



GRADO EN INGENIERÍA INFORMÁTICA

TRABAJO DE FINAL DE GRADO

**Desarrollo de un cuadro de mandos
inteligente para la gestión de incidentes de
tráfico**

Autor:
Pablo SANAHUJA LEIRA

Supervisor:
Leenderd van den BERG
Tutor académico:
Vicente Ramón TOMÁS LÓPEZ

Fecha de lectura: 22 de junio de 2021
Curso académico 2020/2021

Resumen

A lo largo de este documento se detalla el desarrollo de un panel de control inteligente para gestionar los incidentes de tráfico, desde las fases de planificación y análisis hasta las pruebas a la solución implementada. El panel de control ha sido desarrollado durante la estancia en prácticas del Grado en Ingeniería Informática, y ha sido un encargo del Ministerio de Transportes de los Países Bajos a la empresa Van den Berg ICT & ITS Consultancy S.L.

El panel será capaz de mostrar la información sobre la gestión de los incidentes de un centro de tráfico, la información detallada de un incidente de tráfico y también será capaz de comparar dos centros de tráfico.

Dicho sistema pretende mejorar la gestión de los incidentes de tráfico y así reducir los tiempos de respuesta, dado que los Países Bajos es uno de los países con la red de carreteras más densa de Europa y la rápida intervención de las autoridades pertinentes es crucial para no influir en el resto del tráfico.

El sistema final será implementado utilizando *JavaServer Faces* y haciendo uso de la biblioteca gráfica *PrimeFaces*.

Palabras clave

Panel de control, tráfico, IMInTheCloud, Java, PrimeFaces

Keywords

Dashboard, traffic, IMInTheCloud, Java, PrimeFaces

Agradecimientos

A mi familia, en especial a mis padres, por haberme apoyado en todo momento y haber hecho que me convierta en la persona que soy hoy.

A mis amigos y compañeros de la universidad, por haberme acompañado durante esta etapa y hacerla mucho más amena.

A mi tutor Vicente Ramón, por guiarme y aconsejarme a lo largo de la estancia.

A la empresa Van den Berg ICT & ITS Consultancy S.L. y en especial, a su gerente Leenderd van den Berg, por hacerme partícipe en las tareas de la empresa, haber contado conmigo para el proyecto y aconsejarme a lo largo de mi estancia en la empresa.

Índice general

1. Introducción	15
1.1. Contexto y motivación del proyecto	15
1.2. Objetivos del proyecto	16
1.3. Descripción del proyecto	17
1.4. Estructura de la memoria	18
2. Planificación del proyecto	19
2.1. Metodología	19
2.2. Objetivos y alcance	20
2.3. Recursos	21
2.4. Identificación y gestión de riesgos	22
2.4.1. Identificación de riesgos	22
2.4.2. Análisis de los riesgos	22
2.4.3. Matriz de riesgo	26
2.5. Gestión del tiempo	26
2.5.1. Estructura de descomposición del trabajo (EDT)	28
2.5.2. Diagrama de Gantt	31
2.6. Gestión de costes	33
2.7. Seguimiento del proyecto	34

3. Análisis y diseño del sistema	37
3.1. Análisis del sistema	37
3.2. Diseño de la arquitectura del sistema	39
3.2.1. Diseño del modelo de datos	40
3.3. Diseño de la interfaz	42
3.3.1. Guía de estilos	43
3.3.2. Prototipado	45
3.3.3. Diseño conceptual	48
3.3.4. Interfaces finales	48
4. Implementación y pruebas	51
4.1. Detalles de implementación	51
4.1.1. Estructura	51
4.1.2. Comunicaciones	52
4.1.3. Principales dificultades	52
4.2. Verificación y validación	53
4.2.1. Evaluación heurística 1	54
4.2.2. Evaluación heurística 2	54
4.2.3. Resultados de las evaluaciones heurísticas	55
4.2.4. Tests de aceptación de los usuarios	55
5. Conclusiones	57
5.1. Ámbito formativo	57
5.2. Ámbito profesional	58
5.3. Ámbito personal	58

<i>ÍNDICE GENERAL</i>	7
Bibliografía	62
A. Interfaces finales	63
B. Diccionario completo de la EDT	65
C. Descripción detallada de los casos de uso	69
D. Evaluación heurística detallada de las interfaces	85
D.0.1. Evaluación heurística 1	85
D.0.2. Evaluación heurística 2	88

Índice de cuadros

2.1. Identificación de los riesgos.	22
2.2. Matriz de riesgos del proyecto, en la cual Id indica el identificador del riesgo, P.I la Probabilidad de Impacto del riesgo, N.I. el Nivel de Impacto e I el Impacto del riesgo.	27
2.3. Diccionario de la EDT.	30
2.4. Desglose de costes del proyecto.	34
2.5. Resumen de temas de reuniones periódicas.	35
3.1. Descripción del caso de uso CU01, visualizar información del centro de tráfico seleccionado.	39
3.2. Colores utilizados.	43
4.1. Datos del test heurístico 1.	54
4.2. Datos del test heurístico 2.	54
4.3. Resultados del test heurístico 1.	55
4.4. Resultados del test heurístico 2.	55
4.5. Test de aceptación de los tres usuarios.	56
B.1. Diccionario completo de la EDT.	68
C.1. Descripción del caso de uso CU01, visualizar información del centro de tráfico seleccionado.	70

C.2. Descripción del caso de uso CU1.1, visualizar tiempo de resolución de los últimos incidentes.	71
C.3. Descripción del caso de uso CU01.2, visualizar tiempo medio de aviso al inspecto.	72
C.4. Descripción del caso de uso CU01.3, visualizar recuento de incidentes.	73
C.5. Descripción del caso de uso CU01.4, visualizar evolución del tiempo de aviso al inspector.	74
C.6. Descripción del caso de uso CU02, seleccionar centro a visualizar.	75
C.7. Descripción del caso de uso CU03, visualizar información de un incidente.	76
C.8. Descripción del caso de uso CU03.1, visualizar información detallada del incidente.	77
C.9. Descripción del caso de uso CU03.2, visualizar eventos del incidente en orden cronológico.	78
C.10.Descripción del caso de uso CU03.3, visualizar la localización geográfica del incidente.	79
C.11.Descripción del caso de uso CU04, seleccionar centros a comparar.	80
C.12.Descripción del caso de uso CU05, comparar dos centros de tráfico.	81
C.13.Descripción del caso de uso CU05.1, visualizar tiempo medio de aviso al inspector de cada centro.	82
C.14.Descripción del caso de uso CU05.2, visualizar desglose de incidentes de cada centro.	83
C.15.Descripción del caso de uso CU05.3. visualizar evolución de tiempos de aviso al inspector de ambos centros.	84
D.1. Datos del test heurístico 1.	85
D.2. Heurísticos generales del test 1.	86
D.3. Información y lenguaje del test 1.	86
D.4. Rotulado test 1.	86
D.5. Estructura y navegación test 1.	86
D.6. Layout de la página test 1.	87
D.7. Accesibilidad test 1.	87

D.8. Control y retroalimentación test 1.	87
D.9. Datos del test heurístico 2.	88
D.10.Heurísticos generales del test 2.	88
D.11.Información y lenguaje del test 2.	88
D.12.Rotulado test 2.	89
D.13.Estructura y navegación test 2.	89
D.14.Layout de la página test 2.	89
D.15.Accesibilidad test 2.	90
D.16.Control y retroalimentación test 2.	90

Índice de figuras

2.1. Estructura de descomposición del trabajo del proyecto.	29
2.2. Diagrama de Gantt del proyecto.	32
3.1. Diagrama de casos de uso del proyecto.	38
3.2. Diagrama de la arquitectura del sistema.	40
3.3. Diagrama de clases del modelo de datos.	41
3.4. Diseño lógico de la base de datos.	42
3.5. Botón utilizado.	44
3.6. Iconos utilizados.	44
3.7. Prototipo del panel principal.	45
3.8. Prototipo de la página del incidente.	46
3.9. Prototipo de la página destinada a la selección de los centros.	47
3.10. Prototipo del panel comparativo.	47
3.11. Mapa conceptual del sitio web.	48
3.12. Vista final del panel principal.	48
3.13. Panel de desglose de los incidentes sin datos disponibles.	49
3.14. Vista final de la página del incidente.	49
3.15. Vista de la página encargada de seleccionar los centros de tráfico a comparar. . .	50
3.16. Vista final del panel comparador.	50

A.1. Vista final del panel principal.	63
A.2. Vista final de la página del incidente.	64
A.3. Vista final del panel principal.	64
A.4. Vista de la página encargada de seleccionar los centros de tráfico a comparar. . .	64

Capítulo 1

Introducción

En este primer capítulo se explica el proyecto que se ha desarrollado durante la estancia, sus objetivos, en qué contexto se ha realizado y cuál es la principal motivación del mismo.

1.1. Contexto y motivación del proyecto

Los Países Bajos, es un país con una gran densidad de población[5] ya que cuenta con más de 17 millones de habitantes y su extensión es de 41.540 km². A su vez posee una de las redes de carreteras y autopistas más densas del mundo[3], 139.000 km de carreteras públicas, de los cuales 3530 km son autopistas. Es por ello que la gestión de los incidentes de tráfico que ocurren en dicha red debe realizarse de la manera más rápida y eficiente posible.

Con dicho objetivo, la empresa Van den Berg ICT & ITS Consultancy S.L. pretende desarrollar un cuadro de mandos inteligente o *dashboard* con el fin de asistir a los operadores de tráfico de los Países Bajos a gestionar la asistencia de incidentes de tráfico.

La empresa Van den Berg ICT & ITS Consultancy S.L. se centra en el desarrollo de software de sistemas inteligentes y tecnologías de la información, estando especializada en los Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS). Dicha empresa se formó a partir de la gran experiencia de su gerente en el desarrollo de Sistemas Inteligentes de Transporte.

En la actualidad Van den Berg ICT & ITS Consultancy S.L. tiene desarrollados y en el mercado principalmente dos productos de IMInTheCloud y GeoITS. IMInTheCloud (*Incident Management In The Cloud*) es una plataforma de código abierto que ofrece servicios de gestión de incidentes en la nube e incluye un sistema de soporte a la toma de decisiones cuando un incidente es detectado.

IMInTheCloud permite el desarrollo de aplicaciones ITS en un contexto geospacial, así pues, la plataforma proporciona un conjunto de indicadores clave de proceso (KPIs - Key Performance Indicators) que concretan el estado del tráfico en función de diversos parámetros como condiciones meteorológicas o densidad del tráfico. Permite pues determinar la mejor actuación cuando

tiene lugar un incidente y también analizar y evaluar las medidas que se han tomado con el fin de mejorar las futuras actuaciones sobre los incidentes.

El proyecto, cuyo desarrollo se expone en este documento, se encuentra en el marco de un conjunto de software desarrollado para el análisis, registro y procesado de incidentes de tráfico del Ministerio de Transporte de los Países Bajos (*Rijkswaterstaat*).

La principal motivación del proyecto es desarrollar un cuadro de mandos que permita gestionar los incidentes de una manera efectiva y reducir el tiempo de respuesta entre que se recibe el primer registro de un incidente hasta que se realiza la primera llamada a un inspector de tráfico. Se pretende reducir este tiempo de respuesta con el objetivo de decrementar el impacto del incidente en el normal funcionamiento de la densa red de carreteras del país.

