 - Construir la base de datos para la creación de uno casos de prueba.
 - Visualizar el plan previsto de la fabricación.
- **I2-Visualizar plan propuesto de fabricación:** una vez realizada la primera iteración, en la siguiente se podrá visualizar un plan propuesto, es decir, el trabajador podrá modificar el plan previsto por el programa.
- **I3-Visualizar ejecución del plan fabricación:** cuando se haya realizado la segunda iteración, se procederá a la visualización del plan de ejecución de fabricación a tiempo real.
- **I4-Visualizar planificación de la producción anual:** una vez terminada la parte de la visualización de la producción, se creará una nueva pantalla donde se visualizará la planificación anual de entregas basada en la programación de la producción.
- **I5-Visualizar planificación de recursos de personal:** en esta iteración se añadirá a la pantalla de programación de la producción, un nuevo Gantt para la planificación de recursos del personal. Esta planificación deberá tener por cada uno del personal las siguientes funciones:
 - El tiempo por etapa en el que se va a situar.
 - El tiempo de ocupación por cada ciclo.
- **I6-Visualizar planificación de los recursos de personal anual:** para terminar, una vez realizado el plan previsto de fabricación, se añadirá a la pantalla de visualización de entregas, la planificación anual de la planificación de los recursos.

Tras la estimación de horas que necesita cada tarea (ver apartado 3.3.2), a cada iteración se le ha asignado una fecha de finalización estimada:

- I1-Visualizar plan previsto de fabricación: 25/01/2023.
- I2-Visualizar plan propuesto de fabricación: 10/02/2023.
- I3-Visualizar ejecución del plan fabricación: 24/02/2023.
- I4-Visualizar planificación de la producción anual: 14/03/2023.
- I5-Visualizar planificación de recursos de personal: 30/03/2023.
- I6-Visualizar planificación de los recursos de personal anual: 18/04/2023.

Una vez terminadas todas las iteraciones, solamente quedaría realizar la reunión de cierre del proyecto para finalizarlo. En el caso de que sobre tiempo, se podrán añadir más iteraciones, las cuales añadirían otras funcionalidades como por ejemplo la planificación de recursos de utilajes.

3.2.4. Descomposición de tareas

La Estructura de Descomposición de Trabajo (EDT) del proyecto se ha creado en cuenta el ciclo de vida iterativo del proyecto. A través del mismo, se pretende dividir las diferentes tareas en distintos componentes más pequeños, con el fin de que éstas sean más fáciles tanto de realizar como de gestionar.

En la Figura 3.1 se encuentra el EDT. En ella, se ha plasmado los 6 paquetes principales del proyecto definidos en el apartado 3.2.5. Estos paquetes poseen unas dependencias entre si, las cuales han sido explicadas en el apartado 3.2.6. Además, todas ellas tienen una fecha de finalización prevista, esto se muestra mas adelante en el diagrama Gantt (Figura 3.2.7)

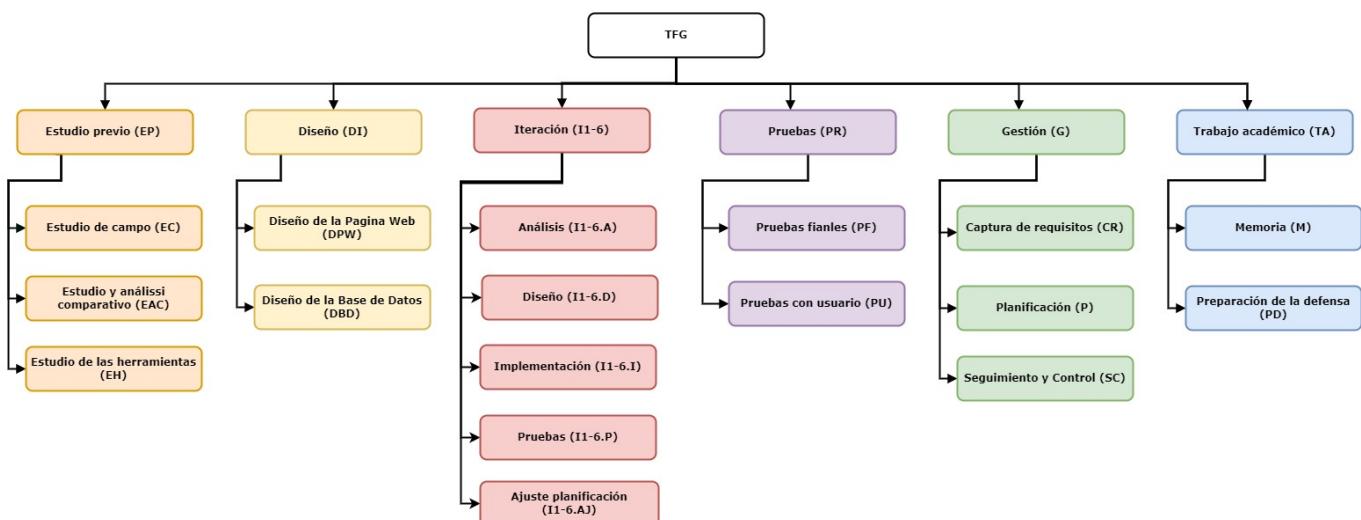


Figura 3.1: Diagrama EDT

3.2.5. Paquetes del proyecto

En este apartado se muestra la descripción de los paquetes de trabajo del proyecto.

- **Estudio previo (EP):**

- *Estudio de campo (EC)*: se debe realizar un estudio breve sobre el tema a tratar en el proyecto, la planificación de la producción.
- *Estudio y análisis comparativo (EAC)*: realizar un estudio y análisis donde se comparen otros softwares con funcionalidades parecidas al software del proyecto. Para poder ver que valor añadido tiene el proyecto en comparación a otros y estudiar posibles mejoras.
- *Estudio de las herramientas (EH)*: estudio de las diferentes herramientas que se van o pueden utilizar en alguna fase del proyecto que ayude ha su desarrollo.

- **Diseño (DI):**

- *Diseño de Pagina Web (DPW)*: diseño necesario para la interfaz gráfica y lógica de negocio.
- *Diseño de Base de Datos (DBD)*: diseño de la Base de Datos que se utilizará.

- **Iteración (IX):** El proyecto constará de X iteraciones distintas. Estas se definirán en el apartado [3.2.3](#).

- *Análisis (IX.A)*: Analizar los objetivos que se quieren lleva a cabo en esta iteración.
- *Diseño (IX.D)*: realizar un diseño del prototipo, siguiendo las indicaciones previstas en DPW y DBD.
- *Implementación (IX.I)*: desarrollo de las funcionalidades de la iteración.
- *Pruebas (IX.P)*: realización de pruebas para la comprobación de funcionamiento correcto y que no genere problemas en ningún otro componente.
- *Ajuste planificación (IX.AJ)*: se realizará un ajuste en los tiempos de la planificación, basándose en el tiempo que se a realizado en llevar a cabo la iteración.

- **Pruebas (PR):**

- *Pruebas finales (PF)*: en la fase final del proyecto, se deberán diseñar y realizar varias pruebas que aseguren el funcionamiento correcto del programa. Dichas pruebas tendrán que satisfacer todos los requisitos definidos.
- *Pruebas con usuarios (PU)*: después de realizar la tarea anterior (PF). Se realizarán pruebas con el personal de la empresa. De esta manera se podrá recibir un *feedback*, y en el caso de recibir peticiones de nuevas funcionalidades o requisitos, se podría plantear su implementación en caso de tener tiempo para su realización.

- Gestión (G):

- *Captura de requisitos (CR)*: será necesario definir los requisitos del proyecto. Estos requisitos deberán de estar bien definidos para que no ocurran ambigüedades y también deberán de estar validados por la empresa.
- *Planificación (P)*: planificación a realizar para conseguir un orden y control del proyecto.
- *Seguimiento y control (SC)*: seguimiento y control agrupará las tareas necesarias para garantizar el adecuado desarrollo del proyecto y, el seguimiento del cumplimiento de plazos y especificaciones.

- Trabajo académico (TA):

- *Memoria (M)*: redactar la memoria del proyecto. Esta se irá escribiendo durante el transcurso del proyecto, con el fin de que quede plasmado todo el trabajo realizado y todos los conceptos.
- *Preparación de la defensa (PD)*: se preparará una presentación, la cual refleje todo el trabajo realizado durante el proyecto. Además de realizar varias pruebas previas a la defensa oficial.

3.2.6. Dependencias entre las tareas

Durante la definición de los diferentes paquetes y tareas, hemos podido ver que se generan dependencias entre sí, y resulta importante la identificación de todas para realizar una planificación lo mas correcta posible. Además es importante determinar aquellas que puedan ocasionar un problema en el desarrollo del proyecto; es decir, identificar cuál va a ser el camino crítico. A continuación, se presenta el diagrama correspondiente en la Figura 3.2.

El proyecto comienza con el paquete de **G:P**, se trata de la planificación del mismo. Es importante realizar el primer lugar la planificación, para poder acotar el alcance, gestionar el tiempo del proyecto y gestionar la calidad del proyecto. Algunos apartados de la planificación se tendrán que definir cuando se conozcan algunos aspectos del proyecto, como por ejemplo los requisitos (**G.CR**).

Una vez realizada la planificación, se seguirá con la administración del campo (**AC**), para obtener los conocimientos necesarios para poder diseñar e implementar el proyecto. Primero, se realizará un estudio breve del campo que envuelva el proyecto (**AC.EC**). Luego, se hará un estudio y análisis comparativo de otros software (**AC.EAC**) para tener algunas ideas visuales y de funcionalidades del programa. Una vez adquiridos los conocimientos básicos, se partirá en la búsqueda de las herramientas que puedan llegar a ser útiles para el desarrollo del proyecto (**AC.EH**).

Justo después de seleccionar las diferentes alternativas de herramientas, se realizara un diseño del programa (**DI.DPW** y **DI.DB**) y se irán implementando a las diferentes iteraciones. Cada iteración comenzará con su fase de análisis (**IX.A**) y finalizará con su paquete de ajuste planificación (**IX.AJ**).

Al finalizar la ultima iteración (**I6**), se iniciara con la fase de pruebas globales (**PR.PF** y **PR.PU**). Al finalizar todas las pruebas, y todos los aspectos del transcurso del proyecto estén incluidos en la memoria (**TA.M**), se podrá comenzar con la defensa del proyecto (**TA.PD**). Con la finalización de este ultimo paquete, se dará por concluido el proyecto.

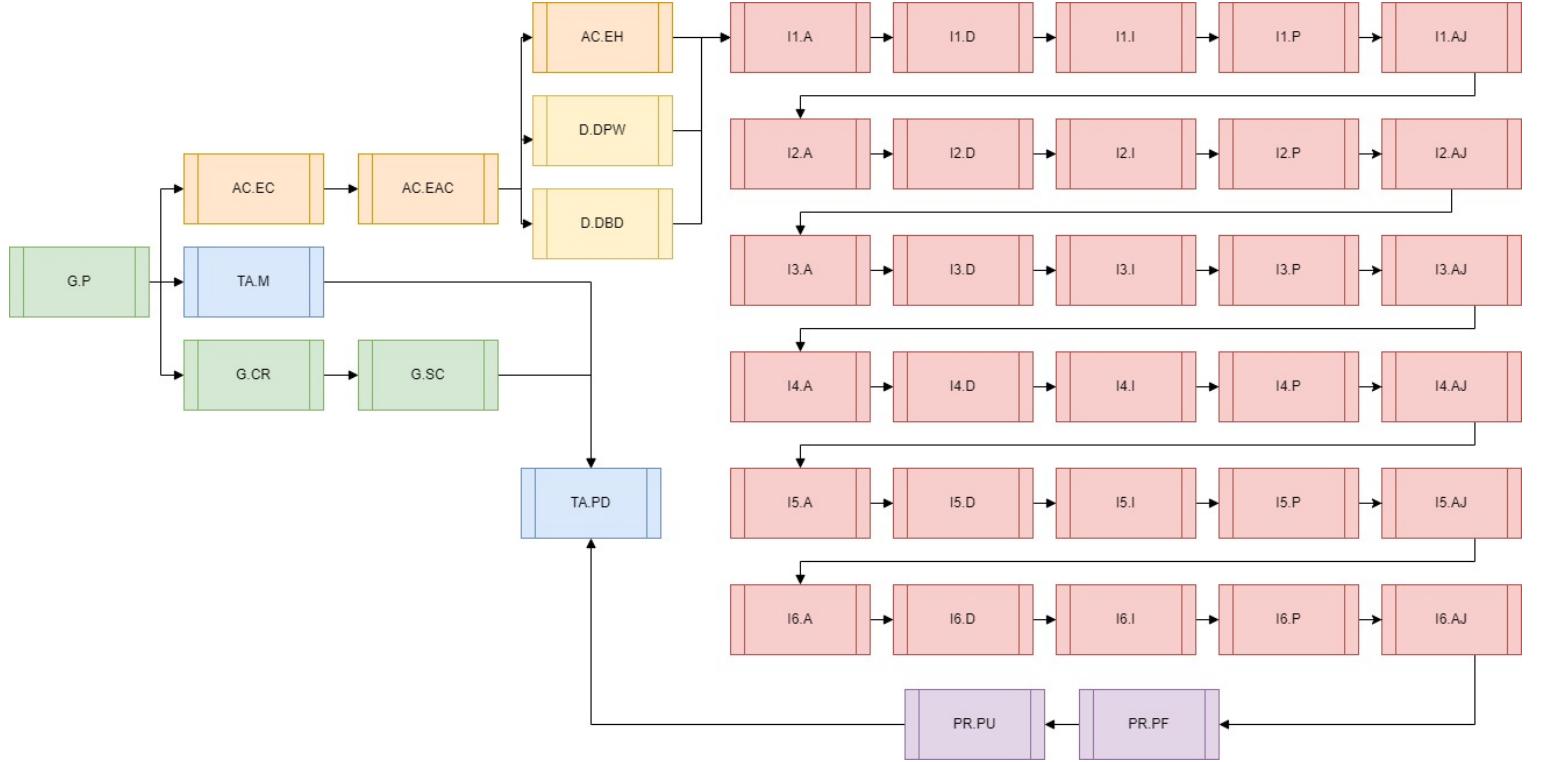


Figura 3.2: Dependencias entre tareas

3.3 Gestión del Tiempo

Teniendo en cuenta el alcance definido, se ha estimado el tiempo con el objetivo de cumplir con las fechas e hitos establecidos en el apartado anterior.

3.3.1. Diagrama de Gantt

En este apartado se presenta el diagrama de Gantt, que servirá para tener una idea general de la duración del proyecto. El proyecto se inició el 23 de diciembre de 2022, con una reunión donde se le explicó al alumno en qué consistiría el proyecto y alcance del mismo. El diagrama muestra todas las fases y paquetes presentados en los apartados anteriores.

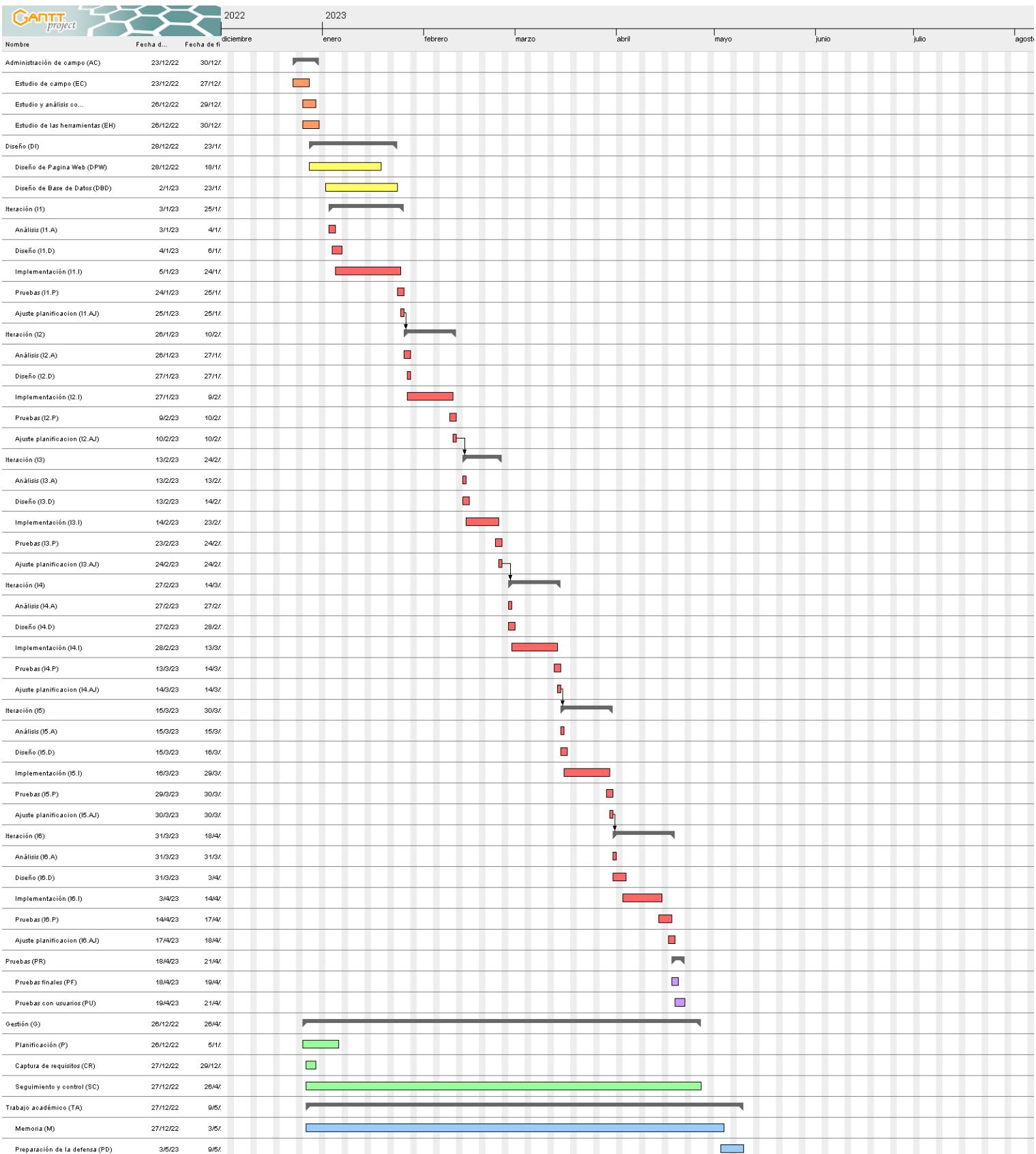


Figura 3.3: Diagrama de Gantt del proyecto

3.3.2. Tiempo estimado a cada tarea

En la siguiente tabla se muestran los tiempos estimados de cada paquete y tarea. Esto es una aproximación, por lo tanto pueden aparecer desviaciones en los tiempo o modificaciones, estos se verán recogidos en el apartado [9.1.2](#).