El proyecto consiste en desarrollar un cuadro de mandos inteligente y que el sistema de información asociado muestre la información y tiempos de respuesta de los distintos accidentes que tienen lugar. Entre otros datos, el panel muestra el número de incidentes que han tenido lugar dentro de la red de carreteras en las últimas 24 horas, y los diferentes tiempos de respuesta: tiempo medio de respuesta, el tiempo más rápido y más lento. También ofrece estos datos sobre incidentes separados por tipo de incidente, debe mostrar los incidentes de turismos, vehículos pesados y objetos que obstruyen la calzada.

El cuadro de mandos también debe ser capaz de mostrar a los operadores de tráfico los tiempos de respuesta de los últimos incidentes de manera gráfica y también un gráfico con los tiempos medios de respuesta en cada momento del día, de este modo serán capaces de saber si consiguen el objetivo de bajar el tiempo de respuesta entre la notificación del incidente y la llamada al inspector de tráfico. Por último se muestra un indicador por colores para ver el tiempo medio de respuesta actual, los colores usados son: verde si el tiempo de respuesta es menor a dos minutos, amarillo si el tiempo se encuentra entre dos y cuatro minutos y rojo si está por encima de los cuatro minutos.

A su vez, el gráfico que muestra los últimos diez incidentes debe permitir a los operadores de tráfico navegar a una página que muestre la información de cada incidente.

Por último, el panel también debe permitir comparar el rendimiento de dos centros de tráfico. De este modo, si un centro de tráfico observa que otro centro gestiona los incidentes de una forma más óptima, intentará mejorar su rendimiento .

1.2. Objetivos del proyecto

Dada la gran importancia de la fluidez del tráfico en una red de carreteras tan densa, es de vital importancia que la resolución de un incidente se realice en el menor tiempo posible. En consecuencia, los operadores de tráfico necesitan de herramientas eficientes para gestionar los incidentes rápidamente y así ser capaces de disminuir los tiempos de respuesta.

Así pues, el principal objetivo del proyecto es el de desarrollar un cuadro de mandos que muestre la información sobre los incidentes de manera visual a los operadores de tráfico para

que así puedan analizar de manera sencilla si están o no consiguiendo su objetivo de reducir el tiempo de respuesta. El cuadro de mandos ha de permitir a los operarios de tráfico:

- Consultar cuántos incidentes han tenido lugar.
- Consultar información sobre el número de incidentes y tiempos de respuesta a aquellos incidentes que tengan involucrados:
 - Turismos.
 - Vehículos pesados.
 - Objetos que obstruyen la calzada.
- Consultar los tiempos de respuesta de los últimos incidentes.
- Consultar la información de un incidente:
 - Detalles del incidente.
 - Localización geográfica del incidente.
 - Eventos del incidente en orden cronológico.
- Comparar dos centros de tráfico.

En resumen, el cuadro de mandos desarrollado facilitará a los operadores de tráfico el acceso a los datos de los incidentes para intentar mejorar los tiempos de respuesta, y así que, estos interfieran lo menos posible en el tráfico de la densa red de carreteras de los Países Bajos.

1.3. Descripción del proyecto

El proyecto que se ha desarrollado es una aplicación web que permite la conexión con el servidor del Ministerio de Transporte, donde se encuentra la información de los incidentes. La aplicación se conecta al servidor, obtiene la información relacionada con los incidentes, la analiza y procesa, y finalmente, la presenta de forma accesible a los operadores de los centros de gestión de tráfico del Ministerio de Transporte.

Dicha aplicación está desarrollada con *JavaServer Faces* [26], utilizando *Payara* [16] para desplegar el servidor de aplicaciones y *Java PrimeFaces* (JPF) [11] para la interfaz de usuario. Para proveer persistencia de los datos que almacenan el histórico de rendimiento de cada centro se utiliza una base de datos de *PostgreSQL* [2] albergada en el mismo servidor. Todo ello se realiza utilizando el entorno de desarrollo *Eclipse* [4] y se utiliza *Maven* [1] para gestionar el proyecto de una manera cohesionada.

En el inicio del desarrollo del proyecto descrito en este documento se dispone de una primera versión del panel de control principal. Dicho panel será renovado completamente para adaptarlo a la nueva versión de *Java PrimeFaces* y así favorecer una cohesión entre la página ya implementada y las nuevas páginas, como por ejemplo la encargada de mostrar la información de un incidente.

1.4. Estructura de la memoria

A continuación, se explica contenido en este documento. En el capítulo 2 se revisa la metodología elegida y la planificación de todo el proyecto. Más tarde, en el capítulo 3 se ve el análisis del sistema y de los requisitos junto con el diseño de la arquitectura. En el capítulo 4 se explica la implementación y las pruebas realizadas a la interfaz de usuario del sistema. Por último, en el capítulo 5 se incluye una breve reflexión sobre el desarrollo del proyecto y la estancia en prácticas.

Complementado al documento se encuentran cuatro anexos, en el anexo A se podrán ver las figuras de las interfaces finales con mayor detalle, en el anexo B se podrá ver el diccionario de la EDT al completo, en el anexo C se encuentran las descripciones de los casos de uso del proyecto y por último, en el anexo D la evaluaciones heurísticas realizadas por los expertos al producto final.

Capítulo 2

Planificación del proyecto

Este capítulo contiene todos los aspectos relacionados con la planificación del proyecto de la estancia en prácticas, explicando su metodología, alcance, costes, riesgos, distribución del trabajo a lo largo del tiempo y finalmente, el seguimiento realizado durante su desarrollo.

2.1. Metodología

Para el desarrollo del sistema expuesto en este documento se ha decidido, por recomendación de la empresa que la metodología PMBOK [28] es la que mejor se adapta dadas las características del proyecto y la estancia, el ciclo de vida será en cascada con alguna posible retroalimentación. Esta elección se debe a que los requisitos del sistema han sido claramente definidos por el cliente antes del comienzo del desarrollo y supervisor de la empresa tiene grandes conocimientos en las tecnologías utilizadas. Dado que el desarrollador principal no ha trabajado anteriormente con la tecnología *PrimeFaces*, se ha definido una tarea, durante la fase de inicio, para realizar un aprendizaje de dicha tecnología con la ayuda de la empresa en la que se realiza la estancia en prácticas. En cambio, el resto de las tecnologías utilizadas como son *Java*, *HTML*[21] y *CSS*[20] han sido ampliamente vistas durante los estudios de grado cursados y por ello dispone de gran experiencia.

Cabe destacar que el gerente y supervisor de la empresa Van den Berg ICT & ITS Consultancy S.L. dispone de gran experiencia en el desarrollo de productos similares.

Al utilizar una metodología predictiva como PMBOK, el proyecto se dividirá en distintas fases: inicio, planificación, análisis, diseño, implementación, validación y verificación, implantación, seguimiento y control y por último, cierre. Dichas fases será explicadas con mayor detalle a lo largo de la sección de gestión del tiempo.

Por último, cabe señalar que por la situación actual, debida a la crisis sanitaria de la COVID-19[23], no ha sido posible realizar la estancia en prácticas de manera presencial, así pues se ha realizado la totalidad del proyecto mediante la modalidad de teletrabajo para evitar contactos de riesgo durante la estancia.

2.2. Objetivos y alcance

El principal objetivo del proyecto es el del desarrollo de una aplicación web que permita gestionar la información de la respuesta de los centros de tráfico a los incidentes ocurridos en la red de carreteras de los Países Bajos. Para poder cumplir con este objetivo, la aplicación web desarrollada deberá tener:

- Un panel de control que muestre los siguientes datos:
 - Incidentes ocurridos en las últimas horas.
 - Información de los incidentes clasificados por tipo de incidente (turismos, vehículos pesados y objetos que obstruyen la calzada).
 - Un conjunto de gráficas que muestren los tiempos de resolución de los últimos incidentes, el tiempo medio actual de informe a un inspector y el histórico de tiempos de informe a un inspector de tráfico.
- El panel de control debe permitir navegar a otras páginas con los detalles de los últimos incidentes. Dichas páginas deberán mostrar:
 - Los detalles de cada incidente como código, localización, centro de tráfico que lo gestiona, tipo de incidente, fecha y hora del incidente y observaciones que haya podido hacer el inspector.
 - Un mapa con la localización geográfica del incidente.
 - Una lista con los eventos del incidente ordenados cronológicamente mostrando el nombre del evento y la fecha y hora.
 - Un botón que dé la posibilidad de obtención de un documento PDF con la información del incidente.
- El sistema también deberá permitir seleccionar el centro de tráfico del cual se desea visualizar los datos, así como la posibilidad de seleccionar la opción «Todos los centros» que permita visualizar de manera combinada la información de todos los centros que se encuentren en el sistema.
- Por último, también deberá disponer de un panel de control que permita comparar dos centros de tráfico seleccionados previamente. Dicho panel de control comparativo deberá mostrar:
 - Datos de los incidentes de cada centro, clasificados por tipo de incidente (turismos, vehículos pesados y objetos que obstruyen la calzada).
 - Los tiempos medios de aviso al inspector de cada centro.
 - Una gráfica comparativa del histórico de tiempo medio de aviso al inspector de cada centro.

El principal objetivo que persigue el Ministerio de Transporte de los Países Bajos (*Rijkswaterstaat*) es reducir el tiempo de respuesta ante los incidentes de tráfico. Con dicha reducción se desea que el impacto de los incidentes sea el más mínimo posible y así interferir lo menos posible en el flujo de tráfico de su densa red de carreteras.

Con este fin, el Ministerio de Transporte de los Países Bajos (*Rijkswaterstaat*) ha encargado a Van den Berg ICT & ITS Consultancy S.L. el desarrollo de esta aplicación web. Al disponer de los datos de respuesta de sus centros de tráfico a los incidentes, se pretende analizar cómo mejorar esta respuesta y si existe algún problema en la actual manera de resolverlos.

El objetivo del panel de control comparativo dista un poco del objetivo del panel principal. Al comparar dos centros de tráfico, se pretende motivar a los operadores de tráfico que atiendan los incidentes del centro menos rápido con los datos de un centro que los resuelva un período más breve. También se pretende que exista cierta competitividad entre los centros por ver qué centro puede resolver los incidentes de manera más rápida incrementando así el rendimiento de los distintos centros.

Todos los tiempos de respuesta deberán ser analizados según su contexto, ya que no se puede comparar el tiempo de resolución de un incidente de un objeto pequeño que obstruye la calzada con el de un camión que revienta una rueda en un carril de aceleración, taponando así el tráfico de entrada a una autopista.

El alcance organizativo del proyecto incluye a todos los operadores de los centros de tráfico de los Países Bajos, así como sus supervisores. Por último, el alcance informático incluye el servidor del ministerio neerlandés al que el sistema deberá conectarse para obtener los datos de los distintos incidentes.

2.3. Recursos

Para poder desarrollar de forma correcta el proyecto, serán necesarios los siguientes recursos tecnológicos:

- Un ordenador personal con acceso a internet, sin ser necesario ningún sistema operativo en específico, dado que el *software* utilizado es compatible con los sistemas operativos más comunes. En este caso se utilizará un equipo con el sistema operativo *Kubuntu*[12].
- Dicho equipo deberá tener el siguiente software instalado:
 - Entorno de desarrollo *Eclipse* con *Maven* instalado para poder implementar la aplicación web.
 - Lenguaje de programación *Java* así como la biblioteca de *PrimeFaces*.
 - *PostgreSQL* para crear localmente la base de datos durante la fase de producción.
 - *MagicDraw* para modelar los diagramas necesarios en las fases de análisis y diseño.
 - Un navegador de internet para poder comprobar el desarrollo de la aplicación web y ajustar los detalles estéticos de la solución. En este caso se ha optado por utilizar *Mozilla Firefox*[19] ya que dispone de multitud de soluciones y opciones para desarrolladores.
 - Las herramientas *Vertabelo*, *Balsamiq* y *MS Project* serán necesarias y se utilizarán en sus versiones web para diseñar la base de datos (*Vertabelo*), realizar los prototipos

de las interfaces gráficas (*Balsamiq*) y realizar la planificación y gestión del proyecto (*MS Project*).

- También se utilizará la herramienta *Google Meet*[7] para realizar videollamadas con el responsable de la empresa y así poder realizar el seguimiento del desarrollo del proyecto y resolver las posibles dudas que surjan.
- Un servidor donde desplegar la aplicación una vez se finalice el desarrollo para que accesible por el cliente.

En cuanto a los recursos humanos, será necesario una persona encargada del desarrollo del proyecto y el supervisor de la empresa que verifica que todas las fases del proyecto siguen el camino correcto.

2.4. Identificación y gestión de riesgos

A lo largo de esta sección se elabora un plan de gestión de riesgos, en el cual se identifican los posibles riesgos que puedan surgir durante el desarrollo del proyecto, se analiza cómo evitarlos o solucionarlos si llegan a surgir y qué impacto podrían tener para analizar su nivel de riesgo.

2.4.1. Identificación de riesgos

En la Tabla 2.1 se pueden observar los diferentes posibles riesgos que se han identificado. Dichos riesgos podrían surgir durante el desarrollo del proyecto y es necesario tenerlos en cuenta para pensar posibles soluciones o averiguar cómo intentar evitar que surja.

Código	Descripción del riesgo	Tipo de riesgo
R01	Desconocimiento de la tecnología por parte de los desarrolladores	Riesgo del proyecto
R02	Cambio en los requisitos	Riesgo del producto
R03	Falta de comunicación con el cliente	Riesgo del proyecto
R04	Daño o pérdida de los equipos de trabajo	Riesgo del proyecto
R05	Enfermedad de un componente del equipo	Riesgo del proyecto
R06	Falta de comunicación entre el equipo	Riesgo del proyecto
R07	Actualización de una tecnología utilizada	Riesgo del proyecto
R08	Cambio en alguna tecnología utilizada	Riesgo del proyecto

Tabla 2.1: Identificación de los riesgos.

2.4.2. Análisis de los riesgos

Una vez identificados los riesgos, se deben analizar para averiguar su posible magnitud, su impacto y saber cómo poder identificar que están ocurriendo.

R01: desconocimiento de la tecnología por parte del desarrollador

- **Magnitud:** alta si solo afecta a una tecnología de las utilizadas y muy alta si afecta a más.
- **Descripción:** desconocimiento por parte del desarrollador de una o más tecnologías utilizadas en el desarrollo del proyecto.
- **Impacto:** puede generar retrasos en el desarrollo y puede desarrollar código ineficiente o plagado de errores.
- **Indicadores:** existen retrasos en las diferentes entregas, surgen muchos errores en el código que ha desarrollado, el programador tiene muchas dudas y al buscar las soluciones desarrolla de forma más lenta.

R02: cambio en los requisitos

- **Magnitud:** variable en función de la fase en la que surge:
 - Inicio: muy baja.
 - Planificación y diseño: media.
 - Implementación: alta.
 - Validación y verificación o implantación: muy alta.
- **Descripción:** el cliente cambia alguno de los requisitos del sistema.
- **Impacto:** genera retrasos dependiendo de las partes del sistema a las cuales afecta y en qué fase del proyecto aparece. Puede suponer reescribir o añadir código.
- **Indicadores:** en las reuniones con el cliente, él no parece muy satisfecho con las soluciones implementadas, siempre sugiere otras formas de hacerlo o da ejemplos de otros productos que realizan más funcionalidades.

R03: falta de comunicación con el cliente

- **Magnitud:** variable en función de la fase en la que surge:
 - Inicio: muy baja.
 - Planificación y diseño: media.
 - Implementación: alta.
 - Validación y verificación o implantación: muy alta.
- **Descripción:** existe una falta de comunicación con el cliente que ha solicitado el proyecto.
- **Impacto:** puede generar descontento por parte del cliente ya que la solución implementada podría no cumplir con sus expectativas y retrasos por parte del desarrollador ya que tendría falta de *feedback*.
- **Indicadores:** no existe o hay muy poco *feedback* por parte del cliente, el cliente o el equipo de trabajo cancelan las reuniones periódicas en muchas ocasiones.

R04: daño o pérdida de los equipos de trabajo

- **Magnitud:** variable en función de la fase en la que surge:
 - Inicio: muy baja.
 - Planificación y diseño: media.
 - Implementación: alta.
 - Validación y verificación o implantación: muy alta.

También puede variar en función de cuántos archivos se ven afectados por el incidente.

- **Descripción:** daño o pérdida de los equipos de trabajo en los cuales se está desarrollando el proyecto o contienen archivos importantes para su consecución.
- **Impacto:** puede generar retrasos en función de en qué parte del proceso de desarrollo ocurre y de cuántos archivos se ven afectados ya que tendrían que ser reescritos.
- **Indicadores:** existen predicciones de que se va a producir una catástrofe natural como una gran tormenta, se trabaja en un edificio antiguo propenso a incendios por cortocircuitos o inundaciones. Existen precedentes de incidentes similares o simplemente los equipos son robados.

R05: enfermedad de un componente del equipo

- **Magnitud:** variable en función de la fase en la que surge:
 - Inicio: muy baja.
 - Planificación y diseño: media.
 - Implementación: alta.
 - Validación y verificación o implantación: muy alta.

También puede variar en función de la duración de la enfermedad y su gravedad.

- **Descripción:** un miembro del equipo contrae una enfermedad que le impide implicarse al máximo en el desarrollo del proyecto.
- **Impacto:** puede generar retrasos en función de la duración de la enfermedad y necesitar de personal extra para sustituir al afectado durante su ausencia.
- **Indicadores:** el miembro afectado comienza a tener síntomas de una enfermedad que le impiden trabajar, debe guardar reposo por consejo médico o bien debe ingresar en un hospital para recuperarse. Debido a la situación sanitaria actual causada por la COVID-19, a este riesgo se le ha de prestar especial atención.

R06: falta de comunicación entre los miembros del equipo

- **Magnitud:** muy alta.

- **Descripción:** los miembros que conforman el equipo de desarrollo del proyecto no tienen una buena comunicación.
- **Impacto:** puede generar errores en distintas partes del sistema, retrasos al solucionar dichos errores o confusiones sobre el concepto que un desarrollador pueda tener de la solución.
- **Indicadores:** cada miembro del equipo puede tener un concepto de la solución distinto al que tiene el otro o una parte del sistema podría no ser compatible con otra.

R07: actualización de alguna tecnología utilizada

- **Magnitud:** variable en función de la fase en la que surge:
 - Planificación y diseño: baja.
 - Implementación: media.
 - Validación y verificación o implantación: alta.

También puede depender de cuántas tecnologías han sido actualizadas durante el desarrollo del proyecto.

- **Descripción:** actualización de una de las tecnologías utilizadas para el desarrollo del proyecto.
- **Impacto:** puede generar retrasos si alguna de las funciones o librerías de la tecnología deja de ser compatible o funciona de otra manera.
- **Indicadores:** en los canales de comunicación de la empresa desarrolladora de la tecnología se comunica que surgirá una nueva versión.

R08: cambio en alguna tecnología utilizada

- **Magnitud:** variable en función de la fase en la que surge:
 - Inicio: muy baja.
 - Planificación y diseño: media
 - Implementación: alta.
 - Validación y verificación o implantación: muy alta.

También puede depender de cuántas tecnologías han sido cambiadas durante el desarrollo del proyecto.

- **Descripción:** cambio de una de las tecnologías utilizadas para el desarrollo del proyecto por otra distinta.
- **Impacto:** puede generar retrasos debido a que el desarrollador puede no conocer la nueva tecnología, errores fruto de dicho desconocimiento o reescritura de gran parte del código ya escrito.
- **Indicadores:** se descubre una nueva tecnología que solventa mejor el problema a resolver en el proyecto o bien la tecnología que se está utilizando no lo hace de manera correcta.

2.4.3. Matriz de riesgo

Por último, una vez analizados los posibles riesgos que pueden surgir, se realiza la matriz de riesgos tal y como se puede observar en el Tabla 2.2. En primer lugar se define para cada riesgo la probabilidad de impacto del riesgo (P.I.). A continuación, a partir de la posible magnitud del impacto se define su nivel de impacto (N.I.) y se calcula el impacto (I) multiplicando la probabilidad por el nivel de cada riesgo. Para finalizar, se definen las acciones que hay que realizar para evitar o reducir la probabilidad de que ese riesgo tenga lugar y las acciones que se deberán realizar en el caso de que ocurra para minimizar su impacto.

2.5. Gestión del tiempo

En esta sección se aborda todo lo relacionado con la organización y gestión del tiempo y plazos del proyecto. Para poder representarlo se utilizan diagramas como la Estructura de Descomposición del Trabajo [EDT][6] acompañada de su diccionario, también se hará uso de un diagrama de *Gantt* para plasmar la duración de las actividades. A continuación, se explican todos ellos con detalle.

Al utilizar PMBOK, que es una metodología predictiva como se ha indicado anteriormente, el proyecto estará dividido en las siguientes fases:

1. **Inicio:** en esta primera fase se realizan todas las actividades que están relacionadas con el comienzo del proyecto, como puede ser la revisión del proyecto que ha propuesto la empresa, la recolecta de información relacionada con el entorno en el que se desarrolla el proyecto o la configuración del equipo de trabajo.
2. **Planificación:** en esta fase se realizan las tareas necesarias para realizar la planificación del proyecto y todos los planes de gestión necesarios para que todo salga según lo esperado y se desarrolle de la mejor manera posible.
3. **Análisis:** en esta fase se realizan las tareas necesarias para indicar qué hará el producto desarrollado para satisfacer las necesidades del cliente.
4. **Diseño:** en esta fase, previa a la implementación, se realizan las actividades que permiten obtener una solución al problema, lista para implementar y que cumpla con los requisitos previamente obtenidos.
5. **Implementación:** durante esta fase se obtiene el resultado de todas las fases anteriores al programar la solución que se ha obtenido en la fase de diseño.
6. **Validación y verificación:** fase en la que se comprueba que la solución propuesta realiza aquello que el cliente deseaba y lo hace de manera correcta.
7. **Implantación:** en esta fase el producto finalizado se despliega en los equipos en los cuales será usado.
8. **Seguimiento y control:** durante esta fase se realiza el seguimiento y control del despliegue.