PAQUETE DE TRABAJO	TAREA	DEDICACIÓN ESTIMADA
Estudio previo (EP)	Estudio de campo (EC)	4h
	Estudio y análisis comparativo (EAC)	6h
	Estudio de las herramientas (EH)	7h
	SUBTOTAL	17h
Diseño (DI)	Diseño de Pagina Web (DPW)	4h
	Diseño de Base de Datos (DBD)	5h
	SUBTOTAL	9h
Iteración (I1)	Análisis (I1.A)	8h
	Diseño (I1.D)	2h
	Implementación (I1.I)	22h
	Pruebas (I1.P)	2h
	Ajuste planificación (I1.AJ)	1h
	SUBTOTAL	35h
Iteración (I2)	Análisis (I2.A)	7h
	Diseño (I2.D)	1h
	Implementación (I2.I)	16h
	Pruebas (I2.P)	3h
	Ajuste planificación (I2.AJ)	1h
	SUBTOTAL	29h
Iteración (I3)	Análisis (I3.A)	4h
	Diseño (I3.D)	1h
	Implementación (I3.I)	13h
	Pruebas (I3.P)	4h
	Ajuste planificación (I3.AJ)	1h
	SUBTOTAL	22h
Iteración (I4)	Análisis (I4.A)	5h
	Diseño (I4.D)	2h
	Implementación (I4.I)	14h
	Pruebas (I4.P)	4h
	Ajuste planificación (I4.AJ)	1h
	SUBTOTAL	26h
Iteración (I5)	Análisis (I5.A)	2h
	Diseño (I5.D)	2h
	Implementación (I5.I)	12h
	Pruebas (I5.P)	2h
	Ajuste planificación (I5.AJ)	1h
	SUBTOTAL	19h
Iteración (I6)	Análisis (I6.A)	2h
	Diseño (I6.D)	2h
	Implementación (I6.I)	12h
	Pruebas (I6.P)	2h
	Ajuste planificación (I6.AJ)	1h
	SUBTOTAL	19h
Pruebas (PR)	Pruebas finales (PF)	5h
	Pruebas con usuarios (PU)	3h
	SUBTOTAL	8h
Gestión (G)	Captura de requisitos (CR)	4h
	Planificación (P)	22h
	Seguimiento y control (SC)	10h
	SUBTOTAL	41h
Trabajo académico (TA)	Memoria(M)	70h
	Preparación de la defensa (PD)	10h
	SUBTOTAL	80h
HORAS TOTALES		306h

Tabla 3.1: Horas estimadas para cada tarea del proyecto

3.4 Gestión de Riesgos

Uno de los aspectos mas importantes a tener en cuenta al hacer el proyecto es la gestión de riesgos. En este apartado se pretende disminuir la probabilidad y/o impacto de los posibles riesgos.

R1-Compatibilidad del proyecto con el curso universitario

- *Descripción:* el proyecto da comienzo con el final del primer cuatrimestre del cuarto curso del grado. Por lo tanto, gran parte del desarrollo se realizará junto a las asignaturas de la carrera. Durante los periodos que contengan una carga más severa a la habitual, como exámenes o entregas de trabajos, pueden ocurrir aplazamientos de algunas tareas del proyecto.
- *Prevención:* realizar una planificación que tenga en cuenta las fechas claves donde pueden ocurrir dichos aumentos de carga de trabajo por parte de las asignaturas del grado.
- *Plan de acción:* si se genera una desviación notoria, se realizará una nueva planificación.

R2-Utilización de herramientas desconocidas

- *Descripción:* al hacer uso de tecnologías no vistas o utilizadas anteriormente por el alumno, es necesario tener en cuenta de que esto produzca un retraso en las estimaciones de tiempo del proyecto.
- *Prevención:* realizar un estudio previo a las herramientas a utilizar.
- *Plan de acción:* comunicar el problema para poder obtener ayuda. Si se genera una desviación notoria, se realizará una nueva planificación.

R3-Cambio de herramientas

- *Descripción:* parte del proyecto se dedicará al estudio y valoración de diferentes materiales que hay para la futura implementación. Una vez el proyecto avance, puede ocurrir que sea necesario realizar un cambio en las herramientas seleccionadas previamente para la implementación del proyecto. Esto puede ocurrir debido al descubrimiento de nuevas tecnologías que se ajusten más a los requisitos, la incapacidad de realizar una acción con la herramienta seleccionada...
- *Prevención:* realizar un buen estudio y análisis previo estudiando los funcionamientos de cada herramienta junto a una buena captura de requisitos.
- *Plan de acción:* antes de todo, para mitigar el riesgo, se tendrá que realizar un estudio previo, comprobando el funcionamiento de cada herramienta. En el caso de no poder solucionar los problemas, será necesario comunicar el problema, para encontrar una solución.

3.4.1. Escalabilidad, probabilidad e impacto

Se visualizaran en una tabla los riesgos definidos en el apartado anterior, junto a la gravedad de cada uno y el impacto que ocasionaría en el proyecto.

- *Riesgo*: identificador del Riesgo RX”, que se ha definido en el apartado 3.4.
- *Escala*: escala/impacto que ocasionaría en el proyecto.
- *Probabilidad*: probabilidad de que el riesgo ocurra.
- *Tiempo*: estimación del tiempo añadido al proyecto si el riesgo ocurriese.
- *Calidad*: ámbito del proyecto de que sufriría el impacto generado.

* Riesgo y Escala se calificarán con los siguientes calificadores: ”Muy Alta”, “Alta”, “Media”, “Baja”, “Muy Baja”.

RIESGO	ESCALA	PROB.	IMPACTO SOBRE LOS OBJETIVOS	
			TIEMPO	CALIDAD
R1	Media	Muy Alta	1-2 semanas	Ningún cambio en la funcionalidad
R2	Alta	Media	mes - mes y medio	Impacto significativo en el desarrollo y proyecto
R3	Alta	Baja	1 mes	Impacto significativo en el desarrollo y proyecto

Tabla 3.2: Probabilidad e impacto de los riesgos

3.5 Gestión de Comunicación e Información

3.5.1. Sistema de información

Es de importancia poseer la información segura y disponible en todo momento, para el correcto desarrollo y seguimiento del proyecto. Por consiguiente, se ha creado un sistema de información. El sistema de información está distribuido en dos dispositivos diferentes, un ordenador de mesa y un portátil. Ambos dispositivos contendrán una carpeta, con el título de **TFG**, que tendrá la siguiente estructura de ficheros:

- **Recursos**: aquí estarán las herramientas utilizadas durante el proyecto, como por ejemplo el EDT o el diagrama de Gantt.
- **Copias de Seguridad**: Siempre se tendrá una copia de seguridad o versión anterior al actual del proyecto, por si ocurriera algún accidente o llegáramos a algún punto del cual no pudiéramos volver atrás, almacenada tanto de forma local como en la nube de *Google Drive*³.
- **Repositorio**: en el repositorio se guardará la lógica del negocio del proyecto. Para evitar la perdida de información y disponer del sistema distribuido, este repositorio se alojara en *Sourcetree*⁴. Así, se podrá compartir el progreso de manera sencilla y disponer de un control de versiones.

³Google Drive: <https://drive.google.com/drive/my-drive>

⁴Sourcetree: <https://www.sourcetreeapp.com/>

- **Otros:** recursos que no se incluyen en las otras carpetas, como ficheros o documentación no prescindible, en caso de que se haya borrado o modificado algún apartado de la memoria, se podría exportar una versión anterior desde la plataforma de LaTeX (*Overleaf*⁵), etc.

Por un lado, esta carpeta, llamada **TFG** que contiene el sistema de información, estará sincronizada a través de *Google Drive*, por si fuera necesario compartir los contenidos. Por otro lado, la realización de la memoria del TFG se efectuara en la plataforma *Overleaf*, por lo tanto, también tiene la opción de compartir el proyecto, además de la posibilidad de tener un control de versiones.

3.5.2. Sistema de comunicación

La comunicación en el proyecto va a ser de gran importancia, ya que se contrastará el trabajo tras cada iteración con el responsable de la empresa, además de la consulta que se puede generar en la fase de desarrollo por si se crearan algunas dudas sobre la implementación de algún apartado que no este especificado.

Herramientas/Vías de comunicación

- **Correo electrónico:** se utilizará como método de comunicación de dudas, concretar fechas de reuniones y para el seguimiento y control del proyecto. Además, también se utilizará para comunicarse con la codirectora del proyecto.
- **Reuniones presenciales:** en el siguiente apartado se especificará mejor qué tipo de reuniones habrán y cuales serán sus funcionalidades.
- **Móvil:** herramienta para en caso de dudas. Normalmente soló se utilizará para hablar con la empresa.

Reuniones

Todas las reuniones que se realicen estarán reflejadas en el Anexo A. Las actas cumplirán los siguientes puntos:

- Registrar los temas tratados en la reunión.
- Se documentará la traza del proyecto. Esto podrá ser de ayuda en el futuro a la hora de completar la memoria.

En las actas, además de lo anterior, se definirán los ordenes del día, tareas asignadas, etc. Además del tipo de reunión, estos serían los diferentes modelos de reunión que habrá durante el proyecto:

- **Inicio:** única reunión con la que se iniciará el proyecto.
- **Seguimiento y control:** reunión que se realizará de forma periódica para que los interesados sepan el estado del proyecto.

⁵Overleaf: <https://es.overleaf.com/>

- **Cierre:** única reunión con la que se le dará fin al proyecto.
- **Demostración de funcionalidades:** el alumno realizará una demostración de la nueva implementación o cambios realizados.

4 Estudio previo en productos similares

Este punto hace referencia al análisis realizado durante el paquete *Estudio previo en productos similares*(EP), después de terminar la *Planificación* (P). Este análisis tiene como objetivo principal obtener una o varias herramienta/s para el desarrollo del software.

Se identificaron diferentes herramientas que realizan un funcionamiento parecido al programa del proyecto, para poder ver y aprender los puntos fuertes y mejoras que se podrían realizar, de la misma manera poder observar el valor añadido que tiene nuestro software en comparación al resto.

Se les aplicara una evaluación sistemática y detallada a varios productos, servicios o empresas en un determinado mercado. El objetivo principal de este tipo de análisis es comparar y evaluar los diferentes aspectos de cada producto, servicio o empresa para identificar las diferencias y similitudes entre ellos.

En los siguientes cuatro apartados se pueden ver 4 productos/empresas, a los cuales se les ha aplicado una evaluación sistemática y detallada.

4.1 Edraw

Edraw es software que ofrece diferentes tipos de soluciones a los clientes. Entre sus diferentes productos podemos encontrar Edraw Max, con el cual puedes “crear y personalizar diagramas de flujo, diagramas de Venn, mapas mentales, organigramas, diagramas de Gantt, diagramas UML, dibujos eléctricos, genogramas, planos de construcción, etc”[1].

Este programa tiene una interfaz simple e intuitiva para el uso del usuario, el cual les permite acceder a información crítica sobre la producción y tomar decisiones informadas. También incluye herramientas de informes y análisis que permiten a los usuarios analizar los datos de producción para identificar posibles mejoras y optimizaciones

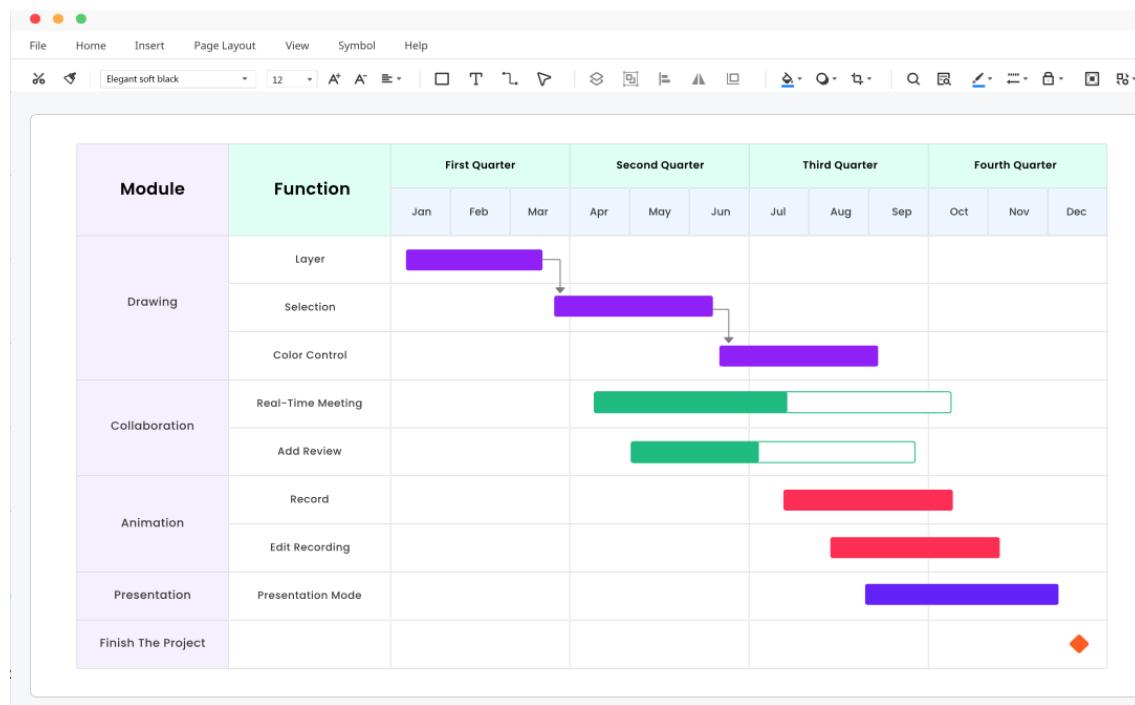


Figura 4.1: Edraw Max

4.2 Preactor

Preactor APS (Advanced Planning and Scheduling), es un programa que esta centrado en la planificación y programación de la producción, el cual tiene como objetivo ayudar a las empresas a optimizar sus procesos de producción, reducir costos y mejorar la calidad del servicio al cliente.

Es un software personalizable y con capacidad de adaptarse a las necesidades específicas de cada cliente. Además de ello, tiene la capacidad de conectarse a diferentes sistemas informáticos, sistemas de planificación de recursos empresariales o sistemas orientados a la ejecución de la fabricación. Por lo tanto, el cliente no tendría que realizar ningún tipo de cambio en sus sistemas.^[2]

El programa posee diferentes propiedades, entre ellas se encuentran: [3]

- Capacidad de desglosar los diferentes materiales.
- Poder definir reglas en el cronograma, con tal de minimizar los tiempos de cambio.
- Poder implementar diferentes reglas, como por ejemplo, para manejar el consumo de materia prima.

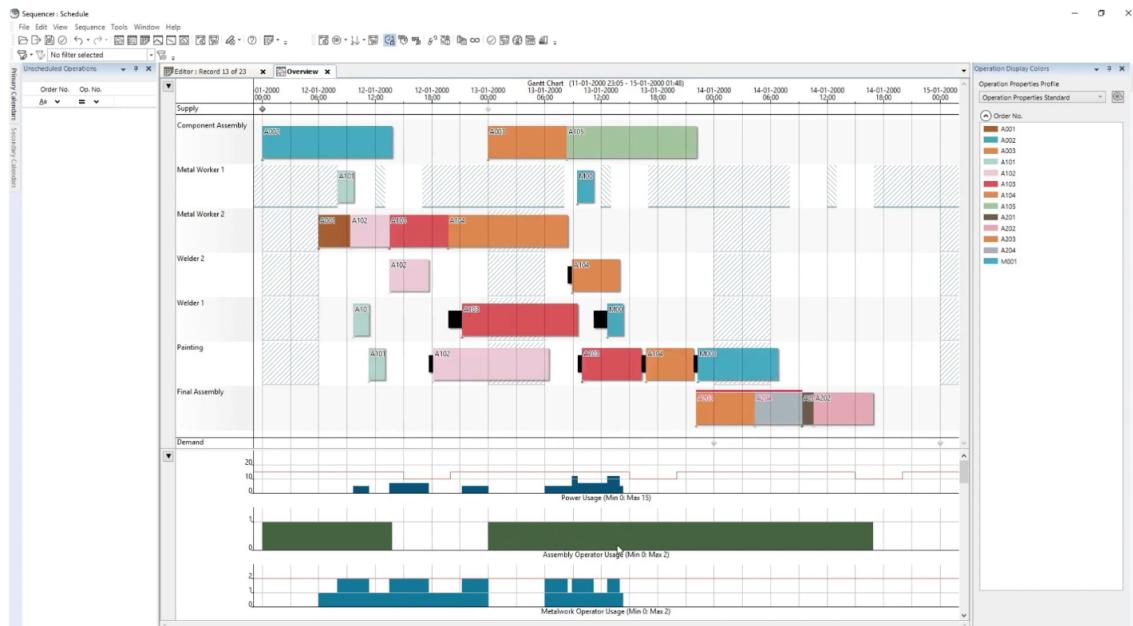


Figura 4.2: Preactor APS

4.3 Distritok

Distritok es una empresa que esta centrada en el desarrollo software de gestión. Además, sus programas son adaptables a cualquier tipo de grupo industrial, ya que pueden ser personalizables en diferentes aspectos.^[4]

Entre estos programas se puede encontrar el software de fabricación. Dicho software incluye diferentes funcionalidades, entre ellas resaltaría las siguientes: ^[5]

- Definir un orden de fabricación, donde se podrá definir un orden de fabricación desde una única venta, desde la cual podra observar todo el proceso de fabricación.
- Gestionar las diferentes necesidades de fabricación (operarios, maquinas..). De esta manera poder ver en el cronograma los costes de los horarios y trabajos en general y específico entre otras necesidades.
- Poder registrar documentación relacionada con los diferentes productos.
- Tener un seguimiento y control de las incidencias ocurridas y de seguridad.