Id	Descripción del riesgo	P.I.	N.I.	I	Acciones prevención	Acciones corrección
R01	Desconocimiento de una tecnología.	0.4	7	2.8	Antes de comenzar con el desarrollo, una vez se tengan claras las tecnologías utilizadas, documentarse de aquellas que se desconocen.	Realizar cursos online, leer documentación o bien si uno de los miembros conoce la tecnología puede explicársela a aquél que la desconozca.
R02	Cambio requisitos.	0.3	4	1.2	Mantener una buena comunicación con el cliente.	Modificar los requisitos afectados y cambio en las partes del sistema que lo requieran.
R03	Falta de comunicación con el cliente.	0.3	5	1.5	Mantener reuniones periódicas para no perder la comunicación y conocer muy bien las opiniones del cliente pidiendo su <i>feedback</i> .	Realizar una reunión con el cliente para abordar el problema con él e intentar solucionarlo.
R04	Daño o pérdida de los equipos.	0.4	4	1.6	Tomar las precauciones necesarias para evitar cortocircuitos. Estar informado de las posibles catástrofes naturales. No dejar los equipos en un lugar sin vigilancia. Almacenar en la nube los archivos para tener una copia de seguridad .	Adquisición de nuevos equipos para sustituir a aquellos que se han visto afectados. Descargar las copias de seguridad y retomar el trabajo.
R05	Enfermedad de un componente.	0.5	5	2.5	Mantener unos hábitos de vida saludables e intentar no tener contactos innecesarios para evitar contagios.	Si el miembro del equipo no puede trabajar, intentar seguir sin él o bien buscar un sustituto.
R06	Falta de comunicación en el equipo.	0.2	9	1.8	Realización periódica de reuniones entre los miembros para mantenerse al día mutuamente.	Realización de actividades para mejorar la comunicación.
R07	Actualización de tecnología.	0.4	1	0.4	Elegir una tecnología estable a cambios.	Cambio de todas las partes del sistema que se han visto afectadas por la actualización.
R08	Cambio de tecnología.	0.2	4	0.8	Elegir muy bien la tecnología que se utilizará teniendo en cuenta todas las alternativas.	Cambio de todas las partes del sistema que se han visto afectadas por el cambio.

Tabla 2.2: Matriz de riesgos del proyecto, en la cual Id indica el identificador del riesgo, P.I la Probabilidad de Impacto del riesgo, N.I. el Nivel de Impacto e I el Impacto del riesgo.

9. **Cierre:** el proyecto finaliza y es entregado al cliente.

2.5.1. Estructura de descomposición del trabajo (EDT)

La estructura de descomposición de trabajo [EDT] o WBS de sus siglas en inglés (*Work Breakdown Structure*) es un diagrama que se utiliza para ilustrar todas las fases y tareas necesarias para el desarrollo del proyecto así como sus dependencias entre ellas. En la figura 2.1 se presenta el desglose de todas las tareas y subtareas de cada fase del proyecto. Como se ha comentado al comienzo de esta sección, el proyecto está dividido en en nueve secciones, de las cuales dependen una serie de tareas y subtareas que harán posible en desarrollo del producto.

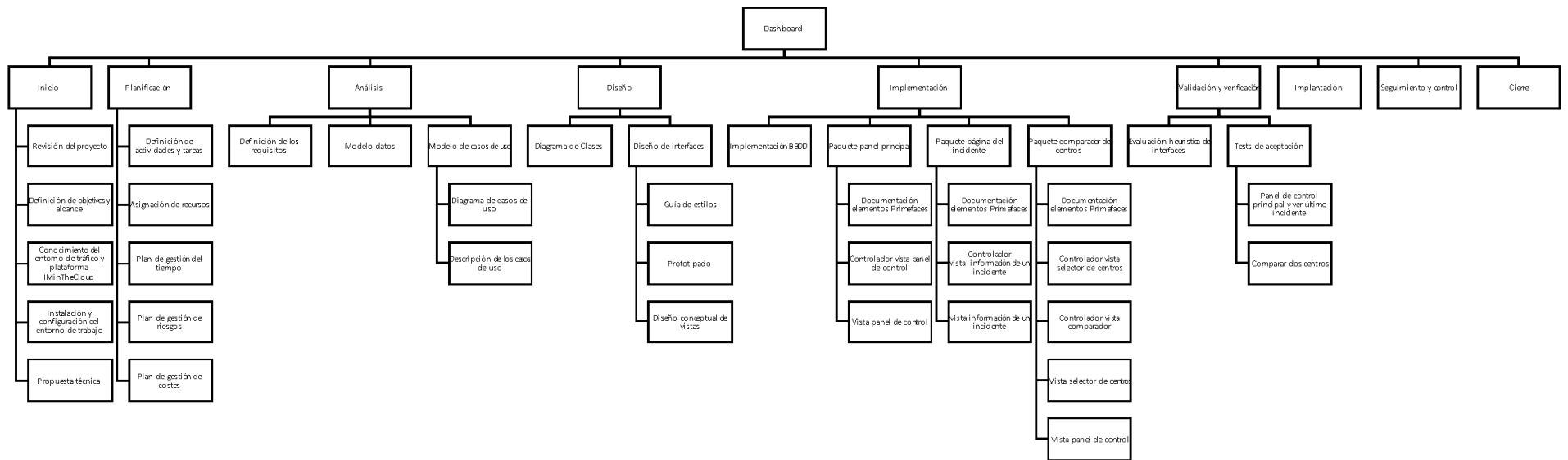


Figura 2.1: Estructura de descomposición del trabajo del proyecto.

Diccionario de la EDT

Asociada a la figura de la EDT se encuentra la tabla 2.3, que contiene un resumen de las principales partes de su diccionario. Dicho diccionario ayuda a comprender la EDT, ya que incluye una descripción de las fases, tareas y subtareas que se pueden encontrar en dicho diagrama. De cada tarea y subtarea podemos encontrar el nivel en el cual se encuentran, su código que las identifica, su nombre y su descripción. Además, de cada fase del proyecto se incluye también el responsable de asegurarse de que dicha parte del proyecto salga en adelante. En el anexo B se encuentra el diccionario completo.

En el caso del proyecto expuesto en este documento, será el estudiante el encargado de realizar la mayoría de los cargos necesarios, siendo las tareas del cargo de *Project manager* compartidas entre el estudiante y su supervisor dentro de la empresa.

Nivel	Código EDT	Nombre	Descripción	Responsable paquete
1	1	Dashboard	Desarrollo del proyecto.	Project Manager
2	1.1	Inicio	Fase que contiene todas las actividades relacionadas con el inicio del proyecto.	Project Manager
2	1.2	Planificación	Fase que contiene todas las tareas necesarias para realizar la planificación del proyecto. Entre ellas se encuentran todos los planes de gestión del proyecto.	Project manager
2	1.3	Análisis	El análisis del proyecto incluye todas aquellas tareas necesarias para idear cómo se solucionará el problema y qué hará el producto propuesto como solución.	Analista
2	1.4	Diseño	Fase del proyecto que contiene todas las actividades relacionadas con el diseño de una solución al problema que cumpla con los requisitos del sistema.	Arquitecto de sistemas
2	1.5	Implementación	Fase del proyecto que contiene todas las actividades necesarias para transformar el diseño del sistema en una solución real y funciona.	Programador
2	1.6	Validación y verificación	Fase encargada de comprobar que el sistema desarrollado cumple con los requisitos y lo hace de forma correcta.	Tester
2	1.7	Implantación	Fase en la cual el sistema se despliega en los equipos de uso reales.	Project manager
2	1.8	Seguimiento y control	Fase de seguimiento y control tras el despliegue.	Project manager
2	1.9	Cierre	Fin del proyecto.	Project manager

Tabla 2.3: Diccionario de la EDT.

2.5.2. Diagrama de Gantt

Una vez se ha obtenido el desglose de las distintas fases del proyecto en tareas y subtareas es necesario realizar una estimación de la duración de cada una. Para poder realizar correctamente la estimación de cada tarea es necesario tener experiencia, es por ello, que en esta parte del proyecto, se ha contado con la necesaria ayuda del responsable de la empresa con gran experiencia en la realización de proyectos similares.

La herramienta elegida para plasmar la planificación temporal del proyecto ha sido *Microsoft Project*[15], que es una herramienta de gestión de proyectos desarrollada por *Microsoft*. Dicha herramienta permite elegir la duración de la jornada laboral y qué días de la semana se dedican al proyecto y además es un gran asistente para realizar el diagrama de Gantt[25] del proyecto que puede verse en la figura 2.2. El diagrama de Gantt es una herramienta muy útil para plasmar la duración de cada tarea y así poder estimar el alcance temporal del proyecto.

Para este proyecto, se ha estimado la duración de cada tarea teniendo en cuenta su dificultad y la duración de la estancia. Además, dado que cada día se trabaja durante 6 horas, en 50 días se alcanzan las 300 horas que dura la estancia en la empresa.

Como se puede observar, en las tres últimas fases: implantación, seguimiento y control y cierre; la duración estimada es de 0 días. Esto se debe a que dichas fases no se encuentran dentro del alcance de este proyecto dado que en la finalización del proyecto todavía no se espera tener los datos de los centros de tráfico. Actualmente, solo se tienen desde el inicio los datos del centro en el cual se instaló como proyecto piloto.

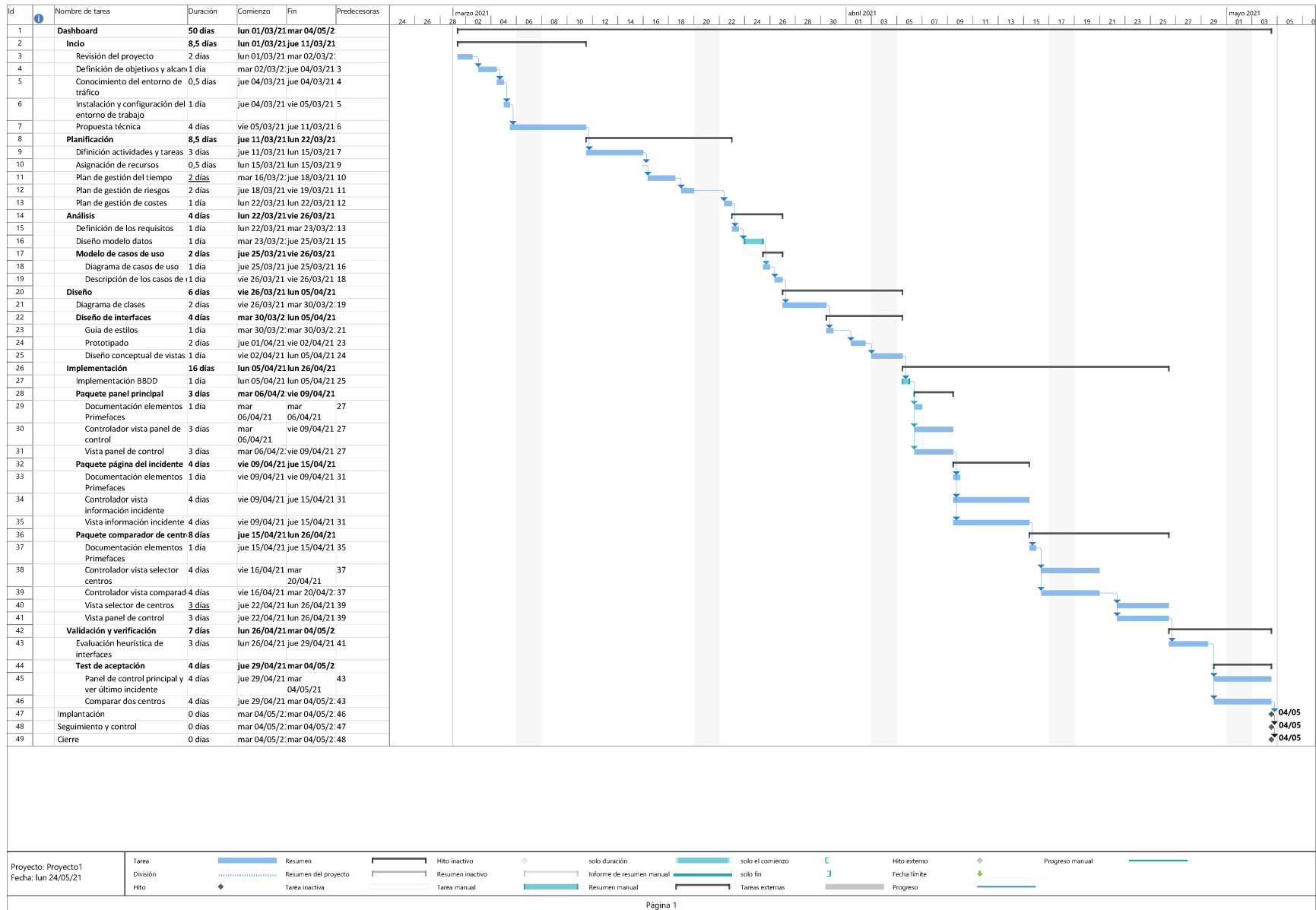


Figura 2.2: Diagrama de Gantt del proyecto.

2.6. Gestión de costes

Para poder estimar el coste del proyecto hay que desglosar los diferentes tipos de gastos que un proyecto de estas características pueda requerir. En este caso se van a explicar los costes de recursos humanos y los costes por recursos.

En cuanto a los costes de recursos humanos, una sola persona será la encargada del desarrollo del proyecto, y será la encargada de asumir los roles de analista, programador, arquitecto y evaluador. Los diferentes roles asumidos no se tienen en cuenta, por lo que los costes serían:

- El coste de las 300 horas de trabajo de un desarrollador junior según el sitio web *Indeed*[9]:

$$300h * 10,17€/h = 3051€$$

- A ello hay que añadirle un 25 % del coste de recursos destinado a costes de contratación:

$$3051€ * 0,25 = 762,75€$$

- Y por último hay que añadir un 20 % destinado para gastos indirectos:

$$3051€ * 0,20 = 610,20€$$

A ello, hay que sumarle el coste de las horas que el supervisor de la empresa empleará en supervisar al alumno. Se ha estimado que el supervisor en la empresa puede emplear 48 horas, que por el sueldo medio de un programador senior según el sitio web *Indeed*[10]:

$$48h * 15,06€/h = 722,88€$$

Por lo tanto, los costes de los recursos humanos del proyecto ascienden a 5146,83€.

En cuanto al *software* utilizado, los programas con licencias de pago utilizados han sido:

- *Microsoft Project*, cuyo precio ha sido:

$$8,40€/mes * 3meses = 25,20€$$

- *Vertabelo*, cuya versión más sencilla tiene un precio de:

$$7€/mes * 3meses = 21€$$

- *Balsamiq Wireframes*, cuya versión más simple tiene un precio de:

$$7€/mes * 3meses = 21€$$

- *MagicDraw*, cuya licencia ya había sido adquirida y amortizada por la empresa, así que no ha supuesto gasto alguno.

El resto del *software* utilizado es *software* libre con licencias gratuitas, por lo que no ha supuesto un gasto extra. Así pues, el presupuesto total de las licencias de *software* asciende a 67,20€.

En cuanto al *hardware* no ha sido necesario adquirir equipos nuevos, pero sí será necesario alquilar un servidor y debido al régimen de teletrabajo también será necesario costear la conexión a internet del programador. A continuación, se realizará el desglose:

- Coste de la conexión a internet:

$$25€/mes * 3meses = 75€$$

- El coste del servidor web puede ser más difícil estimarlo, ya que su coste va en función de las consultas que el servidor reciba. Para una aplicación como la desarrollada en este proyecto con un despliegue estándar, el coste oscila entre los 25€y 50€, así que se fijará como 37€como coste medio al mes.

Concepto	Importe
Recursos humanos	5146,83€
Licencias de software	67.20€
Hardware	75€
Total:	5289,03€

Tabla 2.4: Desglose de costes del proyecto.

La tabla 2.4 muestra el resumen de los gastos de proyecto, como se puede ver en ella, el coste total del desarrollo del proyecto será 5289,03€, a los cuales habría que añadir unos 37€al mes, en función de las peticiones al servidor.

2.7. Seguimiento del proyecto

En general, el proyecto se ha desarrollado sin mayores complicaciones, ya que se conocían la mayoría de las tecnologías utilizadas. Debido a que la estancia en prácticas se realizó en régimen de teletrabajo fue necesario realizar numerosas reuniones telemáticas con el responsable de la empresa para dar comienzo al proyecto. Durante la fase de inicio surgieron diversos problemas con la instalación del *software* necesario, pero pudieron solventarse fácilmente con consultas a través de correo electrónico y videollamadas.

Tras finalizar la fase de inicio del proyecto se decidió junto al responsable de la empresa realizar una reunión telemática semanal con fecha fija en miércoles, reflejadas en la tabla 2.5. En ella también se puede ver el tema principal de cada reunión y en qué fecha se realizó. La decisión de fijar una reunión todas las semanas fue con el propósito de facilitar la organización

del horario del supervisor, ya que en ocasiones era difícil concretar una fecha común. El resto de dudas que pudieran surgir durante el resto de la semana sería resueltas a través de correo electrónico.

Fecha	Temas tratados
03/03/2021	Inicio del proyecto, configuraciones iniciales
10/03/2021	Revisión planificación
17/03/2021	Revisión requisitos
24/03/2021	Revisión biblioteca Primefaces
07/03/2021	Revisión estructura y diseño del proyecto
14/04/2021	Revisión página del incidente
21/04/2021	Revisión panel principal
28/04/2021	Revisión selector centros y comparador
05/04/2021	Revisión final del proyecto

Tabla 2.5: Resumen de temas de reuniones periódicas.

Durante el resto de las fases del proyecto, pudieron realizarse todas las tareas y subtareas dentro de los plazos previstos, sin complicaciones reseñables.

Capítulo 3

Análisis y diseño del sistema

En esta fase del proyecto se documentan los requisitos que el sistema debe cumplir para poder implementar la solución propuesta por el cliente. A partir de los requisitos obtenidos se ha diseñado una solución que cumpla con ellos.

3.1. Análisis del sistema

Para analizar el sistema se ha utilizado un diagrama de casos de uso (DCU)[29]. El diagrama de casos de uso es una representación gráfica elaborada bajo el estándar UML[13] con el propósito de ilustrar el comportamiento de un sistema. Este diagrama es el más utilizado para representar los requisitos y comportamiento de los sistemas y está formado principalmente por tres elementos:

- Actor: representa o bien a una persona o bien a un dispositivo externo que interactúa con el sistema. En este caso, existe el rol de centro de tráfico que representa a un operador de tráfico y también el rol de servidor que representa a otro sistema externo.
- Caso de uso: representa una secuencia de acciones que el sistema ejecutará para obtener algún tipo de resultado.
- Relación: representa una interacción entre un actor y un caso de uso.

Una vez se ha descrito los elementos que componen un diagrama de casos de uso, se explicará el diagrama elaborado para el proyecto con la ayuda de la herramienta *MagicDraw*[14].

Tal y como se puede observar en la figura 3.1, en el diagrama se ha distribuido el sistema en tres paquetes. Cada paquete representa una parte del sistema destinada a realizar una tarea distinta. Los dos actores que interactúan con los casos de uso son los trabajadores que harán uso del sistema en los centros de tráfico y el servidor del cual se obtendrán los datos a mostrar.

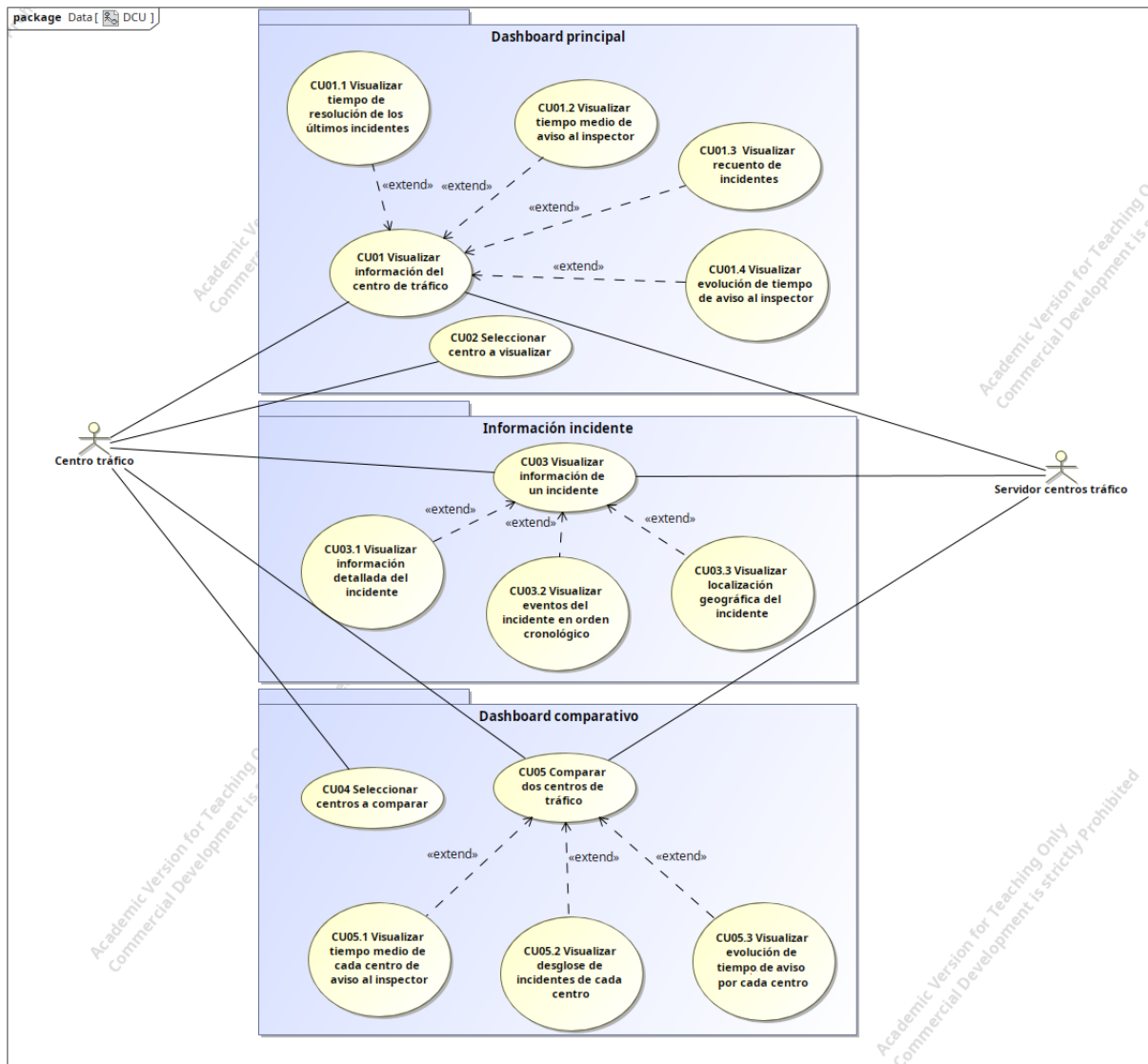


Figura 3.1: Diagrama de casos de uso del proyecto.