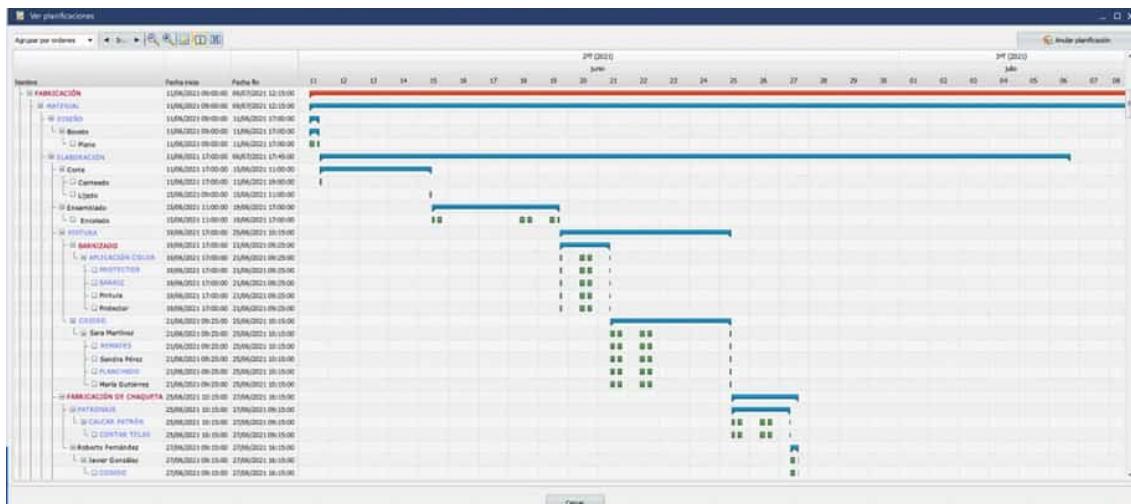


Figura 4.3: Distritok

4.4 Asprova

Asprova es una empresa japonesa con más de 30 años de experiencia en la industria de la programación de la producción. Ha desarrollado un software que es utilizado en el mercado a nivel global.

Su herramienta de planificación y programación de la producción se centra en la mejora de la eficiencia de los procesos de producción y reducir costos. Es un software altamente personalizable y se adapta a las necesidades específicas de cada cliente.

La versión más avanzada de Asprova, es el software Asprova APS (Advanced Planning and Scheduling), ofrece diferentes características avanzadas, como la programación en tiempo real, el análisis de restricciones, optimización de diferentes recursos y diferentes tipos de estadísticas e información como indicar donde están los cuellos de botellas, etc.

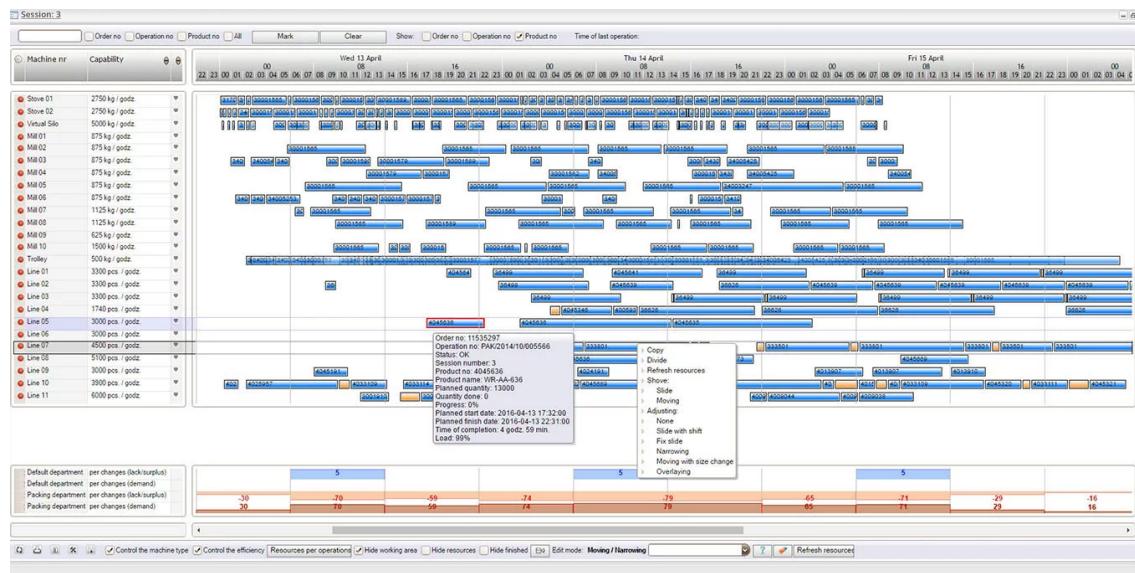


Figura 4.4: Asprova APS

5 Estudio de herramientas a utilizar

Para poder decidir que herramientas utilizar para el desarrollo del proyecto, había un requisito primordial especificado por la empresa: la/s herramienta/s tenían que ser *open source*⁶. Esto se debe principalmente a que en el caso de que la herramienta presentase algún error, se pudiese modificar fácilmente sin tener que buscar una nueva herramienta de desarrollo. También, otro punto a tener en cuenta muy importante para la elección, era que la herramienta estuviese lo más actualizada posible, ya que eso indica que el software la utilizan otros desarrolladores.

Primero de todo, decir que para la realización de la página web usamos los lenguajes de HTML, JavaScript (jQuery) y PHP, junto a la base de datos de PHPMyAdmin. Debido que en la empresa que se ha desarrollado este proyecto utilizan estos lenguajes. De la misma manera, se va a utilizar el framework *codeigniter*⁷ (definido en el apartado 5.2).

Como uno de los objetivos de este proyecto es dibujar mi Gantt, ha sido necesario buscar un framework o librería para la creación de la planificación de la producción y su plan anual de fabricación, ya que la creación de éste por el alumno hubiera sido muy costoso y conllevaría mucho tiempo. Para esto, se hizo una búsqueda profunda en las diferentes herramientas que hay hoy en día, para dicho trabajo. Estas son las herramientas que se han adecuado a nuestro criterio de búsqueda de *open source*. A continuación se presenta dicha búsqueda.

⁶open source: es un código diseñado de manera que sea accesible al público: todos pueden ver, modificar y distribuir el código de la forma que consideren conveniente.

⁷codeigniter: <https://codeigniter.com/>

5.1 Librería para Gantt

Angular gantt

- **Versión:** 2.0.0-rc.1
- **Mantenimiento:** último *commit* de GitHub el 13/09/2017. 1.4k *stars* y 496 *forks*.^[6]
- **Creador(es):** Marco Schweighauser y Rémi Alvergnat.

Angular Gantt es un *framework* para la creación de aplicaciones de gestión de proyectos y programación de tareas que se basa en la arquitectura de Angular. Este *framework* utiliza la librería de gráficos Gantt Chart para visualizar y gestionar el calendario y las tareas de un proyecto en tiempo real.^[7]

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Capacidad de actualizar los datos en tiempo real.	No se actualiza desde hace 6 años aproximadamente.
Integración fácil con otros frameworks como Angular y Bootstrap.	Al tener tantas opciones puede llegar a ser difícil el aprendizaje.
Personalización de la apariencia y el estilo del gráfico.	Requiere conocimientos avanzados de Angular para una implementación completa.
	Dificultad en la configuración de las opciones avanzadas.

Gantt ChartJS

- **Versión:** 0.9.0
- **Mantenimiento:** último *commit* de GitHub el 10/01/2019. 9 *stars* y 7 *forks*.
- **Creador(es):** anton-shchyrov.

Gantt ChartJS es un *plugin* para la creación de gráficos de Gantt que se basa en la librería de visualización de datos Chart.js. Se utiliza para crear gráficos de Gantt personalizables y editables, como la asignación de colores, el tipo de gráfico, la forma de presentar los datos, entre otros.^[8]

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Fácil integración con otras librerías y frameworks como ChartJS y jQuery.	Demasiado simple, no tiene muchas opciones.
Personalización de la apariencia y el estilo del gráfico.	No se actualiza desde hace 4 años aproximadamente.
	Pocas <i>stars</i> y <i>forks</i> en Github.
	Limitaciones en cuanto a la capacidad de actualizar los datos en tiempo real.

Full calendar

- **Versión:** v6.1.4
- **Mantenimiento:** último *commit* de GitHub el 08/02/2023. 16k *stars* y 3.5k *forks*.[\[9\]](#)
- **Creador(es):** Nancy Tubbs, Fundador y CEO de FullCalendar.

FullCalendar es un *framework* para la creación de calendarios en aplicaciones web. Este framework utiliza la JavaScript y está diseñado para integrarse con facilidad *framework* y librerías, como jQuery, Angular y React.

Ofrece diferentes funcionalidades y opciones de configuración, como la visualización de eventos en varios formatos, personalización de la apariencia y el estilo del calendario y la capacidad de arrastrar y soltar eventos.[\[10\]](#)

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Gran variedad de opciones y configuraciones disponibles.	Al tener tantas opciones puede llegar a ser difícil el aprendizaje.
Hoy en día se sigue actualizando.	No incluye la capacidad de crear gráficos de Gantt de manera natural.
Personalización de la apariencia y el estilo del calendario.	
Integración fácil con otros frameworks como jQuery.	

Gantt view

- **Versión:** No tiene.
- **Mantenimiento:** último *commit* de GitHub el 08/10/2014. 797 *stars* y 357 *forks*.
- **Creador(es):** JC Grubbs (thegrubbsian) y Matthew (lutze).

Es un *plugin* de jQuery muy ligero para crear un diagrama de Gantt en HTML. No se requieren gráficos o imágenes vectoriales. El complemento admite arrastrar y cambiar el tamaño de los bloques de Gantt y las devoluciones de llamada para atrapar los datos actualizados.[\[11\]](#)

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Alta personalización y configuración de opciones avanzadas.	No se actualiza desde hace 9 años aproximadamente.
Integración fácil con otros frameworks	Requiere una curva de aprendizaje elevada.

jQueryGantt

- **Versión:** v1.1.2
- **Mantenimiento:** último *commit* de GitHub el 21/10/2022. 944 *stars* y 483 *forks*.[\[12\]](#)
- **Creador(es):** Usman (usmonster) y Tait Brown (taitems).

jQueryGantt es un *plugin* para la creación de gráficos de Gantt que se basa en la librería jQuery. Este *plugin* permite crear gráficos de Gantt interactivos y personalizados con una gran variedad de opciones y configuraciones.[\[13\]](#)

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Fácil integración con otros frameworks como jQuery.	Limitaciones en cuanto a la capacidad de actualizar los datos en tiempo real.
Personalización de la apariencia y el estilo del gráfico.	
Se actualizó recientemente.	

5.1.1. Herramienta escogida para la creación del Gantt

Después de realizar el estudio de cada herramienta, se ha hecho una comparación entre ellas y la que más nos ha llamado la atención ha sido el framework FullCalendar, ya que es el que mejor se adapta en el proyecto, además de por las ventajas que tiene el mismo sobre los otros frameworks/plugins. Dichas ventajas se muestran en la siguiente tabla:

Framework/Plugin	Ventajas de FullCalendar
jQueryGantt	Mayor personalización y conjunto de características y comunidad de desarrolladores activa.
Gantt ChartJS	Mayor facilidad de uso para desarrolladores con experiencia limitada en JavaScript y una amplia documentación y recursos en línea.
Angular Gantt	Mayor flexibilidad y capacidad de personalización, además de la amplia compatibilidad con una gama de tecnologías web, incluyendo Angular.
Gantt View	Mayor variedad de vistas de calendario y facilidad de uso para los usuarios finales.

En general, FullCalendar destaca por sus características y capacidades de personalización, así como por su compatibilidad con el entorno de trabajo de jQuery y PHP. Además, tiene una amplia documentación y recursos para facilitar su uso en comparación con los demás frameworks y plugins.

Cabe comentar que este framework ha sido utilizado previamente en la empresa y por lo tanto ante cualquier imprevisto o problema en el desarrollo del proyecto, la ayuda por parte de la empresa puede ser más eficaz que si se hubiera elegido cualquier otra herramienta de desarrollo.

5.2 Otras herramientas

Además de Full calendar también se utilizara el framework CodeIgniter, ya que, tal y como se ha indicado anteriormente, se utiliza en todos los programas de la empresa y es una herramienta bastante útil. Este es un popular framework de desarrollo web de código abierto basado en PHP que se utiliza para construir aplicaciones web de forma rápida y sencilla.

CodeIgniter proporciona una estructura simple para el desarrollo de aplicaciones web. Utiliza un patrón de diseño MVC (Model-View-Controller) para separar la lógica de presentación y el flujo de trabajo de una aplicación. Una estructura de archivos fácil de entender y seguir.

El framework también cuenta con una gama de bibliotecas que pueden ser utilizados para el desarrollo web, como validación de formularios, manipulación de archivos y sesiones de usuario.

Por otra parte, se utilizara Bootstrap, el cual es un framework de diseño web, que incluye un conjunto de herramientas y estilos CSS predefinidos para el diseño de páginas web.

6 Diseño

Después de realizar la planificación (*Planificación (P)*) y *Captura de requisitos (CR)* y el estudio de herramientas a utilizar, se realiza un diseño general de la aplicación (*Diseño (D)*). En este punto, se redacta el diseño final realizado para la página web y la base de datos ([6.1](#) y [6.2](#)).

De cara a entender el funcionamiento total del programa, se explican su diseño e implementación. La implementación se detalla en el apartado [7](#), punto en el que se explica toda la implementación y las decisiones tomadas durante el desarrollo.

6.1 Diseño de página web

En esta sección se analiza la página web creada, detallando su diseño y funcionalidades. Se explicará los elementos que la componen, desde la estructura externa y navegación hasta la estructura interna. Además, se explicará la finalidad de cada apartado de la página.

6.1.1. Front-end

En esta sección, que corresponde al diseño de la aplicación que es visible al usuario, se muestran las páginas con mayor importancia, el resto de ellas se encuentran en el Anexo [B](#).

Inicio de sesión

La primera página según se entra a la aplicación que aparece es la de inicio de sesión. Aquí se tiene que introducir el nombre de usuario y clave para acceder al resto del programa.



Figura 6.1: Login PPC

Pantalla programación

Esta es la página principal de la aplicación, que está formada por dos cronogramas:

- Se visualiza la programación de la producción.
- Se visualiza el tiempo de trabajo de los operarios por puesto.

En la parte superior de la primera imagen, podemos observar que hay tres diferentes filtros posibles a utilizar, luego a su derecha se encuentran tres opciones de visualización, donde se podrá escoger cualquier combinaciones de las planificaciones posibles (prevista, propuesta o real). Si la barra es parte de la planificación propuesta, tendrá la opción de editar. También se podrá modificar el criterio de planificación (lo antes posible o mas tarde posible).

Siguiendo con el Gantt, podríamos tener en este caso hasta un máximo de tres (uno por cada tipo de planificación) barras por etapa de producción. Solo se podrán modificar la planificación propuesta, cada una de ellas será posible editarlas de dos maneras diferentes, arrastrándolas o editándolas a través del menú individual.

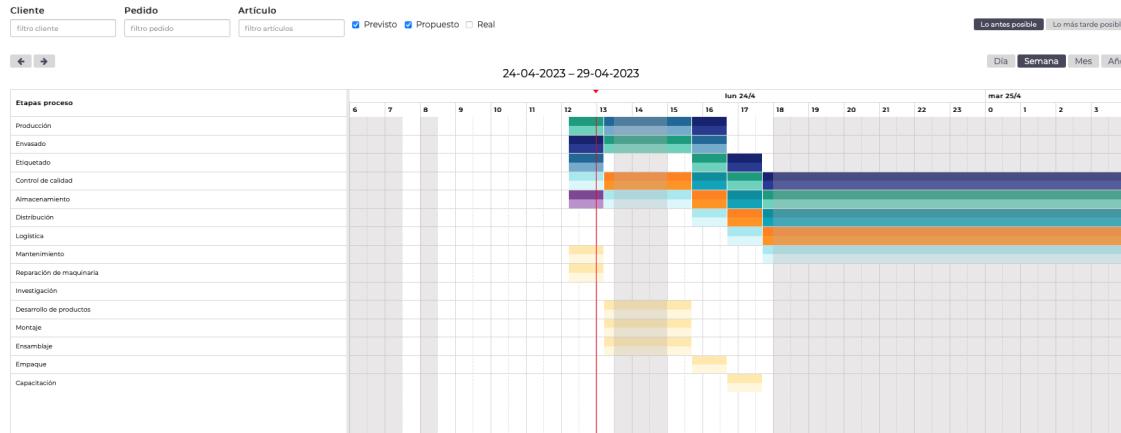


Figura 6.2: Programación 1 PPC

La barra de navegación utilizada en la aplicación, la cual esta presente en todas las pantallas, es la siguiente: la parte de la izquierda esta formada por el logo y los dos botones que redirigen a las dos únicas paginas principales del programa.