Especificación del caso de uso	
Identificador	CU01
Nombre	Visualizar información del centro de tráfico seleccionado
Descripción	El sistema ha de permitir al usuario visualizar toda la información disponible del centro de tráfico
Alcance	Desde que el usuario selecciona el centro de tráfico hasta que navega a un incidente o al comparador de centros
Nivel	Tarea principal
Actor	Centro de tráfico
Actor secundario	Servidor de centros de tráfico
Relaciones	CU02, CU01.1, CU01.2, CU01.3. CU01.4
Precondición	El usuario ha accedido correctamente al sistema
Condición fin con éxito	El centro de tráfico consultado exista en el sistema
Condición fin con fracaso	El centro de tráfico consultado no exista en el sistema
Trigger	El usuario selecciona el centro de tráfico que desea consultar
Secuencia normal	Acción
	1 El usuario selecciona el centro de tráfico que desea ver
	2 El usuario accede al panel de control principal de dicho centro
Excepciones <acción 2>	Excepción
	2.1 Si el centro de tráfico no existe, el sistema devolverá una excepción
Frecuencia esperada	Decenas diariamente
Importancia	Necesario
Prioridad	Corto plazo
Comentarios	NA

Tabla 3.1: Descripción del caso de uso CU01, visualizar información del centro de tráfico seleccionado.

Los casos de uso CU01, CU02 y CU03 se han dividido en subtareas con el objetivo de describir mejor su funcionalidad, a continuación se explicará detalladamente cada caso de uso para su análisis.

En la tabla 3.1 se puede ver la descripción del caso de uso CU01. Entre los datos que ofrece esta tabla, se encuentra su identificación, descripción y elementos relacionados, condiciones de éxito y fracaso y secuencia de pasos, entre otros. En el anexo C se encuentran el resto de tablas que describen los casos de uso del diagrama de la figura 3.1.

3.2. Diseño de la arquitectura del sistema

Para llevar a cabo el sistema propuesto por el análisis se ha optado junto con la empresa por implementar una arquitectura modelo-vista-controlador (MVC)[22]. Dicha arquitectura divide el sistema en tres partes para facilitar el flujo de datos entre la interfaz del usuario y la lógica del sistema. Las tres partes son:

- Modelo: contiene las clases encargadas de almacenar la información, la lógica de negocio y de ejecutar las órdenes necesarias en la base de datos para conseguir la persistencia de datos deseada.

- Vista: contiene los ficheros encargados de generar la interfaz gráfica que el usuario utilizará.
- Controlador: formado por las clases que hacen de intermediarias entre la vista y el modelo, son las encargadas de permitir el flujo de datos entre las partes del sistema.

En la figura 3.2 se muestran los diferentes componentes que intervienen en el sistema. En primer lugar, el servidor del Ministerio de Transporte obtiene los datos de los incidentes de tráfico. El sistema *IMInTheCloud*, a través de un servidor *Payara*, obtiene estos datos, los valida y los transforma en información útil para los usuarios. Al sistema *IMInTheCloud* se conectan, vía *Payara*, los diferentes centros de tráfico que participan, y así sus operadores de tráfico pueden obtener la información necesaria de una forma visual e intuitiva.

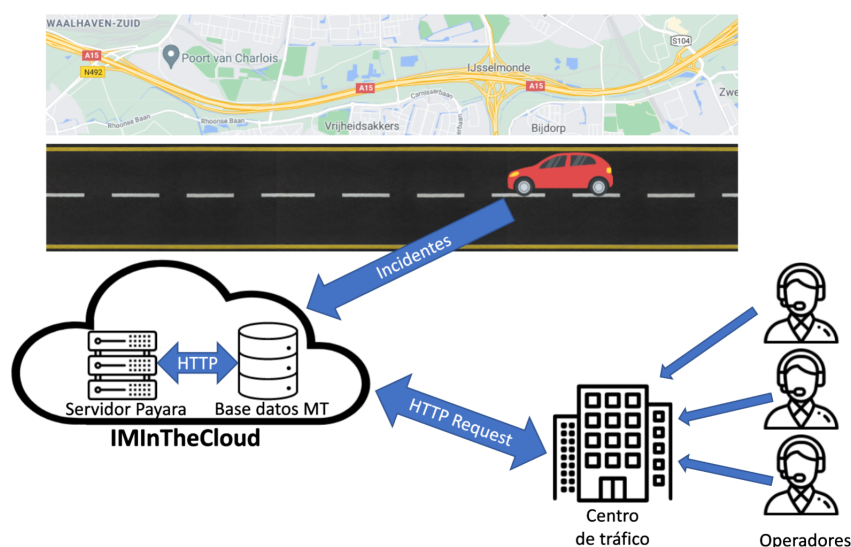


Figura 3.2: Diagrama de la arquitectura del sistema.

3.2.1. Diseño del modelo de datos

Una vez se decidió la arquitectura general del sistema, se procedió a realizar el diseño del modelos de datos. En este apartado hay que diferenciar dos partes del sistema encargadas a almacenar los datos. En una se almacenan los datos de los incidentes en el modelo del sistema, como bien se puede apreciar en la figura 3.3, realizado con la herramienta *MagicDraw*[14].

En ella se pueden ver todas las clases que forman el modelo de datos y de las cuales se obtendrá la información necesaria para mostrar en los gráficos de la vista. Las clases *TrafficCentre*, *DayIncidents*, *IncidentLocation*, *IncidentDTO*, *IncidentEvent* e *Inspector* almacenan información ya existente en la base de datos del inisterio de transportes. Esta base de datos es ajena al sistema y es accedida a través de una petición *HTTP*.

En cambio, la clase *InspectorPerformance* no contiene información existente en dicha base de datos, la información que almacena es calculada a partir de la información existente y permite medir el rendimiento de un inspector de tráfico. En el alcance de este proyecto no se encuentra el visualizar el rendimiento de los inspectores ni filtrar los incidentes por inspector, pero se ha

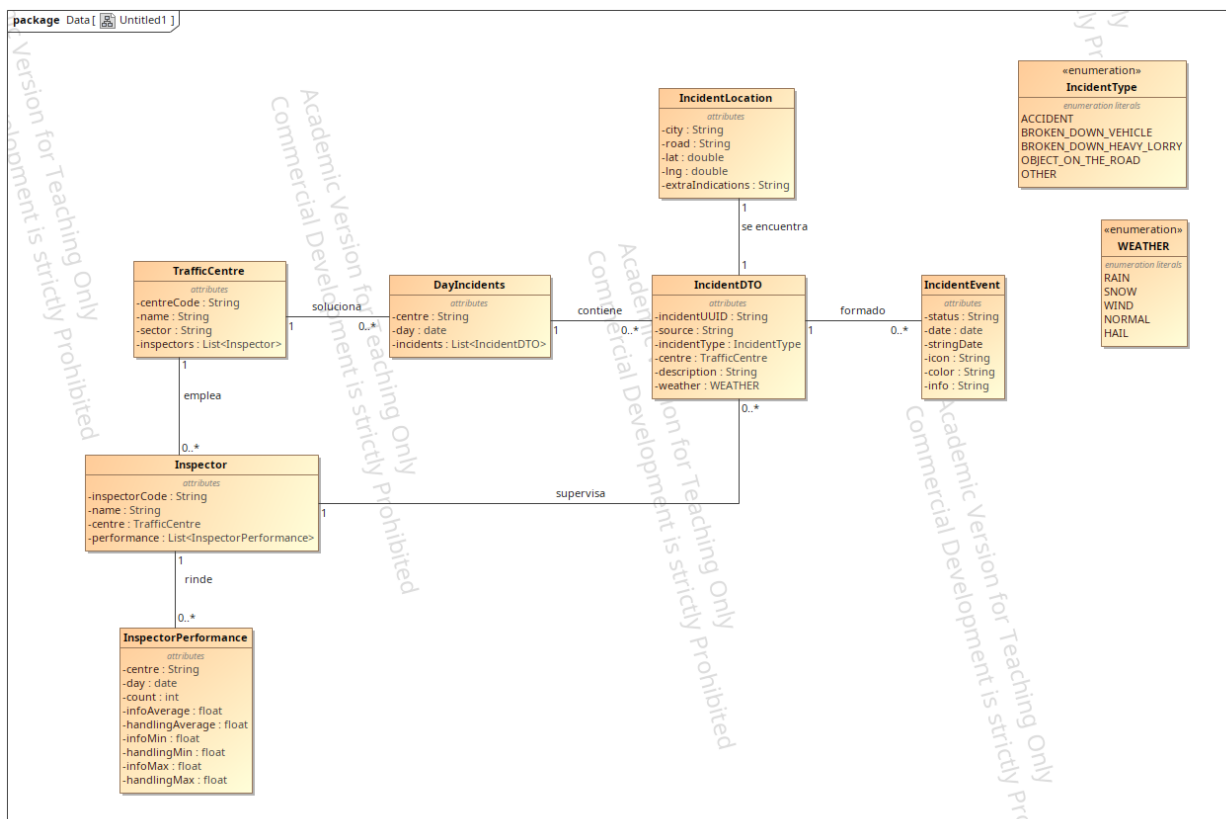


Figura 3.3: Diagrama de clases del modelo de datos.

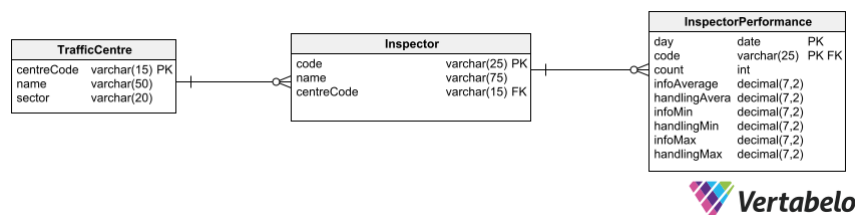


Figura 3.4: Diseño lógico de la base de datos.

incluido esta parte a petición de la empresa para una futura implementación. Para la realización del proyecto expuesto en este documento, los incidentes serán agrupados por centro de tráfico y no por inspector.

Dado que se debe calcular en tiempo real el rendimiento de los inspectores, es necesario almacenar la información en la base de datos. Para ello, se ha extendido la base de datos relacional existente para permitir almacenar estos datos y que la aplicación los consulte en tiempo real.

El diseño lógico de las tablas que componen la extensión propuesta se presenta en la figura 3.4. El modelo ha sido realizado con la herramienta web *Vertabelo*[17].

En ella podemos ver la parte del modelo de datos que no está almacenada en la base de datos del ministerio, que son los diferentes datos estadísticos que evalúan el rendimiento de cada inspector. Se tomó la decisión de implementarlo en tres tablas (*TrafficCentre*, *Inspector*, *InspectorPerformance*) por dos razones:

- Facilitar el traspaso de datos entre modelo y base de datos por la similitud entre tablas y clases.
- Esta configuración favorece una futura ampliación de la base de datos para almacenar los datos que ya almacena el sistema del ministerio, y así no tener que realizar consultas a dos bases de datos como se hace actualmente. Dicha decisión está pendiente del éxito de la implantación del sistema y del Ministerio de Transportes Neerlandés.

3.3. Diseño de la interfaz

Una de las partes más importantes del sistema informático expuesto en este documento es la interfaz gráfica, ya que es la parte del producto que ve el usuario y debe permitir analizar la información que se muestre en los paneles de manera fácil e intuitiva. Con este fin, se ha realizado el diseño de una interfaz sencilla en la que predominan los colores claros y la poca concentración de elementos gráficos para evitar sobrecargar la vista del usuario.