Por otro lado, en la derecha se encuentra el nombre del usuario que ha iniciado sesión. Si el usuario pasa el cursor del ratón sobre él, se mostrara un menú, la opción de “Administración”, que solo sera visible si es administrador. A partir de esta opción, se podrá tener acceso a las pestañas de administración del calendario de trabajo y administración de puestos.



Figura 6.3: Barra de navegación

En la imagen de la izquierda se muestra la información individual que aparece por cada barra. Además, como se puede observar en la imagen, el tiempo de holgura es negativo, significará que el pedido va con retraso y por lo tanto aparecerá el mensaje “CON RETRASO” y un borde rojo en la barra.

Si se pulsa el botón de editar, se abrirá el menú mostrado en la imagen derecha, en el cual solamente se podrán editar las fechas de inicio y fin de la etapa seleccionada.

(a) Detailed information for a task labeled "CON RETRASO":
Pedido: Pedido cliente 4
Artículo: Art7
Cantidad: 1
Inicio: 02-05-2023 16:59
Fin: 02-05-2023 18:00
Precedentes: No tiene precedentes
Holgura: -4 dia[s] 4 hora[s] 26 minuto(s)
Operario(s):
 - Embalaje: 1
editar

(b) Task editing dialog:
Pedido cliente 4: Art7
Cantidad: 1
Precedentes: No tiene precedentes
Fecha inicio: 02-05-2023 16:59
Fecha fin: 02-05-2023 18:00
Cancelar **Guardar**

Figura 6.4: (a) información de etapa (b) editar etapa

Por último, tenemos el cronograma de los operarios, donde se muestra el coste de trabajo que se genera en cada etapa de proceso. Si la barra es verde significa que hay trabajando menos operarios de los disponibles, si se encuentra en naranja significa que están trabajando todos los operarios disponibles y si llegara a estar en rojo, significaría que se está sobre pasando el número de operarios disponibles.

Por otro lado también dispone de la opción de crear una simulación, donde el administrador podrá realizar pruebas con diferentes plantillas.

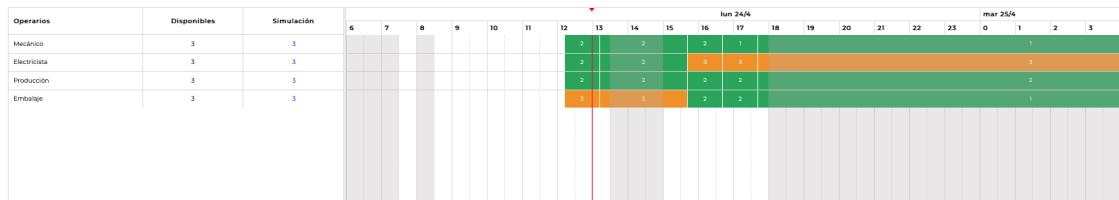


Figura 6.5: Programación 2 PPC

Pantalla planificación entregas

En esta segunda pantalla de la aplicación, se podrá observar el resultado de la programación realizada en la página principal. Se utilizan los mismos filtros que en la página inicial. Además, en este calendario se añade un nuevo tipo de barra cliente, además de la de prevista, propuesta y real, que indica la fecha en la que el cliente desea recibir el producto.

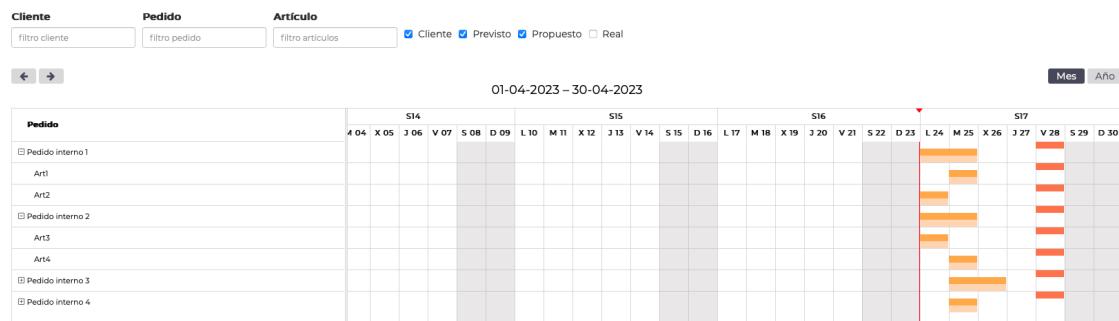


Figura 6.6: Planificación entregas PPC

Pantalla administración del calendario de trabajo

En esta página, se podrá especificar un horario semanal de trabajo predefinido para todas las semanas. El administrador será capaz de añadir, eliminar y modificar los horarios.



Figura 6.7: Administración calendario 1 PPC

Para gestionar las excepciones a este calendario general, se ha desarrollado un calendario mensual que se muestra en la parte inferior de la pantalla.

Los días en blanco representarían los días laborables, los grises los días festivos y el amarillo el día actual. Si el recuadro contiene un botón azul, significará que el horario de ese día no pertenece al horario semanal superior, es decir, que ha sido modificado. Dichas modificaciones se podrán realizar a través del calendario diario que se encuentra en la derecha.

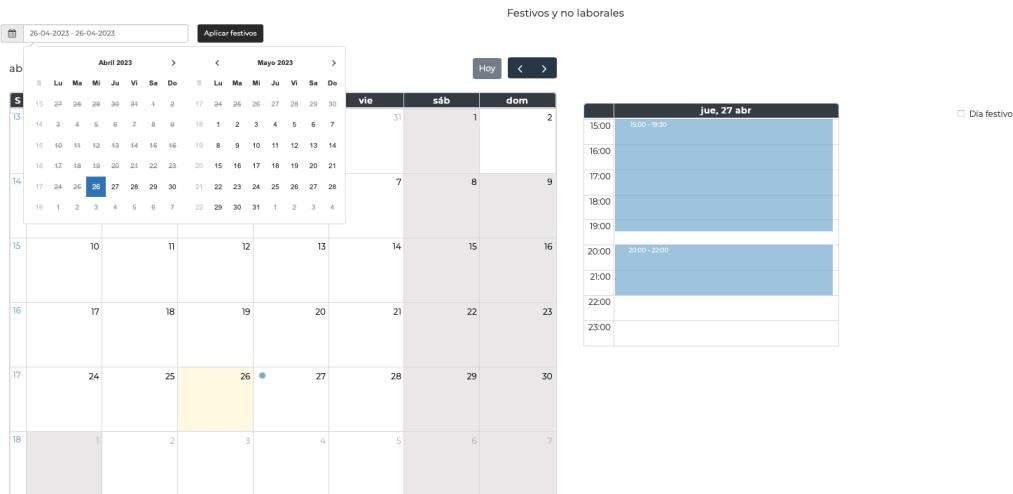


Figura 6.8: Administración calendario 2 PPC

6.1.2. Back-end

Se ha utilizado el patrón de diseño de software de Modelo-Vista-Controlador (MVC) que se utiliza para separar la lógica de negocio (Modelo), la presentación (Vista) y el control (Controlador) de una aplicación web.

- El modelo se refiere a la capa que se encarga de gestionar la lógica de negocio y la interacción con la base de datos.
- La vista se encarga de la presentación visual de los datos al usuario final.
- El controlador se encarga de la gestión del flujo de datos entre el modelo y la vista, y de procesar las solicitudes del usuario.

Esta separación ha permitido una mejor organización del código y una mayor facilidad para realizar cambios en la aplicación sin afectar otras partes. Además, también permite una mayor escalabilidad y una mejor capacidad de mantenimiento en el futuro.

A continuación se presenta una gráfica con todos los ficheros utilizados, cada pantalla utiliza su MVC independientemente, por ejemplo para la pantalla de programación ha utilizado los archivos **programacion_view.php**, **template_programacion.php**, **Programacion_model.php** y **Programacion.php**. Asimismo, se han utilizado los ficheros **template_navbar.php** y **header.php** en general para todas las páginas.

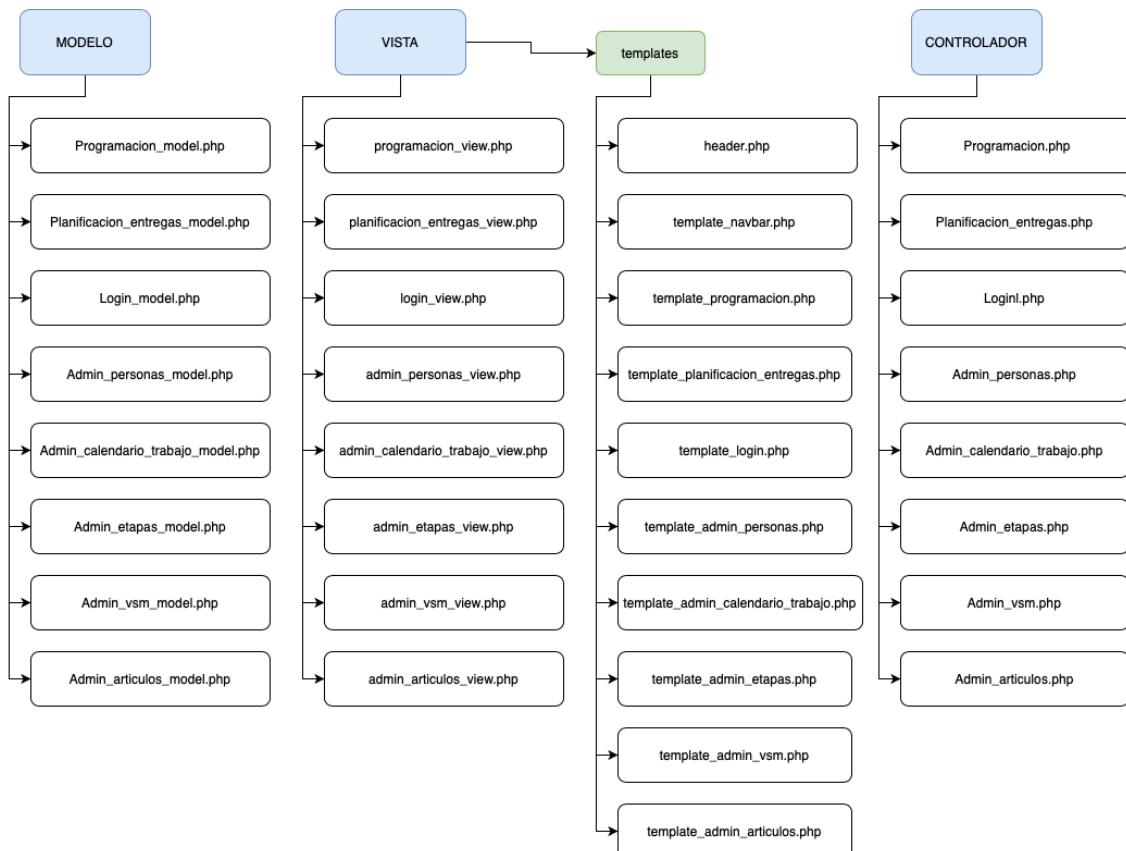


Figura 6.9: Ficheros

6.2 Diseño de base de datos

En esta sección, se analizará la base de datos utilizada para la página web, detallando su estructura, relaciones entre tablas y eficiencia en el acceso a ellas. Además se explicará la finalidad de las tablas mas relevantes de la base de datos, el resto de ellas se ubican en el Anexo C.

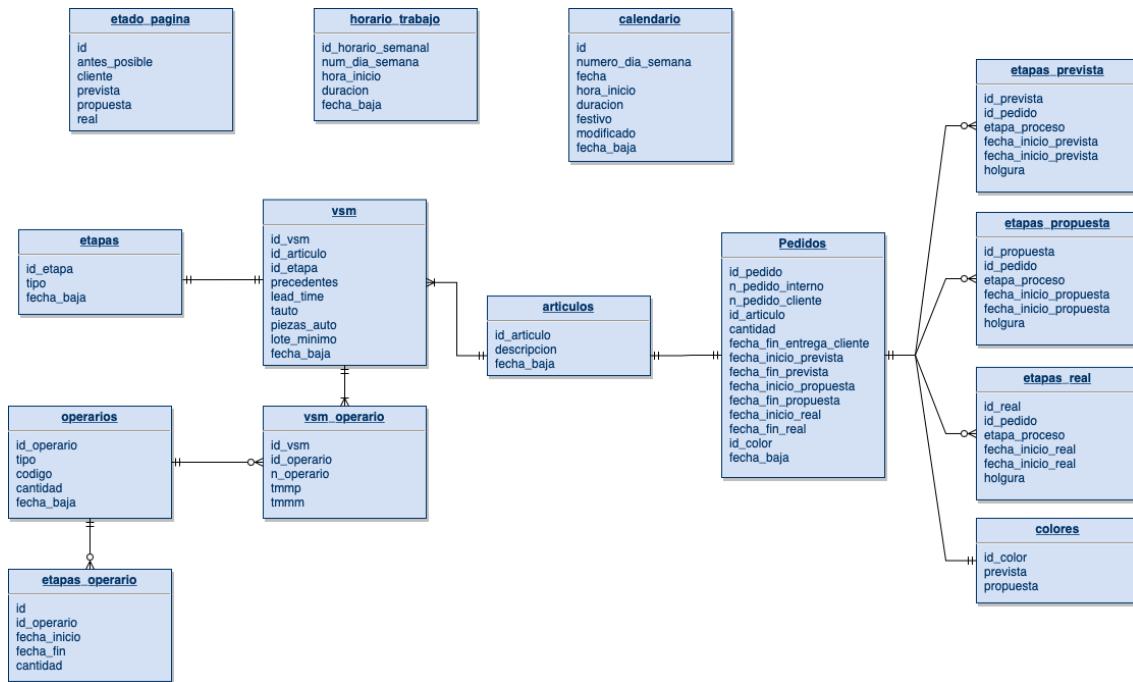


Figura 6.2: Diseño de base de datos

La base de datos utilizada esta formada por un total de 14 tablas y las claves primarias son aquellos atributos que se encuentran subrayados.

- **Pedidos:** Tabla donde se guarda información de los pedidos.
- **Etapas_prevista:** Se almacenan las etapas de la barra prevista.
- **Etapas_propuesta:** Se almacenan las etapas de la barra propuesta.
- **Etapas_real:** Se almacenan las etapas de la barra real.
- **Colores:** Se almacenan los diferentes colores disponibles.
- **Articulos:** Información a cerca de los artículos
- **Vsm:** Tabla maestra de la aplicación.
- **Vsm_operario:** Relación del vsm con los operarios.
- **Operarios:** Información a cerca de los operarios.
- **Etapas_operario:** Se almacenan las etapas de la barra operarios.

- **Etapas:** Las diferentes etapas disponibles.
- **Horario_trabajo:** El horario de trabajo predefinido de la semana.
- **Calendario:** Calendario general donde se guardan las excepciones y festivos.
- **Estado_pagina:** Se almacena información de algunos atributos de la página.

A continuación se explica en detalle las mas importantes.

6.2.1. Vsm

Esta es una tabla maestra (es una tabla que contiene información fundamental y central en relación a otras tablas que están conectadas con ella a través de una clave primaria y clave externa), la cual tiene como objetivo relacionar las tablas: etapas, artículos y vsm_operario.

Columna	Tipo	Comentario
id_vsm	int	Clave primaria de la tabla.
id_articulo	int	Id del articulo de la tabla de artículos.
id_etapa	int	Id de la etapa de la tabla etapas.
precedentes	varchar	Lista de las etapas precedentes.
lead_time	int	Tiempo en segundos en los que tardaría dicha etapa.
tauto	int	Tiempo en el que se encuentra la máquina en automático.
piezas_ciclo	int	Piezas que se generan por ciclo la máquina.
lote_minimo	int	El lote mínimo que es necesario para poner en funcionamiento la máquina (esta función no esta implementada).

6.2.2. Pedidos

En esta tabla se almacenan la información de pedido, cuándo se prevé que esté listo, para qué fecha quiere el cliente el pedido o de qué color se representa el pedido en la programación.

Columna	Tipo	Comentario
id_pedido	int	Clave primaria de la tabla.
n_pedido_interno	varchar	Nombre que se le da al pedido internamente en la empresa.
n_pedido_cliente	varchar	Nombre del cliente que ha pedido el producto.
id_articulo	int	Id del articulo encargado de la tabla de artículos.
cantidad	int	Numero de artículos que son encargados.
fecha_fin_entrega_cliente	datetime	Fecha en la que el cliente desea recibir el producto.
fecha_inicio_prevista	datetime	Fecha inicio que propone el programa en el que comienza la producción.
fecha_fin_prevista	datetime	Fecha final que propone el programa en el que termina la producción.
fecha_inicio_propuesta	datetime	Fecha inicio que propone el administrador que comience la producción.
fecha_fin_propuesta	datetime	Fecha fin que propone el administrador que finalice la producción.
fecha_inicio_real	datetime	Fecha real en la que comienza la producción.
fecha_fin_real	datetime	Fecha real en la que finaliza la producción.
id_color	int	Hace referencia al id del color, de la tabla colores, que se utilizará para representar el pedido en el calendario.

6.2.3. Etapa prevista, etapa propuesta y etapa real

Estas tres tablas realizan el mismo funcionamiento, se utiliza para guardar los eventos (las barras que se encuentran en el calendario de programación) para así no tener que estar calculándolas cada vez que se recargue la página, es decir, de esta manera se le quita una gran carga de cálculo al programa. Al ser tablas con campos iguales o que cumplen la misma funcionalidad, se muestra en una única tabla los campos de las tres.

Columna	Tipo	Comentario
id_prevista id_propuesta id_real	int	Claves primarias de las tablas.
id_pedido	int	Id del pedido de la tabla pedidos.
etapa_proceso	int	Numero de la etapa de proceso a la que pertenece.
fecha_inicio_prevista fecha_inicio_propuesta fecha_inicio_real	datetime	Fecha inicio en la que comienza la etapa.
fecha_fin_prevista fecha_fin_propuesta fecha_fin_real	datetime	Fecha fin en la que finaliza la etapa.
holgura	int	El margen de tiempo que queda en segundos para la fecha fin del cliente.

7 Desarrollo

Una vez explicado el diseño inicial del programa, pasamos a presentar el desarrollo de la página web. Este desarrollo, como se redacta en la primera planificación (3.2.3), consistía en realizar 6 interacciones siguiendo un ciclo de vida iterativo incremental. Sin embargo, como se indica en la segunda planificación, esto fue modificado a raíz de ciertas desviaciones ocurridas (9.1.1).

Para explicar mejor el desarrollo, se ha separado cada iteración en un apartado. Estos apartados están ordenados por el orden numérico de las iteraciones. Estas explicaciones se complementan con las figuras mostradas en el apartado de [Diseño](#). Por otro lado, las pruebas realizadas durante el desarrollo se encuentran en el apartado de [Pruebas](#).

Iteración 1

Con esta iteración se le dio comienzo al desarrollo del proyecto. Antes de iniciar la programación de la página web, se visualizó un boceto de cómo tendría que ser la página principal, en Numbers.

Una vez visualizado el aspecto de la página, se comenzó con el desarrollo de esta. Como era la primera vez que se utilizaba el framework de FullCalendar, se tuvo que invertir tiempo en el aprendizaje del mismo.

Conocido el funcionamiento base del framework FullCalendar y las variables necesarias para poder visualizar el plan previsto de fabricación, se procedió a la creación de la base de datos en phpMyAdmin.

Una vez creada la base de datos con las tablas necesarias, se introdujeron unos datos de prueba y se comenzó a visualizar las primeras barras, no editables, del plan previsto.

Al principio, no se visualizaban correctamente las barras de los artículos que pertenecían al mismo proceso de fabricación, de los mismos vsms, un vsm es el proceso que hay que llevar a cabo y en qué orden para la creación de un objeto. Para ellos se aplicó un algoritmo de diagrama de flechas, que es una herramienta visual que ayuda a analizar y mejorar el flujo de trabajo en un proceso de fabricación. Una vez aplicado el algoritmo, el funcionamiento de las barras previstas se ejecutaban correctamente y además, se realizaba un guardado correcto en la base de datos.

Cuando se planifica, se puede hacer e base a una fecha “lo antes posible” o en base a una fecha “lo mas tarde posible”(es decir, para cuando el cliente quiere el producto). El desarrollo se comenzó con la parte de lo antes posible, por lo que, para finalizar la iteración se desarrolló el plan de lo mas tarde posible.

Al no haber una gran desviación ni ningún cambio de planes, no se tuvo que realizar ningún ajuste en la planificación.

Iteración 2

En esta segunda iteración se tuvo que añadir el plan propuesto de planificación de fabricación al diagrama realizado en la iteración pasada.

Primero se añadieron con facilidad la nueva barra correspondiente al plan propuesto, situada justo por debajo de la barra del plan previsto. Luego, se desarrolló el poder editar arrastrando la barra en el diagrama Gantt o mediante un menú. De esta última manera se pueden editar los tiempos con exactitud, ya que se trata del plan propuesto.

A la hora de realizar la opción de poder modificar el plan propuesto, había que tener en cuenta diferentes movimientos y funcionalidades al realizar un movimiento de una barra, había que tener en cuenta las barras precedentes y descendentes de dicha barra. Además de tener en cuenta si había que desplazar otras barras de otros artículos en fabricación.

Esto último conllevó más tiempo de lo planificado, por lo tanto en esta iteración se produjo un desvío de 10h aproximadamente.

Iteración 3

En esta tercera iteración, simplemente había que añadir la última barra al cronograma de programación. Esta barra sería igual a la prevista, con el mismo color y no editable. Debido a la habilidad adquirida en las iteraciones pasadas, esta iteración pudo ser realizada unas 6h más rápido de lo previsto.

Por un lado, comentar que esta barra necesitaría un menú para en cada etapa de proceso poder introducir los datos del tiempo invertido de manera manual, pero dado que este proyecto consiste en la visualización de la producción únicamente, no estaría dentro de las tareas a realizar.

Por otro lado, al finalizar esta iteración, nos dimos cuenta de que a la hora de meter un calendario laboral, estaría bien poder editar el mismo al gusto del administrador. Por lo tanto, al ser una tarea que requería tiempo y por su elevada importancia, se decidió crear la Iteración 3.5, la cual, se explica a continuación de esta iteración.

Iteración 3.5

Esta es la iteración añadida vista la necesidad de tener que crear una página donde se pudiera poder administrar el calendario de trabajo.

Primero, se implementó un calendario mensual maestro, donde se pudiera definir y editar el calendario semanal predeterminado, el cual fue realizado utilizando el framework de FullCalendar.

Después, para poder visualizar y crear los días festivos, laborales y las excepciones, se añadió en la parte inferior un calendario mensual. Para poder crear las excepciones,

se desarrollo otro calendario diario donde se pueden modificar los horarios de ese día. Ambos calendarios fueron creados con el framework de FullCalendar.

Para poder guardar todos estos datos, se tuvieron que crear dos tablas en la base de datos, una para poder guardar los días festivos y excepciones, y la otra para poder almacenar el horario semanal.

Para finalizar la iteración, se implementó el calendario en la página de programación. Al implementar esta opción, se tuvieron que realizar varios cambios en los cálculos de las barras, para poder integrar correctamente el calendario laboral, es decir, a la hora de planificar tener en cuenta los tiempos de trabajo y festivos.

Iteración 4

Como en la primera iteración, al ser una de las páginas principales de la aplicación, se visualizó un boceto de qué información debería de mostrar la página y qué estilo tendría que tener, en Numbers.

Este cronograma, a diferencia del de programación donde están las opciones de poder visualizarlo en formato día, semana, mes y año, solo podrá ser visible en los formatos mes y año.

El Gantt se desarrolló de manera muy parecida al de programación, las únicas diferencias fueron que en este se desarrolló la opción de poder agrupar los artículos a fabricar por pedidos, además de marcar la fecha para cuándo el cliente quiere el producto.

Para finalizar, se integró el calendario laboral al cronograma, como en la página de programación, y debido a esto se realizaron los cambios y ajustes necesarios para su correcto funcionamiento.

Iteración 5

En la quinta iteración se añadió un nuevo cronograma en la página de programación, justo en la parte inferior de donde se muestra la planificación de la producción.

Este Gantt tenía que reflejar el tiempo de trabajo de los operarios por cada puesto, además del número de trabajadores que hay trabajando en dicho periodo junto al número total de trabajadores por puesto de los que se disponen. Todo lo anterior, respecto al cronograma de planificación de producción.

Para la comodidad del administrador, se añadió la opción de poder realizar simulaciones, editando en una nueva columna el número de operarios disponibles, para de esta manera simular, cómo quedaría el cronograma (estas simulaciones no se guardan en ningún lado de la base de datos, son solo temporales).

Para poder guardar y gestionar estos datos, se crearon varias tablas en la base de datos. Primero una tabla donde guardar los diferentes puestos de trabajo, luego una

tabla que conectara los vsms con los operarios, para de esta manera saber en cada etapa qué tipo de trabajadores trabajan y cuántos. Para finalizar, una tabla donde se guardarían las barras del cronograma, de esta manera no se perdería tanto tiempo calculándolas cada vez que se recargara la página.

Iteración 5.5

Para finalizar con el proyecto, se implementaron varios menús administrativos, para poder gestionar los diferentes aspectos en el programa. Para agilizar el proceso de la creación de las diferentes pantallas administrativas, se creó una primera plantilla donde, a partir de ella, se crearían las demás páginas administrativas, debido a sus parecidos.

Primero se crearon las páginas de gestión de artículos y etapas de proceso, en las cuales sólo se podían realizar consultas de añadir y editar. Luego se introdujo la de gestión los puestos, que únicamente tiene la opción de editar.

A continuación la de los vsm. En este caso, como en la de artículo y etapas de proceso solo se puede añadir y editar. Solo es posible editar los vsm que no están en uso, es decir, no están en la programación.

También se programó el no poder dar de baja a un artículo, etapa de proceso o vsm si éste estuviera en uso en la planificación de la programación.

Para finalizar, se introdujo la de gestión de pedidos. En ésta, además de poder editar y añadir los artículos, se tenía que poder realizar una replanificación de la planificación de la producción para los casos en los que se daba de baja el pedido o se editaba algún atributo clave del pedido como podría ser el artículo. Para ello simplemente se borraban las tuplas de las tablas donde se guardaban las barras, de esta manera, al entrar en la página de programación el sistema planificaría de nuevo todos los pedidos.

En la mayoría de las pantallas administrativas, se han tenido que hacer diferentes uniones de tablas para poder visualizar los datos con información adecuada y coherente.

8 Pruebas

Durante el desarrollo de la página web, se fueron realizando pruebas por cada iteración realizada, para comprobar su correcto funcionamiento. La fase de pruebas se realizó después de finalizar la fase de desarrollo del programa (Iteración 5.5). La finalidad de estas pruebas es la de ejecutar el programa y comprobar su funcionamiento de manera global, ya que anteriormente las pruebas realizadas estaban enfocadas al funcionamiento de la iteración añadida.

8.1 Pruebas durante el desarrollo

Iteración 1

En la primera iteración se utilizaron varios casos para comprobar de que el programa planificase correctamente, tanto en el plan de lo antes posible y mas tarde posible. También se verificaron los funcionamientos de los filtros.

Iteración 2

En esta segunda iteración, se tuvieron que hacer más pruebas, ya que fue una iteración compleja, se tuvieron que comprobar los siguientes casos:

- Comprobar que se guardaran correctamente los movimientos y etapas.
- Que se pueda modificar tanto manualmente como por el menú de editar.
- No poder planificar en tiempo pasado.
- Al mover un etapa, comprobar que replanifica correctamente sus precedentes y descendentes.
- Si al desplazar una barra chocase con otra o otras, esta o estas últimas se modificarán, dejando hueco a la barra desplazada.

Todos estos casos fueron comprobados en la programación de “lo antes posible” y “más tarde posible”.

Iteración 3

En este caso, al ser el tiempo real que se tardaría en realizar un proceso de etapa, este se simulo introduciendo datos directamente en la base de datos y comprobando que se plasmaban bien en la pantalla de programación.

Iteración 3.5

En este apartado, primero se verificaron los siguientes casos en los calendarios:

- Que se guardaran los cambios realizados en ambos calendarios.

- Que se reflejaran en la programación las modificaciones realizadas en los calendarios semanal y mensual.
- Funcionamiento adecuado a la hora de definir los días festivos y excepciones.
- Que se aplicase la programación solo a las horas laborales.

Luego se tuvieron que realizar varias comprobaciones de que la programación planificase según los horarios laborales definidos en el calendario de trabajo.

Iteración 4

En esta iteración, se realizaron varios cambios en la programación para ver si se reflejaban bien los tiempos en la pantalla de planificación de entregas. También se comprobó el correcto funcionamiento de los filtros.

Iteración 5

En la penúltima iteración, al añadirse un nuevo cronograma que afectaba al Gantt de la programación, se tuvieron que realizar varias pruebas:

- Mirar que los datos se guardaran bien en la base de datos.
- Comprobar que se realizaba la planificación teniendo en cuenta la capacidad de los operarios.
- Comprueban que se reflejaban bien las horas y la cantidad de trabajo en el cronograma de los operarios.
- Mirar si realizaba correctamente la simulación.

Iteración 5.5

Por último, al añadir varias pantallas administrativas con varios funcionamientos, se realizaron diferentes pruebas en cada una de ellas.

Primero se comprobó en las páginas de gestión de artículos y etapas de proceso si se grababan los nuevos artículos y etapas al añadirlos y si se editaban correctamente en la base de datos. Además se hicieron pruebas para asegurar que el sistema de dar de baja y alta funcionase bien. Luego se comprobó si en los puestos se guardaban los cambios realizados.

A continuación, se realizaron las mismas pruebas en la página de administración que en la de artículos o etapas, pero en esta se comprobó además que se mostrara bien toda la información del vsm.

Por último, en la pantalla administrativa de pedidos, se comprobó que dichos pedidos se añadían y editaban correctamente y que al realizar cambios se realizaba la replanificación en la pantalla de programación.

8.2 Pruebas después del desarrollo

Pruebas finales

Luego de finalizar con el desarrollo de la aplicación, se realizaron diferentes pruebas de manera global sobre el software. Se repitieron todas las pruebas del apartado de desarrollo.

Pruebas con usuarios

Durante la fase de *Pruebas finales*, en paralelo la empresa realizaba pruebas sobre el programa final. Debido a que el personal ya tenía conocimiento suficiente para navegar sobre la aplicación, no fue necesario crear una guía para el usuario.

Durante esta fase de ensayo, se detectaron los siguientes errores o carencias, las cuales ya fueron solucionadas:

- Al replanificar en la pantalla de programación tardaba demasiado, por lo tanto se tuvo que optimizar y refactorizar el código.
- A veces se quedaba bloqueada la aplicación al recalcular cuando se movía una barra entre otras dos.

Luego de solucionar estos errores y mejorar el programa, se ha conseguido un programa que está más adecuado con la idea inicial de la empresa.

9 Seguimiento y control del proyecto

Las tareas de *Seguimiento y control (SC)* se han realizado durante todo el ciclo de vida del proyecto. En este apartado, se documenta la segunda planificación que se realizó a raíz de las desviaciones del proyecto (8.1). Después, se analiza el control realizado sobre los diferentes ámbitos del proyecto: alcance (8.2), riesgos (8.3), y tiempo (8.4).

9.1 Segunda planificación

En esta nueva planificación, se detallan las partes modificadas de la primera y se redacta la planificación restante del proyecto. Todas estas modificaciones han sido la mayoría debidas a las nuevas funciones añadidas al proyecto, y complicaciones encontradas en algunas iteraciones.

9.1.1. Gestión del Alcance

Debido a que se trata de un proyecto ambicioso con muchos objetivos a cumplir y además durante el transcurso del mismo se definieron nuevas funcionalidades a implementar, no se han podido completar todos los objetivos definidos en la primera planificación. Por ende, se han realizado modificaciones en los objetivos del proyecto.

Requisitos

Debido a las modificaciones realizadas en el alcance, ha habido que eliminar ciertos requisitos porque no se disponía del tiempo suficiente para su realización, y se han añadido nuevos requisitos a causa de las nuevas funcionalidades a desarrollar. Se han eliminado los siguientes requisitos:

- **IR-3:** Programar en detalle la producción y compras necesarias teniendo en cuenta capacidades de máquinas, personas y utilajes.

En este requisito anterior, solo se ha podido cumplir con el objetivo de programar en detalle la producción teniendo en cuenta la capacidad de personas. Por otro lado se han añadido los siguientes requisitos:

- **IR-7:** Poder administrar los artículos, el número de trabajadores por puesto, etc.
- **IR-8:** Poder realizar simulaciones momentáneas con diferente número de operarios en los diferentes puestos para ver nuevas programaciones.

Fases del proyecto

Durante el desarrollo del proyecto, nos hemos dado cuenta de que hacían falta varias páginas administrativas para la gestión de la página web. Por ello, se añadieron las dos iteraciones siguientes:

I3.5-Administración de calendario: Se tiene que crear una página para el administrador donde se puedan administrar los horarios de trabajos. Dicha página deberá de cumplir los siguientes requisitos:

- Un calendario semanal maestro, donde se definirá el horario semanal predeterminado.
- Un calendario mensual donde se podrán visualizar los días festivos y laborales, además se podrán editar tanto los horarios de los días festivos, haciéndolos laborales, y los laborales.

I5.5-Páginas administrativas: Se tienen que crear varias páginas donde se puedan administrar los puestos de trabajo, los artículos, las etapas y los vsm:

- Una página para poder cambiar el número de operarios disponibles por puesto.
- Una página donde poder editar los artículos existentes y añadir nuevos.
- Una página donde poder editar las etapas existentes y añadir nuevas etapas.
- Una página donde poder editar los pedidos existentes y añadir nuevos pedidos.
- Una página donde poder editar los vsm existentes y crear nuevos vsm.

Dada la carga de trabajo añadida al desarrollo del proyecto, se ha desestimado la realización de la Iteración I6. Por lo tanto, se ha reajustado y realizado las nuevas estimaciones de finalización de las fases nuevas y afectadas (ver apartado [9.1.2](#)), siendo el retraso obtenido hasta ahora:

- **I3.5-Visualizar ejecución del plan fabricación:** 24/03/2023.
- **I4-Visualizar planificación de la producción anual:** 11/04/2023.
- **I5-Visualizar planificación de recursos de personal:** 01/05/2023.
- **I5.5-Visualizar planificación de los recursos de personal anual:** 18/05/2023.

Descomposición de tareas

A raíz de la modificación del alcance, el EDT también se ve afectado. Este cambio supuso la eliminación de la sexta iteración (I6) y añadir las dos nuevas iteraciones (I3.5 y I5.5).