Color	Código hexadecimal	Uso en el sistema
	#007AD9	Utilizado en las barras superiores, en los botones y en los elementos de las gráficas
	#000000	Tipografía sobre fondo claro
	#FFFFFF	Tipografía sobre fondo oscuro y fondo del sistema
	#C8C8C8	Botones sin seleccionar en la página de selección de centros
	#FF9696	Mensajes de error al seleccionar los centros para comparar
	#FF0000	Mostrar los datos del centro 2 en el panel comparativo
	#3BA041	Mostrar desglose de tiempos de respuesta a los incidentes en el panel principal
	#FFF433	Mostrar desglose de tiempos de respuesta a los incidente en el panel principal

Tabla 3.2: Colores utilizados.

3.3.1. Guía de estilos

A continuación, se expone la guía de estilos de la interfaz gráfica del sistema, que todas las vistas deberán cumplir para conseguir un estilo homogéneo y no generar confusión al usuario durante la navegación.

Tipografía

En todo el sistema se ha optado por utilizar *Calibri*[24], una fuente de la familia *Sans Serif*. Se ha elegido una tipografía de esta familia por su sencillez y así transmitir una sensación general de modernidad. También puede resultar más sencilla de leer por parte del usuario, de este modo los usuarios se fatigarán menos al utilizar el sistema, algo importante debido a que será utilizado durante toda la jornada laboral.

Paleta de colores

Para colorear los elementos gráficos utilizados a lo largo del sistema se han elegido predominantemente dos colores: un azul para los elementos de las gráficas y para las barras superiores, para los fondos se optado por un tono de blanco. Para la tipografía se ha utilizado negro si se muestra sobre un fondo claro y blanco si por el contrario se muestra sobre un fondo oscuro. En la Tabla 3.2 podemos ver el muestrario de colores utilizados con sus códigos hexadecimales y donde son utilizados.

La elección del azul y blanco como colores principales se debe a que son colores sencillos de manera que el sistema podrá ser utilizado tanto durante el día como durante la noche sin fatigar la vista del usuario.

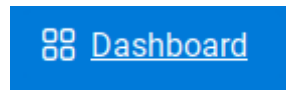


Figura 3.5: Botón utilizado.

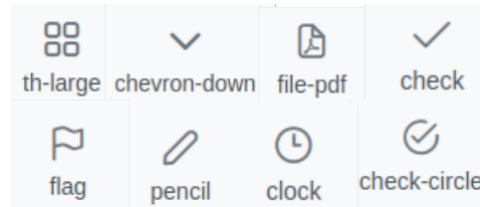


Figura 3.6: Iconos utilizados.

Voz utilizada

La voz utilizada para dirigirse al cliente está en un tono formal y con mensajes concisos, de forma que el número de palabras en la interfaz sea el más mínimo posible. Debido a que el producto final está destinado a utilizarse en los Países Bajos, el idioma de los mensajes es el neerlandés. Dado que el programador no tiene conocimientos de este idioma y el neerlandés es un idioma difícil de traducir mediante herramientas informáticas automáticas, las palabras de las que no se sabía su equivalente en neerlandés se han escrito en inglés para la primera versión y se han etiquetado a la espera de una traducción por parte del responsable de la empresa.

Botones e iconos

Para la implementación de todos los botones del sistema solamente se ha utilizado un tipo de botón simple coloreado de azul que como se puede observar en la figura 3.5, en ocasiones incluye un icono para guiar al usuario.

En la figura 3.6 se pueden ver los iconos utilizados en las diferentes páginas del sistema. Los iconos que se encuentran en la fila superior de la imagen se han utilizado para los diferentes botones del sistema:

- `th-large`: botón de retorno al panel de control debido a su similitud con la disposición de los elementos en este.
- `chevron-down`: botón desplegable para seleccionar el centro del panel principal ya que da una pista al usuario de que el botón es desplegable.
- `file-pdf`: botón de obtención del PDF del incidente.
- `check`: botón de envío del formulario de selección de centros.

En cambio, los iconos de la segunda fila de la figura 3.6 se han seleccionado para ilustrar los diferentes eventos del incidente.

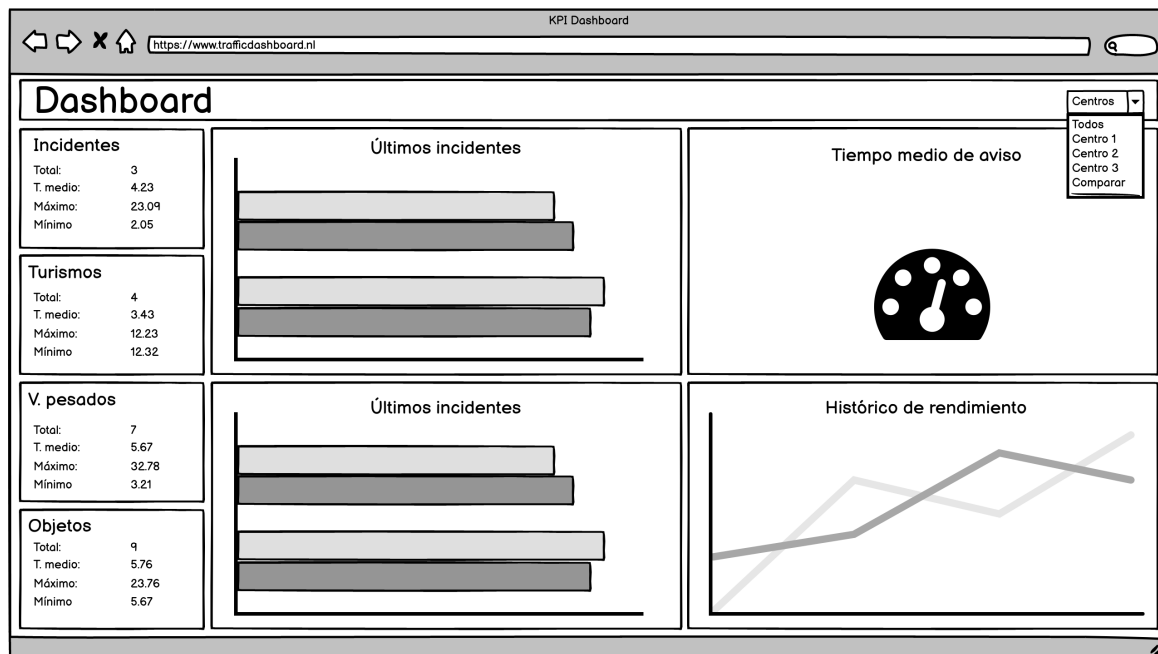


Figura 3.7: Prototipo del panel principal.

3.3.2. Prototipado

En la fase de prototipado se elaboran unos modelos que sirven de ayuda a la hora de presentar una primera versión del interfaz gráfico. Y de los elementos que componen cada página de la vista. Para este trabajo se han elaborado con la ayuda de la herramienta de *Mock-ups Balsamiq Wireframes*[8]. A continuación, se exponen los prototipos de las diversas páginas del sistema explicando los detalles de cada uno de ellos.

Panel principal

La figura 3.7 muestra el prototipo elaborado para la página del panel principal del sistema. En la parte superior se encuentra la barra de herramientas en la cual se sitúa el título de la página y un botón desplegable donde se puede elegir qué centro ver o navegar hacia el panel comparador. En la parte izquierda del panel nos encontramos con el desglose de los incidentes del día y en la parte derecha los paneles que contienen los elementos gráficos.

Página del incidente

En la figura 3.8 se puede observar el prototipo de la página que muestra la información de un incidente determinado. En la parte superior de la página encontramos un panel que contiene el título del incidente y su información. En la parte central izquierda se encuentra situado un cronograma con los eventos de dicho incidente y a su derecha un mapa indicando el punto geográfico en el cual se ha producido. Por último, en la parte inferior se muestra una barra de

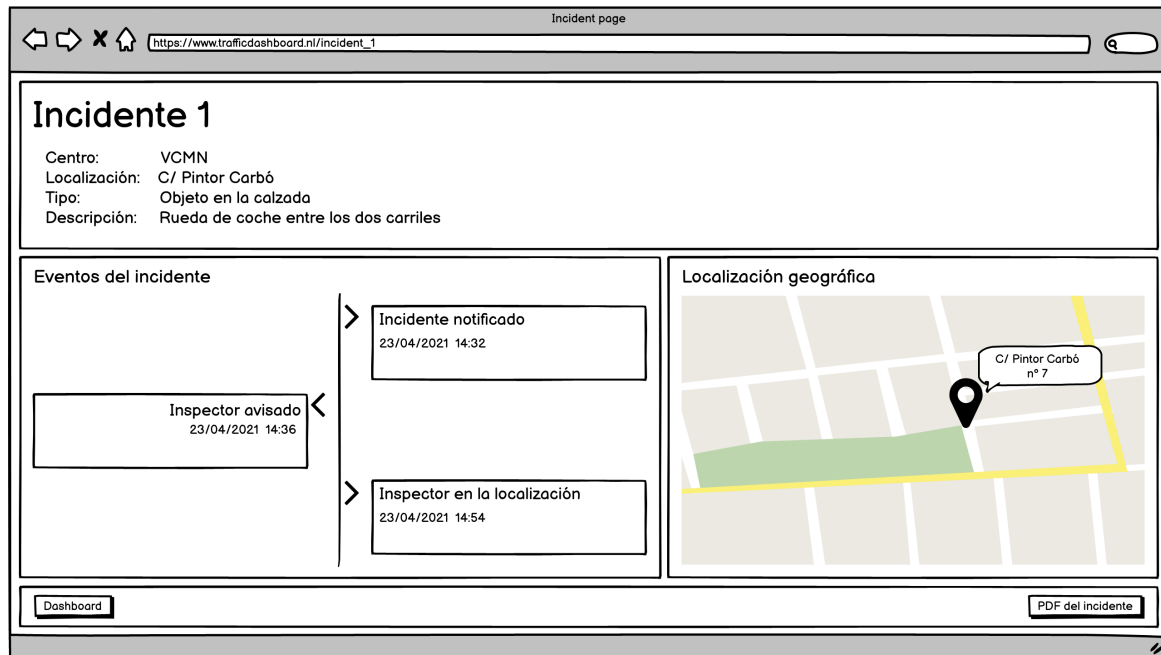


Figura 3.8: Prototipo de la página del incidente.

herramientas en la cual se pueden ver dos botones: uno para volver al panel principal y otro para obtener el PDF del incidente.

Selector de centros

En la figura 3.9 puede observarse el prototipo elaborado para la página previa al panel comparador, que es la página destinada a la selección de los centros de tráfico que se quieren comparar. En ella simplemente se encuentran una barra superior para poder volver al panel principal y un recuadro central que contiene un formulario para seleccionar los centros a comparar.

Panel comparativo

La figura 3.10 contiene el prototipo elaborado para el panel comparativo de dos centros. El panel es similar al principal, pero el desglose de incidentes está duplicado para mostrar los de cada centro. En la parte central contiene el indicador de tiempo medio duplicado también y debajo una gráfica con el histórico de rendimiento de cada centro. En la parte superior, al igual que en el panel principal, se sitúa una barra de herramientas.