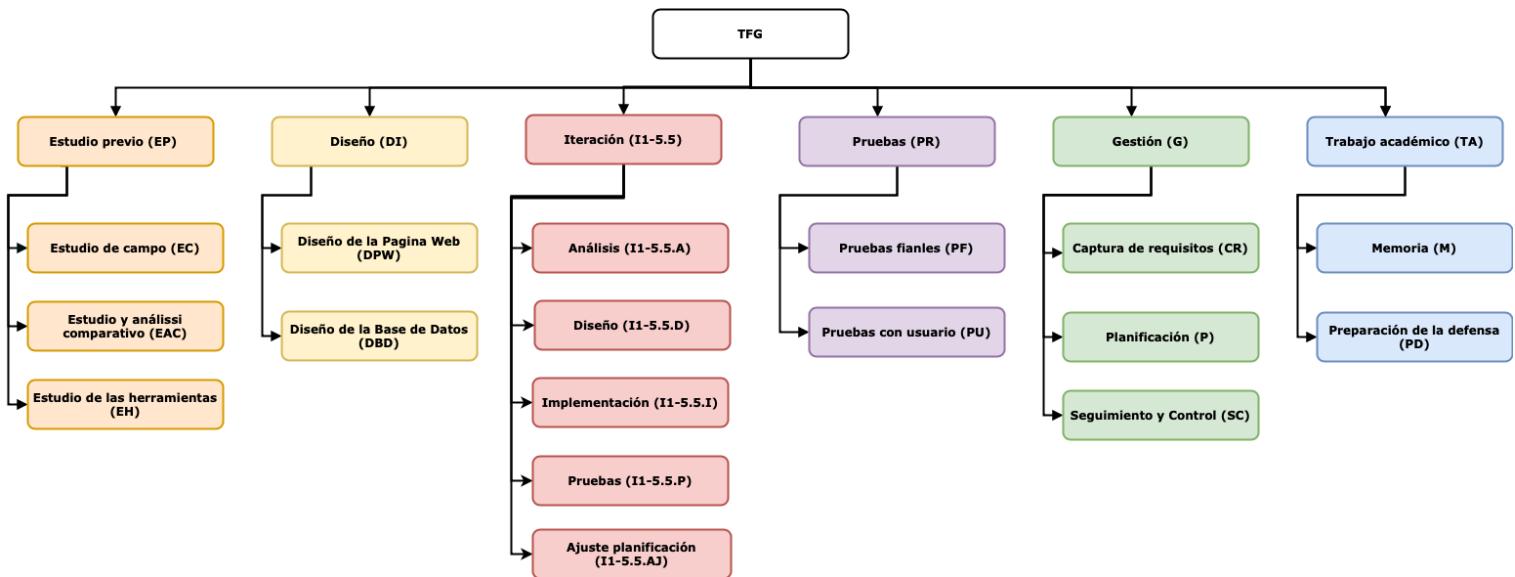


Figura 9.1: Diagrama EDT modificado

Diagrama Gantt

El diagrama de Gantt ha sufrido varios cambios, debido a las modificaciones realizadas a las diferentes fases del proyecto. El diagrama mostrado comienza el día que se finalizó con la tercera iteración (I3), ya que fue cuando se decidió añadir las nuevas iteraciones.

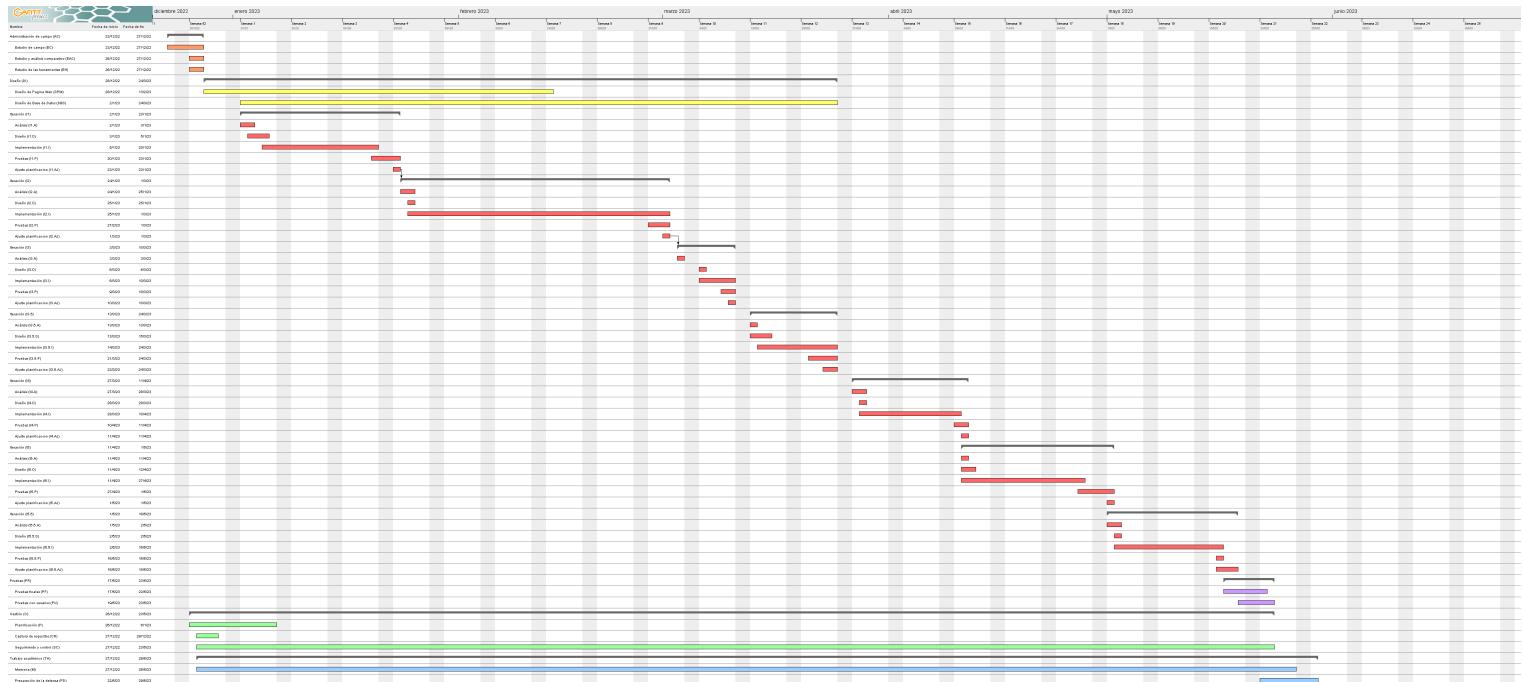


Figura 9.2: Diagrama de Gantt del proyecto modificado

9.1.2. Gestión del tiempo

Debido a las nuevas iteraciones añadidas, la tabla de tiempos estimados ha tenido que ser modificada.

PAQUETE DE TRABAJO	TAREA	DEDICACIÓN ESTIMADA
Estudio previo (EP)	Estudio de campo (EC)	4h
	Estudio y análisis comparativo (EAC)	6h
	Estudio de las herramientas (EH)	7h
	SUBTOTAL	17h
Diseño (DI)	Diseño de Pagina Web (DPW)	4h
	Diseño de Base de Datos (DBD)	5h
	SUBTOTAL	9h
Iteración (I1)	Análisis (I1.A)	8h
	Diseño (I1.D)	2h
	Implementación (I1.I)	22h
	Pruebas (I1.P)	2h
	Ajuste planificación (I1.AJ)	1h
	SUBTOTAL	35h
Iteración (I2)	Análisis (I2.A)	7h
	Diseño (I2.D)	1h
	Implementación (I2.I)	17h
	Pruebas (I2.P)	3h
	Ajuste planificación (I2.AJ)	1h
Iteración (I3)	SUBTOTAL	29h
	Análisis (I3.A)	4h
	Diseño (I3.D)	1h
	Implementación (I3.I)	13h
	Pruebas (I3.P)	4h
Iteración (I3.5)	Ajuste planificación (I3.AJ)	1h
	SUBTOTAL	22h
	Análisis (I3.5.A)	2h
	Diseño (I3.5.D)	2h
	Implementación (I3.5.I)	11h
Iteración (I4)	Pruebas (I3.5.P)	2h
	Ajuste planificación (I3.5.AJ)	1h
	SUBTOTAL	18h
	Análisis (I4.A)	5h
	Diseño (I4.D)	2h
Iteración (I5)	Implementación (I4.I)	14h
	Pruebas (I4.P)	4h
	Ajuste planificación (I4.AJ)	1h
	SUBTOTAL	26h
	Análisis (I5.A)	2h
Iteración (I5.5)	Diseño (I5.D)	2h
	Implementación (I5.I)	12h
	Pruebas (I5.P)	2h
	Ajuste planificación (I5.AJ)	1h
	SUBTOTAL	19h
Pruebas (PR)	Análisis (I5.5.A)	1h
	Diseño (I5.5.D)	2h
	Implementación (I5.5.I)	10h
	Pruebas (I5.5.P)	3h
Gestión (G)	Ajuste planificación (I5.5.AJ)	2h
	SUBTOTAL	18h
	Pruebas finales (PF)	6h
	Pruebas con usuarios (PU)	3h
Trabajo académico (TA)	SUBTOTAL	9h
	Captura de requisitos (CR)	5h
	Planificación (P)	22h
	Seguimiento y control (SC)	10h
Trabajo académico (TA)	SUBTOTAL	37h
	Memoria(M)	70h
	Preparación de la defensa (PD)	10h
Trabajo académico (TA)	SUBTOTAL	80h
	HORAS TOTALES	319h

Tabla 9.1: Horas estimadas para cada tarea del proyecto

Esta nueva planificación estima un total de **319h**, lo que supone que ha habido un incremento de 13h respecto a la primera planificación. Es decir, un aumento del 4.2 %.

9.2 Control de alcance

Desde un principio se tenía en cuenta que el alcance podía ser modificado. Como ya se ha explicado en el apartado 9.1.1, el alcance de la primera planificación fue modificado. Estas desviaciones han hecho que el tiempo estimado para finalizar el proyecto fuese incrementado, como se ha analizado en apartado 9.1.2.

Respecto a la primera planificación, debido a las incidencias ocurridas durante el desarrollo del proyecto, no se pudieran implementar las siguientes funcionalidades que se esperaban añadir en el proyecto:

- Al la hora de realizar la programación no se ha podido tener en cuenta la capacidad de las maquinas y los utilajes

Por otro lado, se han añadido nuevas funcionalidades que no estaban previstas, respecto a la primera planificación:

- Poder administrar el calendario laboral.
- Poder administrar los artículos, etapas, pedidos y los propios vsms.
- Poder realizar simulaciones a tiempo real de con diferentes plantillas de operarios.

9.3 Gestión de riesgos

En la primera planificación se realizó un plan de acción por cada uno de los riesgos que podían ocurrir durante el transcurso del proyecto. Gracias a esa planificación previa se ha podido estimar la duración y llevar a cabo un plan de acción sobre el riesgo ocurrido, para de esta manera poder mitigar su impacto en el proyecto.

Por otro lado, se detectó un nuevo riesgo durante el transcurso de proyecto, el cual no estaba en la primera planificación y tuvo impacto durante el proyecto:

R4-Nuevas implementaciones

- *Descripción:* durante el desarrollo del proyecto, puede que el cliente quiera una nueva implementación, a la cual habría que darle importancia y llevarla a cabo. Causando una modificación en la planificación.
- *Plan de acción:* realizar la modificación en la planificación, estimando el tiempo que conlleve y sus causas. Si la tarea o tareas añadidas suponen un coste relevante en la estimación de tiempo del proyecto, se podría llegar a desestimar algunas tareas finales.

En este apartado, se enumeran qué riesgos se han transformado en incidencias del proyecto, cuál ha sido su impacto y qué se ha hecho para solucionarlo.

9.3.1. R1-Compatibilidad del proyecto con el curso universitario

Este riesgo estuvo presente en varias ocasiones del proyecto, aunque se tuvo en cuenta en la planificación, causó unas semanas de retraso en el desarrollo del proyecto.

En marzo, el proyecto se mantuvo parado aproximadamente durante una semana debido a un examen de suma importancia y dificultad para la aprobación de una asignatura. La otra ocasión fue en la última semana del curso en mayo, a causa de varias entregas que debía realizar el estudiante en varias asignaturas.

Además del retraso de apenas dos semanas que generó este riesgo, no generó un gran impacto en el desarrollo, por lo que no fue necesario realizar ninguna modificación en la planificación.

9.3.2. R4-Nuevas implementaciones

La mayor incidencia ocurrida durante el proyecto ha sido ocasionada debido a la aparición de dos nuevas implementaciones, las dos nuevas iteraciones añadidas (I3.5 y I5.5).

Entre esas dos implementaciones, se generó una carga de trabajo elevada y como consecuencia, se tuvo que desestimar la realización de la sexta iteración del proyecto (I6).

9.4 Control de tiempo

En primer lugar, se realiza una comparativa entre las desviaciones entre las iteraciones, y después entre los diferentes paquetes que forman el proyecto.

9.4.1. Desviaciones en las iteraciones

Debido a los cambios realizados durante el transcurso del proyecto, se han tenido que modificar algunas de las fechas de finalización de las iteraciones.

Fase	Fecha prevista a finalizar	Fecha real finalizada
I1	25/01/2023	17/01/2023
I2	10/02/2023	20/02/2023
I3	24/02/2023	03/03/2023
I3.5	24/03/2023	22/03/2023
I4	11/04/2023	13/04/2023
I5	01/05/2023	02/05/2023
I5.5	18/05/2023	15/05/2023

Tabla 9.1: Comparación entre las horas estimadas y reales de las tareas

9.4.2. Desviaciones en los paquetes

En este apartado, se presentan las desviaciones que han tenido los paquetes y las tareas del proyecto. Para explicar las desviaciones se muestra en la tabla 9.2 la comparativa entre las horas estimadas y las horas finales, luego se muestra un gráfico para ilustrar mejor los resultados.

PAQUETE DE TRABAJO	TAREA	DEDICACIÓN ESTIMADA	TIEMPO DEDICADO
Estudio previo (EP)	Estudio de campo (EC)	4h	5h
	Estudio y análisis comparativo (EAC)	6h	5h
	Estudio de las herramientas (EH)	7h	6h
	SUBTOTAL	17h	16h
Diseño (DI)	Diseño de Página Web (DPW)	4h	5h
	Diseño de Base de Datos (DBD)	5h	8h
	SUBTOTAL	9h	13h
Iteración (I1)	Análisis (I1.A)	8h	5h
	Diseño (I1.D)	2h	3h
	Implementación (I1.I)	22h	21h
	Pruebas (I1.P)	2h	1h
	Ajuste planificación (I1.AJ)	1h	30m
Iteración (I2)	SUBTOTAL	35h	30h 30m
	Análisis (I2.A)	7h	4h
	Diseño (I2.D)	1h	1h
	Implementación (I2.I)	17h	29h
	Pruebas (I2.P)	3h	4h
Iteración (I3)	Ajuste planificación (I2.AJ)	1h	1h 30m
	SUBTOTAL	29h	39h 30m
	Análisis (I3.A)	4h	2h
	Diseño (I3.D)	1h	30m
	Implementación (I3.I)	13h	9h
Iteración (I3.5)	Pruebas (I3.P)	4h	2h
	Ajuste planificación (I3.AJ)	1h	4h
	SUBTOTAL	23h	17h 30m
	Análisis (I3.5.A)	2h	2h
	Diseño (I3.5.D)	2h	2h
Iteración (I4)	Implementación (I3.5.I)	11h	13h
	Pruebas (I3.5.P)	2h	1h 30m
	Ajuste planificación (I3.5.AJ)	1h	2h
	SUBTOTAL	18h	20h 30m
	Análisis (I4.A)	5h	5h
Iteración (I5)	Diseño (I4.D)	2h	2h
	Implementación (I4.I)	14h	13h
	Pruebas (I4.P)	4h	2h
	Ajuste planificación (I4.AJ)	1h	30m
	SUBTOTAL	26h	22h 30m
Iteración (I5.5)	Análisis (I5.A)	2h	3h
	Diseño (I5.D)	2h	2h
	Implementación (I5.I)	12h	14h
	Pruebas (I5.P)	2h	3h
	Ajuste planificación (I5.AJ)	1h	2h
Pruebas (PR)	SUBTOTAL	19h	24h
	Análisis (I5.5.A)	1h	1h
	Diseño (I5.5.D)	2h	4h
	Implementación (I5.5.I)	10h	14h
	Pruebas (I5.5.P)	3h	2h
Gestión (G)	Ajuste planificación (I5.5.AJ)	2h	2h
	SUBTOTAL	18h	22h
	Pruebas finales (PF)	6h	6h
Trabajo académico (TA)	Pruebas con usuarios (PU)	3h	3h
	SUBTOTAL	9h	9h
	Captura de requisitos (CR)	5h	3h
Gestión (G)	Planificación (P)	22h	24h
	Seguimiento y control (SC)	10h	12h
	SUBTOTAL	37h	39h
Trabajo académico (TA)	Memoria(M)	70h	81h
	Preparación de la defensa (PD)	10h	12h
	SUBTOTAL	80h	93h
HORAS TOTALES		319h	347h 30m

Tabla 9.2: Comparación entre las horas estimadas y reales de las tareas

Como se puede observar, el proyecto se ha desviado aproximadamente un 9% respecto a la segunda planificación. Esta desviación se debe al cambio del alcance y las incidencias del proyecto.

A continuación se muestra un gráfico (9.3), que resume las desviaciones de las horas y de las tareas. De esta manera, se puede visualizar mejor la diferencia entre el tiempo estimado y real.

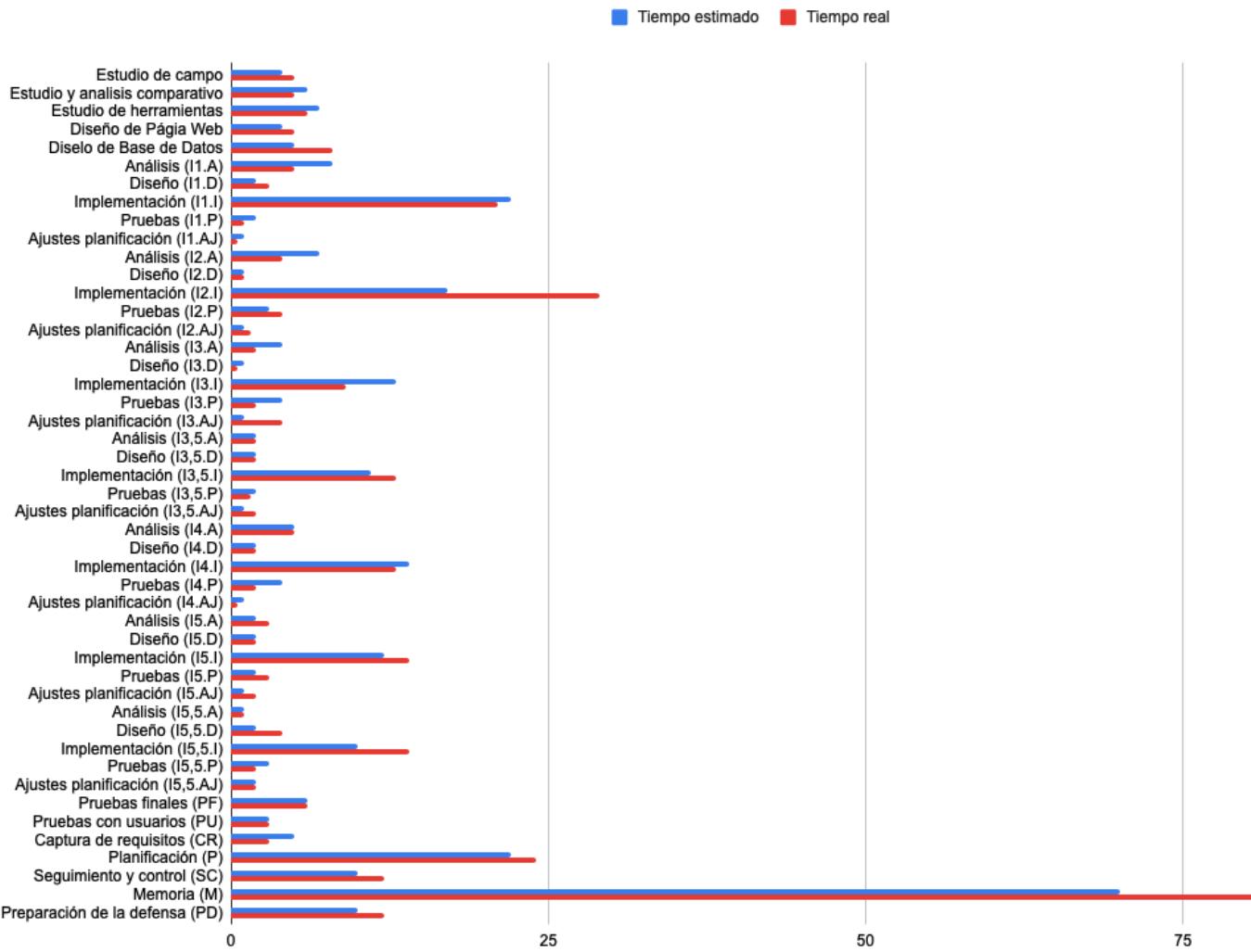


Figura 9.3: Gráfico de las horas estimadas y las horas reales de los paquetes

El motivo de la desviación en I2.1 fue debido principalmente por que no se esperaba que la implementación del plan propuesto fuera tan compleja, además de otros problemas encontrados al realizar los diferentes movimientos de las barras.

Por otro lado, en la tarea I3.AJ que es una tarea pequeña, debido a los ajustes realizados añadiendo la nueva iteración y modificación de la planificación, se tuvo que invertir más tiempo en esta tarea.

10 Conclusiones

En este último apartado, se enumeran las conclusiones que se han obtenido al finalizar el TFG, tanto a nivel técnico (10.1) como personal (10.2).

10.1 Conclusiones técnicas

En términos generales, la evaluación técnica del proyecto es positiva. Se han logrado desarrollar la gran mayoría de los requisitos principales establecidos por la empresa. Los objetivos técnicos alcanzados durante el TFG son los siguientes:

- **Análisis de herramientas:** Haber realizado un estudio previo de las herramientas escogidas. Gracias a este estudio, se ha reducido la posibilidad de tener incidencias con su uso.
- **Implementación de herramientas:** Se ha conseguido implementar todas las herramientas escogidas con éxito.
- **Página web:** El producto final es una página web que dados unos pedidos de unos artículos (artículos definidos anteriormente), te crea una programación óptima para su producción.

10.2 Conclusiones personales

A lo largo de las distintas etapas del proyecto, he adquirido valiosas lecciones que aprovechare en el futuro para mejorar como trabajador. La evaluación personal después de completar este TFG ha sido satisfactoria. Los siguientes son los objetivos personales logrados durante el TFG:

- **Conceptos avanzados de JavaScript y PHP:** JavaScript y PHP son unos lenguajes de programación que se aprenden en el tercer curso del grado de la rama de software. Sin embargo, se ha tenido que profundizar más en el lenguaje, debido a la falta de conocimiento, la cual se ha ido adquiriendo durante el desarrollo.
- **Desarrollo de un proyecto real:** durante la carrera se han hecho una multitud de proyectos. Este TFG es diferente a esos proyectos ya que comparado con los de la carrera este era bastante más grande.
- **Experiencia profesional y entorno:** Se ha ganado bastante experiencia, debido al trabajo realizado. La gran mayoría ha sido en la oficina de AMIE, donde tenía un entorno laboral profesional y agradable.

Como conclusión final, ha sido un proyecto donde he podido aprender tanto en el ámbito de la programación como en el ámbito personal, empresarial e industrial.

11 Anexos

11.1 A. Actas de reuniones

En este anexo se agruparán todas las actas de las reuniones que se han llevado a cabo durante el desarrollo del proyecto. La finalidad de las actas es agrupar los puntos más importantes de las reuniones.

Todas las actas realizadas seguirán la misma plantilla, donde se recopilarán primero la información básica (hora inicio, asistentes, etc) y después se redactarán los puntos más importantes de la reunión. Los puntos más importantes son:

- **Orden del día:** una la lista ordenada de los temas que se han tratado en la reunión.
- **Resumen de la reunión:** se resume todas las fases de la reunión, sin indicar las decisiones tomadas.
- **Estado del proyecto:** sitúa el proyecto dentro de uno de los paquetes que se ha definido en la planificación.
- **Decisiones:** decisiones que se han tomado para el futuro del proyecto, y se lista las tareas que se deberán de hacer.

PLANTILLA DE ACTAS

Fecha:

Inicio:

Fin:

Lugar:

Tipo de Reunión:

Asistentes:

Orden del día

1.

Resumen de la reunión

Estado del proyecto

Decisiones

- Decisiones adoptadas:
 -
- Asignación de tareas a realizar:
 -
- Próxima reunión:

Acta de reunión TFG

Fecha: 23/12/2022

Inicio: 9:00

Fin: 12:30

Lugar: Oficina Amie Consulting

Tipo de Reunión: Reunión de Inicio

Asistentes:

- Jon Gorostegui Martinez
- José Manuel Jáuregi
- Annie Narváez

Orden del día

1. Iniciar el proyecto.
2. Definir los requisitos del proyecto.

Resumen de la reunión

En la reunión de inicio, José Manuel y Annie explicaron a Jon de qué trataría el proyecto y sus especificaciones. Además le explicaron el entorno y palabras claves en el que iba a funcionar el proyecto.

Estado del proyecto

El proyecto se encuentra en su fase inicial Solo se dispone de la idea principal del proyecto.

Decisiones

- **Decisiones adoptadas:**
 - El proyecto tendrá un ciclo de vida iterativo incremental.
 - En una hoja de numbers (Hoja de calculo de Mac) Jon irá apuntando su progreso en cada etapa del proyecto, junto a las horas dedicadas.
- **Asignación de tareas a realizar:**
 - Buscar información sobre el proyecto y su ámbito (Jon).
 - Buscar información acerca de otros dispositivos con funcionalidad parecida al del proyecto en el mercado.
 - Buscar herramientas para usarlas en el desarrollo del proyecto (Jon).
 - Comenzar con la planificación y memoria del proyecto (Jon).
- **Próxima reunión:** 03/01/2023

Acta de reunión TFG

Fecha: 03/01/2023

Inicio: 9:00

Fin: 9:45

Lugar: Oficina Amie Consulting

Tipo de Reunión: Seguimiento y Control

Asistentes:

- Jon Gorostegui Martinez
- José Manuel Jáuregi

Orden del día

1. Puesta en común la información encontrada por parte de Jon.
2. Presentar planificación del proyecto.
3. Definir la base de datos.

Resumen de la reunión

En la reunión se ha mostrado por parte de Jon la información obtenida a cerca de otros software parecidos al programa que se plantea en el proyecto, junto a diferentes herramientas para la creación de este último. Luego se ha mostrado la planificación realizada por Jon, donde nos hemos centrado en la parte de requisitos, objetivos y las fases del proyecto.

Para finalizar la reunión, hemos comenzado a definir cómo sería la base de datos que se va a utilizar en el proyecto.

Estado del proyecto

El proyecto se encuentra a punto de comenzar con el apartado de análisis de la primera iteración, con el diseño de la página web definido acabado y en proceso de la definición de la base de datos.

Decisiones

- **Decisiones adoptadas:**
 - Se ha validado los requisitos, objetivos y las fases del proyecto.
 - Comenzar con la primera fase del proyecto, en paralelo del análisis de la base de datos.
- **Asignación de tareas a realizar:**
 - Seguir con la definición de la base de datos.

- Comenzar con la primera iteración del proyecto.
- **Próxima reunión:** 23/01/2023

Acta de reunión TFG

Fecha: 17/01/2023

Inicio: 11:50

Fin: 12:30

Lugar: Despacho de Miren Bermejo

Tipo de Reunión: Seguimiento y Control

Asistentes:

- Jon Gorostegui Martinez
- Miren Bermejo

Orden del día

1. Revisión de la planificación.

Resumen de la reunión

En la reunión Miren le ha comentado los fallos que ha realizado durante la elaboración de la planificación.

Estado del proyecto

El proyecto se encuentra en la primera iteración.

Decisiones

- **Decisiones adoptadas:**
 - No se han adoptado ninguna decisión.
- **Asignación de tareas a realizar:**
 - Corregir la planificación.
- **Próxima reunión:** Aun por concretar con Miren.

Acta de reunión TFG

Fecha: 23/01/2023

Inicio: 9:00

Fin: 9:30

Lugar: Oficina Amie Consulting

Tipo de Reunión: Demostración de funcionalidades

Asistentes:

- Jon Gorostegui Martinez
- José Manuel Jáuregi
- Annie Narváez

Orden del día

1. Jon mostrará el estado del proyecto con una demo.

Resumen de la reunión

En la reunión realizada Jon ha mostrado el estado actual del proyecto. José Manuel y Annie han sugerido algunos cambios visuales de la página, concretamente en la pantalla de la visualización de la producción.

Estado del proyecto

El proyecto se encuentra en el desarrollo de la segunda iteración.

Decisiones

- **Decisiones adoptadas:**
 - Cambiar los colores de las barras de los eventos.
 - Añadir dos botones en la interfaz, uno para la planificación de lo antes posible y otra para lo mas tarde posible.
- **Asignación de tareas a realizar:**
 - Realizar los cambios indicados.
 - Seguir con el desarrollo del proyecto.
- **Próxima reunión:** 10/02/2023

Acta de reunión TFG

Fecha: 10/02/2023

Inicio: 8:45

Fin: 9:20

Lugar: Oficina Amie Consulting

Tipo de Reunión: Seguimiento y Control

Asistentes:

- Jon Gorostegui Martinez
- José Manuel Jáuregi
- Annie Narváez

Orden del día

1. Terminar de definir la base de datos.
2. Mostrar avances de la segunda iteración.

Resumen de la reunión

Se ha terminado de definir la base de datos y además se han mostrado los avances del proyecto, entre ellos los cambios propuestos en la reunión anterior. Además, se ha hablado de la implementación de un calendario laboral, donde se marcará en la planificación de la producción las franjas horarias de trabajo.

Estado del proyecto

Finalizando la segunda iteración.

Decisiones

- **Decisiones adoptadas:**
 - Como sera el diseño de la base de datos.
 - Definir como estará implementado el calendario laboral y los horarios de trabajo.
- **Asignación de tareas a realizar:**
 - Terminar la base de datos.
 - Añadir un calendario laboral con sus horarios de trabajo a la planificación de la producción.
 - Finalizar con la segunda iteración.
- **Próxima reunión:** 24/02/2023

Acta de reunión TFG

Fecha: 24/02/2023

Inicio: 8:45

Fin: 9:10

Lugar: Oficina Amie Consulting

Tipo de Reunión: Seguimiento y Control

Asistentes:

- Jon Gorostegui Martinez
- José Manuel Jáuregi
- Annie Narváez
- Diego Lorenzo

Orden del día

1. Mostrar la visualización de la ejecución.
2. Mostrar avances con el horario de trabajo.

Resumen de la reunión

Jon ha mostrado como quedaría la visualización de la ejecución con un ejemplo simple, además se ha hablado de como tendría que ser visualmente la nueva página de administración y su funcionalidad.

Estado del proyecto

Finalizado la tercera iteración y comenzando la nueva iteración (I3.5) .

Decisiones

- **Decisiones adoptadas:**
 - Se ha añadido una nueva iteración (3.5??), en la cual se tendrá que crear una pagina de administración, en la cual se pueda modificar los horarios de trabajos junto a los días de estos.
- **Asignación de tareas a realizar:**
 - Desarrollar la nueva iteración (I3.5).
- **Próxima reunión:** Sin definir

Acta de reunión TFG

Fecha: 03/03/2023

Inicio: 8:30

Fin: 8:50

Lugar: Oficina Amie Consulting

Tipo de Reunión: Demostración de funcionalidades

Asistentes:

- Jon Gorostegui Martinez
- José Manuel Jáuregi
- Annie Narváez
- Diego Lorenzo

Orden del día

1. Mostrar la nueva pestaña de administración de horario de trabajo.

Resumen de la reunión

Jon ha mostrado la nueva página de administración de horario de trabajo. Durante la presentación, se han detectado un par de *bugs*.

Estado del proyecto

Finalizando la nueva iteración (I3.5) .

Decisiones

- **Decisiones adoptadas:**
 - No se ha adoptado ninguna nueva decisión.
- **Asignación de tareas a realizar:**
 - Arreglar un par de *bugs* detectados en la nueva página.
 - Implementar el calendario en la pantalla de la programación de la producción.
- **Próxima reunión:** 17/03/2023

Acta de reunión TFG

Fecha: 17/03/2023

Inicio: 8:45

Fin: 9:05

Lugar: Oficina Amie Consulting

Tipo de Reunión: Seguimiento y Control

Asistentes:

- Jon Gorostegui Martinez
- José Manuel Jáuregi
- Annie Narváez
- Diego Lorenzo

Orden del día

1. Mostrar la implementación del calendario en la página de la programación de la producción.

Resumen de la reunión

Se ha mostrado como quedaría la nueva página de programación de la producción con el calendario laboral implementado.

Estado del proyecto

Finalizando la iteración I3.5.

Decisiones

- **Decisiones adoptadas:**
 - Se han definido nuevos filtros a la hora de buscar en la planificación, dichos filtros deberán de estar presentes tanto en la pantalla de programación como en la de planificación.
- **Asignación de tareas a realizar:**
 - Implementar los nuevos filtros.
 - Comenzar con la cuarta iteración (I4).
- **Próxima reunión:** 24/03/2023

Acta de reunión TFG

Fecha: 24/03/2023

Inicio: 9:00

Fin: 9:15

Lugar: Oficina Amie Consulting

Tipo de Reunión: Seguimiento y Control

Asistentes:

- Jon Gorostegui Martinez
- José Manuel Jáuregi
- Annie Narváez
- Diego Lorenzo

Orden del día

1. Presentar los nuevos filtros definidos en la reunión anterior.
2. Enseñar el comienzo de la nueva página de la visualización de la producción anual (I4).

Resumen de la reunión

Se han mostrado los nuevos filtros, además de un pequeño avance de como esta progresando la nueva pantalla de la visualización de la producción anual. Luego, Annie y José Manuel han decidido que los eventos de la página de la visualización de la producción, deberán de tener un color naranja, con tonalidades diferentes, dependiendo del tipo de planificación (cliente, previsto, propuesto o real).

Estado del proyecto

En desarrollo de la cuarta iteración.

Decisiones

- **Decisiones adoptadas:**
 - Se ha definido que los eventos de la página de la visualización de la producción, deberán de tener un color naranja, con tonalidades diferentes, dependiendo del tipo de planificación (cliente, previsto, propuesto o real).
- **Asignación de tareas a realizar:**
 - Seguir con el desarrollo de la cuarta iteración (I4).
- **Próxima reunión:** Sin definir.

Acta de reunión TFG

Fecha: 05/04/2023

Inicio: 11:30

Fin: 11:50

Lugar: Oficina Amie Consulting

Tipo de Reunión: Demostración de funcionalidades

Asistentes:

- Jon Gorostegui Martinez
- José Manuel Jáuregi
- Annie Narváez

Orden del día

1. Mostrar los avances realizados de la cuarta iteración y comienzo de la quinta.

Resumen de la reunión

Se ha mostrado los avances de la cuarta iteración y se ha comentado como debería de realizarse el trabajo de la quinta iteración.

Estado del proyecto

Comienzo de la quinta iteración.

Decisiones

- **Decisiones adoptadas:**
 - Crear una página para poder organizar el numero de operarios por cada puesto de trabajo.
- **Asignación de tareas a realizar:**
 - Avanzar en la quinta iteración.
- **Próxima reunión:** 18/04/2023

Acta de reunión TFG

Fecha: 05/04/2023

Inicio: 11:30

Fin: 11:50

Lugar: Oficina Amie Consulting

Tipo de Reunión: Seguimiento y Control

Asistentes:

- Jon Gorostegui Martinez
- Annie Narváez

Orden del día

1. Definir tabla de administración de puestos.

Resumen de la reunión

Jon y Annie han definido como será la tabla de administración de puesto y sus funcionalidades.

Estado del proyecto

Desarrollo quitan iteración.

Decisiones

- **Decisiones adoptadas:**
 - En la tabla de administración de puestos, se podra dar de baja y alta, además los puestos que estén en uso en la programación no se podrán dar de baja.
- **Asignación de tareas a realizar:**
 - Seguir con el desarrollo de la quinta iteración con los requisitos especificados en la reunión.
- **Próxima reunión:** Sin definir.

Acta de reunión TFG

Fecha: 28/04/2023

Inicio: 11:30

Fin: 11:50

Lugar: Oficina Amie Consulting

Tipo de Reunión: Demostración de funcionalidades

Asistentes:

- Jon Gorostegui Martinez
- Annie Narváez
- Diego Lorenzo
- José Manuel Jáuregi

Orden del día

1. Mostrar los avances realizados en el proyecto.

Resumen de la reunión

Jon ha mostrado los avances realizados hasta el momento, junto a las nuevas tablas administrativas añadidas.

Estado del proyecto

Desarrollo de la iteración 5.5.

Decisiones

- Decisiones adoptadas:

- Ninguna.

- Asignación de tareas a realizar:

- Seguir con el desarrollo de la iteración 5.5 y con la memoria.

- Próxima reunión: Sin definir.

Acta de reunión TFG

Fecha: 12/05/2023

Inicio: 15:30

Fin: 16:15

Lugar: Despacho de Miren Bermejo de la facultad

Tipo de Reunión: Seguimiento y Control

Asistentes:

- Jon Gorostegui Martinez
- Miren Bermejo

Orden del día

1. Correcciones de la memoria.
2. Dudas de como enfocar el apartado de Desarrollo de la memoria.

Resumen de la reunión

Se ha mirado las correcciones realizadas por Miren. Luego se ha hablado de como se podría realizar el apartado de Desarrollo

Estado del proyecto

Finalizando la iteración 5.5.

Decisiones

- Decisiones adoptadas:
 - Ninguna.
- Asignación de tareas a realizar:
 - Realizar las correcciones indicadas y desarrollar el apartado de Desarrollo.
- Próxima reunión: Sin definir.

Acta de reunión TFG

Fecha: 12/05/2023

Inicio: 9:30

Fin: 9:45

Lugar: Oficina Amie Consulting

Tipo de Reunión: Seguimiento y Control

Asistentes:

- Jon Gorostegui Martinez
- Annie Narváez

Orden del día

1. Mostrar las nuevas pantallas administrativas.

Resumen de la reunión

Jon ha mostrado lo realizado en la iteración 5.5.

Estado del proyecto

Finalizado la iteración 5.5.

Decisiones

- Decisiones adoptadas:
 - Ninguna.
- Asignación de tareas a realizar:
 - Realización de pruebas y continuar con la memoria.
- Próxima reunión: Sin definir.

Acta de reunión TFG

Fecha: 15/06/2023

Inicio: 12:00

Fin: 12:20

Lugar: Despacho de Miren Bermejo de la facultad

Tipo de Reunión: Seguimiento y Control

Asistentes:

- Jon Gorostegui Martinez
- Miren Bermejo

Orden del día

1. Dudas de como realizar la presentación.

Resumen de la reunión

Se ha hablado de como se podría enfocar la presentación.

Estado del proyecto

Preparación de la defensa.

Decisiones

- Decisiones adoptadas:
 - Ninguna.
- Asignación de tareas a realizar:
 - Realización de la defensa.
- Próxima reunión: Sin definir.

Acta de reunión TFG

Fecha: 16/06/2023

Inicio: 9:00

Fin: 9:30

Lugar: Oficina Amie Consulting

Tipo de Reunión: Cierre

Asistentes:

- Jon Gorostegui Martinez
- Annie Narváez
- José Manuel Jáuregi

Orden del día

1. Realizar una demostración final del programa.

Resumen de la reunión

Se ha realizado una demostración de todo el proyecto, realizando todas las pruebas posibles de la aplicación web, comprobando el correcto funcionamiento. Las cuales han sido satisfactorias.

Estado del proyecto

Preparación de la defensa.

Decisiones

- **Decisiones adoptadas:**
 - Ninguna.
- **Asignación de tareas a realizar:**
 - Realización de la defensa.
- **Próxima reunión:**

11.2 B. Pantallas secundarias

Administración de puestos

En esta página se podrán administrar los puestos de trabajo de los que se disponen y se podrá editar solamente el número de trabajadores que hay por puesto. También se dispone de un buscador, el cual se aplicará en todas las columnas de la tabla.

The screenshot shows a web application interface with an orange header bar containing links for 'Programación' and 'Planificación entregas'. The main title is 'Administración de puestos'. Below it is a search bar labeled 'Buscar puesto...'. A table lists five job positions with columns for Código, Puestos, and Disponibles. Each row has a delete icon in the last column.

Código	Puestos	Disponibles
M1	Mecánico	3
E1	Electricista	3
P1	Producción	3
E2	Embalaje	3
NP	NuevoPuesto	5

Figura 11.1: Administración de puestos

Administración de artículos

En esta pantalla se podrán administrar los diferentes artículos de los que se disponen y se podrá editar cualquier atributo de cada artículo.

The screenshot shows a web application interface with an orange header bar containing links for 'Programación' and 'Planificación entregas'. The main title is 'Administración de artículos'. Below it is a search bar labeled 'Buscar artículo...'. A table lists various articles with columns for Artículo and Descripción. Each row has a delete icon in the last column. There is also a button '+ Nuevo artículo' at the top right of the table area.

Artículo	Descripción
AF401	Producto AF401
AF402	Producto AF402
AF403	Producto AF403
AF404	Producto AF404
AF405	Producto AF405
AF406	Producto AF406
AF407	Producto AF407
AF408	Producto AF408
HL129	Producto HL129
HL138	Producto HL138
HL139	Producto HL139
HL140	Producto HL140
HL142	Producto HL142
HL143	Producto HL143
HL144	Producto HL144
HL147	Producto HL147
HL148	Producto HL148
LI085	Producto LI085
LI105	Producto LI105

Figura 11.2: Administración de artículos

Como en todas las pantallas administrativas que se mostrarán en adelante, tiene la opción de añadir un nuevo artículo y darlo de baja o alta. Si se da de baja no aparecerá ni sera posible utilizar dicho artículo en ninguna otra parte de la aplicación. Si un elemento esta siendo utilizado en la programación, no será posible darlo de baja (aparecerá un mensaje de advertencia)

(a)

(b)

Figura 11.3: (a) añadir articulo (b) aviso de advertencia

Administración de etapas

Aquí se podrán administrar de la misma manera en la que se pueden administrar los artículos, las diferentes etapas de proceso.

Figura 11.4: Administración de etapas

Administración de pedidos

En esta apartado, se pueden editar y añadir pedidos.

Pedido interno	Pedido cliente	Artículo	Cantidad	Fecha entrega cliente	
Pedido interno 1	Pedido cliente 1	Producto AF401	1	2023-05-28 17:34:00	
Pedido interno 1	Pedido cliente 2	Producto AF402	1	2023-05-28 17:34:00	
Pedido interno 2	Pedido cliente 3	Producto AF403	1	2023-05-28 17:34:00	
Pedido interno 2	Pedido cliente 3	Producto AF404	1	2023-05-28 17:34:00	
Pedido interno 3	Pedido cliente 3	Producto AF405	1	2023-05-28 17:34:00	
Pedido interno 3	Pedido cliente 4	Producto AF403	1	2023-05-28 17:34:00	
Pedido interno 3	Pedido cliente 4	Producto AF401	1	2023-05-28 17:34:00	
Pedido interno 4	Pedido cliente 5	Producto AF404	1	2023-05-28 17:34:00	
PI234	Pedido prueba 1234	Producto AF403	6	2023-06-03 13:06:00	

Figura 11.5: Administración de pedidos

Además, está la opción de elegir, tanto al editar como añadir, el color con el que desea representarlo en la pantalla de programación

Pedido interno	Pedido cliente	Artículo	Cantidad	Fecha entrega cliente	Color
Pedido interno 1	Pedido cliente 1	AF401	1	28-05-2023 17:34:00	
Pedido interno 2	Pedido cliente 3	Producto AF404	1	2023-05-28 17:34:00	
Pedido interno 3	Pedido cliente 3	Producto AF405	1	2023-05-28 17:34:00	
Pedido interno 3	Pedido cliente 4	Producto AF403	1	2023-05-28 17:34:00	
Pedido interno 3	Pedido cliente 4	Producto AF401	1	2023-05-28 17:34:00	
Pedido interno 4	Pedido cliente 5	Producto AF404	1	2023-05-28 17:34:00	
PI234	Pedido prueba 1234	Producto AF403	6	2023-06-03 13:06:00	

Figura 11.6: Administración de pedidos editar

Administración de vsm

En esta última pantalla administrativa, se puede añadir nuevos vsm, editar tanto los procesos ya definidos como añadir un nuevo proceso al vsm.

Artículo	Etapa	Precedentes	Lead time	Tiempo automático	Piezas por ciclo	Puesto	Número de operarios	Tiempo máquina en marcha	Tiempo máquina parada
AF401	Producción		3600	7002	2	Mecánico Electricista Embalaje	1 2 1	2900 2900 1	300 300 1
AF401	Envasado		3600	700	2	Electricista Mecánico	2 1	2900 2900	300 300
AF401	Etiquetado	1,2	3600	700	2	Electricista Mecánico	2 1	2900 2900	300 300
AF401	Control de calidad	1	3600	700	2	Mecánico Electricista	1 21	2900 2900	300 300
AF401	Almacenamiento	3	3600	700	2	Electricista Mecánico	2 1	2900 2900	300 300
AF401	Distribución	3,5	3600	700	20000	Electricista Mecánico	2 1	2900 2900	300 300
AF402	Producción		3600	700	2	Mecánico	1	2900	300
AF402	Envasado	1	3600	700	2	Mecánico	1	2900	300
AF402	Etiquetado		3600	700	2	Mecánico	1	2900	300
AF403	Almacenamiento		3600	700	2	Producción	1	2900	300

Figura 11.7: Administración de puestos 1

Cada artículo solo podrá tener un vsm definido, por lo tanto, al añadir un nuevo vsm solo aparecerán los artículos que no tengan un vsm definido.

Artículo	Etapa	Precedentes	Lead time	Tiempo automático	Piezas por ciclo	Puesto	Número de operarios	Tiempo máquina en marcha	Tiempo máquina parada
AF405	Almacenamiento	4	3600	700	2	Producción	1	2900	300
AF405	Distribución	5	3600	700	2	Producción	1	2900	300
AF405	Logística	6	3600	700	2	Producción	1	2900	300
AF405	Mantenimiento	7	3600	700	2	Electricista	1	2900	300
AF405	Reparación de maquinaria	8	3600	700	2	Electricista	1	2900	300
AF405	Investigación	9,6	3600	700	2	Electricista	1	2900	300
AF405	Desarrollo de productos	10	3600	700	2	Electricista	1	2900	300
AF405	Montaje	11	3600	700	2	Electricista	1	2900	300
AF405	Ensamblaje	12	3600	700	2	Electricista	1	2900	300
AF405	Empaque	10,11,12	3600	700	2	Electricista	1	2900	300
AF405	Capacitación	13	3600	700	2	Electricista	1	2900	300

Artículo: AF405 **Etapa:** Desarrollo de productos **Precedentes:** 10
Lead time: 3600 **Tiempo automático:** 700 **Piezas por ciclo:** 2
Puesto: Electricista **Número de operarios:** 1 **Tiempo máquina en marcha:** 300
Tiempo máquina parada: 2900

Figura 11.8: Administración de puestos 1

11.3 C. Tablas base de datos

Colores

Esta tabla se utiliza para guardar los diferentes posibles colores que se les puede asignar a los pedidos con los que aparecen en el cronograma.

Columna	Tipo	Comentario
id_color	int	Clave primaria de la tabla.
prevista	varchar	Código en hexadecimal del color para la barra prevista.
propuesta	varchar	Código en hexadecimal del color para la barra propuesta.

Artículos

Tabla donde se guardan la lista de artículos disponibles para fabricar.

Columna	Tipo	Comentario
id_articulo	int	Clave primaria de la tabla.
descripcion	varchar	Nombre del artículo.

Vsm_operario

Es una tabla maestra que se utilizara para relacionar las tablas vsm y operarios.

Columna	Tipo	Comentario
id_vsm	int	Id del vsm de la tabla vsm.
id_operario	int	Id del operario de la tabla operario.
n_operario	int	Número de operarios necesarios para realizar el vsm.
tmp	int	Tiempo de trabajo realizado por el operario con la maquina parada.
tmm	int	Tiempo de trabajo realizado por el operario con la maquina en marcha.

Operarios

Tabla donde se almacenan los diferentes tipos de operarios.

Columna	Tipo	Comentario
id_operario	int	Clave primaria de la tabla.
tipo	varchar	Nombre del tipo de operario.
codigo	varchar	Código del operario.
cantidad	int	Número de operarios disponibles.
fecha_baja	datetime	Fecha que se le ha dado de baja al operario.

Etapas_operario

Esta tabla se utiliza para guardar los eventos (las barras que se encuentran en el calendario de operarios en la pantalla de programación) para así no tener que estar calculándolas cada vez que se recargue la página.

Columna	Tipo	Comentario
id	int	Clave primaria de la tabla.
id_operario	int	Id del operario de la tabla operario.
fecha_inicio	datetime	Fecha de inicio en la que comenzará a trabajar en la etapa el operario.
fecha_fin	datetime	Fecha fin en la que finalizara el trabajo el operario.
cantidad	int	Cantidad de operarios necesarios para la etapa.

Etapas

Guarda los posibles tipos de etapas.

Columna	Tipo	Comentario
id_etapa	int	Clave primaria de la tabla.
tipo	varchar	Nombre del tipo de la tabla

Horario_trabajo

Es esta tabla se guarda las diferentes franjas horarias predefinidas para trabajar durante los diferentes días de la semana.

Columna	Tipo	Comentario
id_horario_semanal	int	Clave primaria de la tabla.
num_dia_semana	int	Número del día de la semana al que pertenece el horario.
hora_inicio	time	Hora de inicio de la jornada.
duracion	int	Tiempo en segundos de la duración de la jornada.

Calendario

Aquí se guardan las franjas horarias de las excepciones junto a su fecha, además de los días no laborales (festivos y excepciones).

Columna	Tipo	Comentario
id	int	Clave primaria de la tabla.
num_dia_semana	int	Número del día de la semana al que pertenece el horario o fecha.
fecha	date	Fecha del calendario en la que sucede el evento.
hora_inicio	time	Hora de inicio de la jornada.
duracion	int	Tiempo en segundos de la duración de la jornada.
festivo	int	Tendrá un 0 si no es un día festivo y 1 si la fecha es festivo.
modificado	int	Tendrá un 1 si la fecha es un día laboral con el horario modificado y 0 si no lo es.

Estado_pagina

Se guardan los diferentes estados posibles de las páginas programación y planificación. Siendo estos estados: si la programación esta planificada con la pauta de lo antes posible o lo mas tarde posible y los filtros de cliente, prevista, propuesta y real.

Columna	Tipo	Comentario
id	int	Clave primaria de la tabla, se usa para diferenciar entre la diferentes pantallas, 0 para la pantalla de programación y 1 para la de planificación.
antes_posible	int	Tendrá un 1 si la pauta de planificación es lo antes posible y 0 si es lo mas tarde posible.
cliente	int	Tendrá 0 si el filtro de cliente no esta seleccionado y 1 si esta el filtro seleccionado.
prevista	int	Tendrá 0 si el filtro de prevista no esta seleccionado y 1 si esta el filtro seleccionado.
propuesta	int	Tendrá 0 si el filtro de propuesta no esta seleccionado y 1 si esta el filtro seleccionado.
real	int	Tendrá 0 si el filtro de real no esta seleccionado y 1 si esta el filtro seleccionado.

12 Bibliografía

- [1] Edraw. “EdrawMax”. URL: <https://www.edrawsoft.com/es/guide/edrawmax/>.
- [2] Planing Manufacturing. “Preactor APS”. URL: <https://planningmanufacturing.com/preactor/>.
- [3] Siemens. “Preactor APS”. URL: <https://planningmanufacturing.com/preactor/>.
- [4] Distritok. “Sobre Distrito K”. URL: <https://www.distritok.com/aplicaciones/sobre-distrito-k/>.
- [5] Distritok. “Software de fabricación”. URL: <https://www.distritok.com/aplicaciones/programa-de-gestion/fabricacion/>.
- [6] Github. “Angular-gantt”. URL: <https://github.com/angular-gantt/angular-gantt>.
- [7] Angular. “Angular-gantt”. URL: <https://www.angular-gantt.com/>.
- [8] Github. “Chartjs-plugin-gantt”. URL: <https://github.com/anton-shchyrov/chartjs-plugin-gantt>.
- [9] Github. “fullcalendar”. URL: <https://github.com/fullcalendar/fullcalendar.git>.
- [10] FullCalendar. “FullCalendar”. URL: <https://fullcalendar.io/>.
- [11] Github. “jquery.ganttView”. URL: <https://github.com/the grubbsian/jquery.ganttView>.
- [12] Taitems. “jQuery.Gantt”. URL: <https://taitems.github.io/jQuery.Gantt/>.
- [13] Github. “jQuery.Gantt”. URL: <https://github.com/taitems/jQuery.Gantt>.