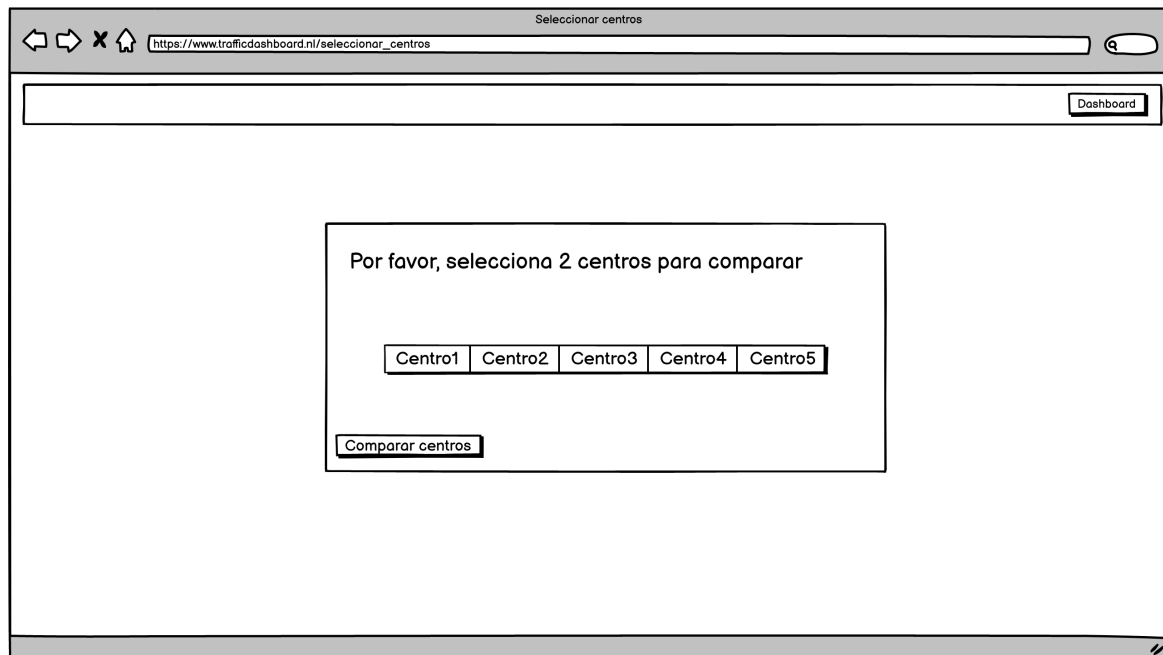


Figura 3.9: Prototipo de la página destinada a la selección de los centros.

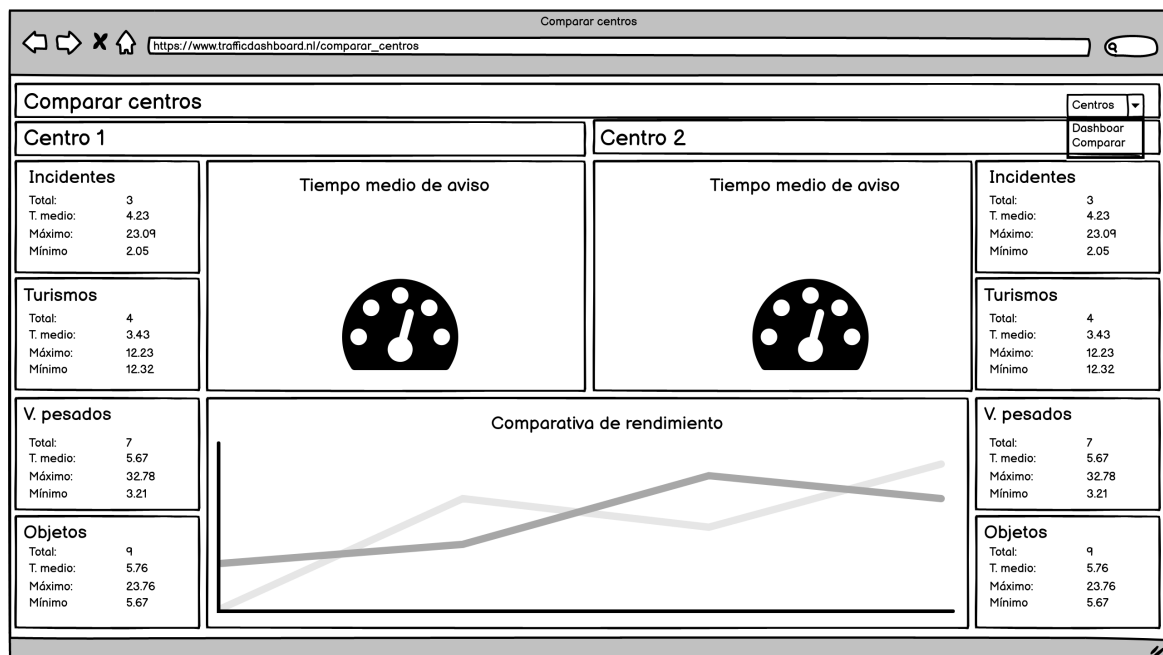


Figura 3.10: Prototipo del panel comparativo.

3.3.3. Diseño conceptual

En la figura 3.11 podemos ver el *sitemap* de la aplicación web. En primer nivel se sitúa el panel principal, desde él, a través del gráfico se puede navegar a la página del incidente. También, haciendo uso del menú desplegable situado en la barra de herramientas se puede navegar hasta el panel comparativo, eso sí, pasando antes a través del selector de centros para indicar al sistema qué dos centros se desea comparar.

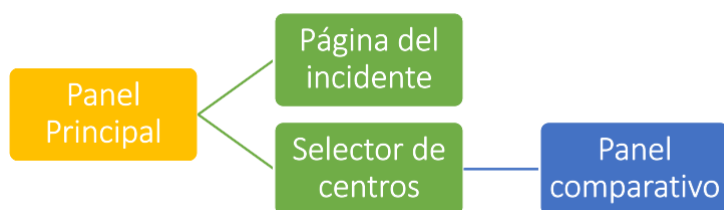


Figura 3.11: Mapa conceptual del sitio web.

3.3.4. Interfaces finales

Para finalizar, en esta sección se expone el resultado final del diseño de las interfaces explicando las diferencias que existen entre el diseño de los prototipos y las interfaces reales.

En el panel principal no se ha hecho ningún cambio respecto al diseño del prototipo tal y como se puede ver en la figura 3.12, pero en cambio, se ha añadido la funcionalidad de que cuando el sistema no puede obtener los datos necesarios (bien porque no se ha podido realizar una conexión correcta o porque los datos obtenidos son cero), en los cálculos de las estadísticas de incidentes muestre un guión, como se puede ver en la figura 3.13 para evitar mostrar datos erróneos y confundir al usuario.



Figura 3.12: Vista final del panel principal.

Ongeval	
Aantal	0
Gemiddelde afhandeltijd	-
Maximum	-
Minimum	-

Figura 3.13: Panel de desglose de los incidentes sin datos disponibles.

Por el contrario, tal y como se puede ver en la figura 3.14, la página del incidente sí que ha sufrido cambios significativos en la distribución de sus elementos, si bien es cierto que los elementos son los mismos:

- La barra de herramientas se ha situado en la parte superior para facilitar su acceso, y al realizar *scroll* en la página, la barra se queda fija en la parte superior de la pantalla. También se ha situado en la parte superior, junto a la información del incidente, el mapa del incidente.
- El cronograma que muestra los eventos se ha situado en la parte inferior para evitar que, en los casos en los cuales la lista de incidentes sea muy extensa, se deforme el componente del mapa.

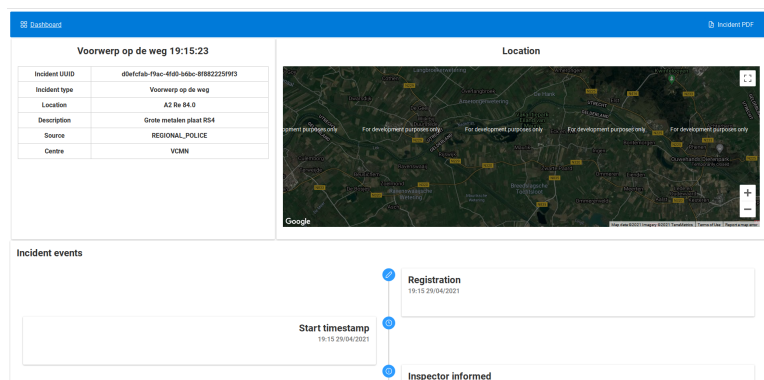


Figura 3.14: Vista final de la página del incidente.

Como bien se puede comprobar en las figuras 3.15 y 3.16, las vistas de las páginas encargadas de todo el proceso de comparación de dos centros (selección de los centros y panel comparador) no han sufrido grandes cambios.

Para visualizar con más detalle las interfaces finales, revisar el Anexo A.



Figura 3.15: Vista de la página encargada de seleccionar los centros de tráfico a comparar.

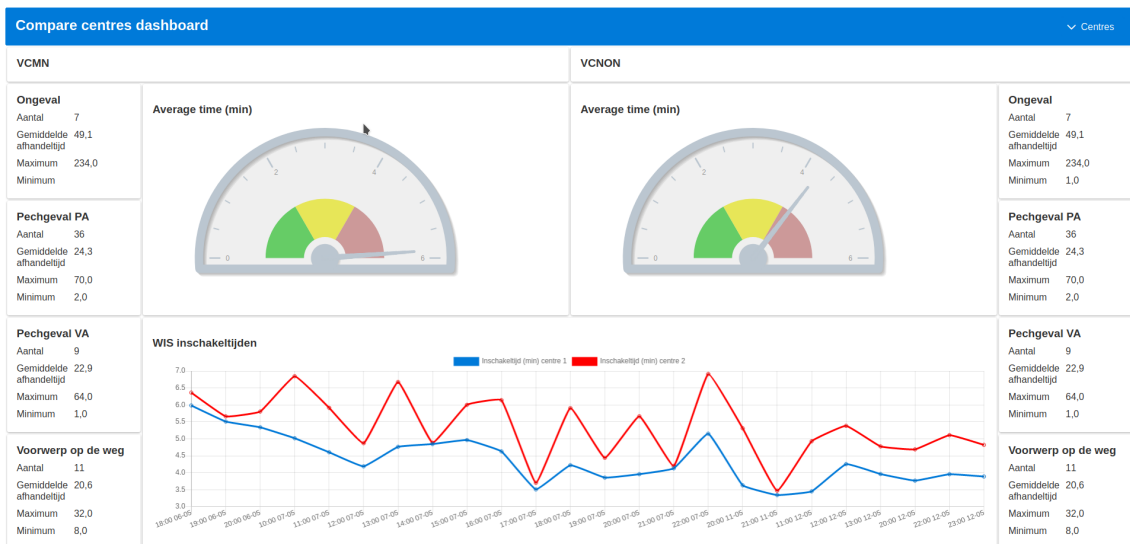


Figura 3.16: Vista final del panel comparador.

Capítulo 4

Implementación y pruebas

En este capítulo se explican todos los aspectos relacionados con la fase de implementación del proyecto y con la fase de realización de pruebas para comprobar que el producto cumple con los requisitos fijados por el cliente.

4.1. Detalles de implementación

Una vez se ha realizado el diseño del sistema que se desea desarrollar se continúa con la implementación de dicho modelo con el fin de tener un producto que cumpla los requisitos del cliente. A lo largo de esta sección se revisarán los detalles de la implementación y los problemas surgidos durante esta fase, así como las soluciones aplicadas a dichos problemas.

4.1.1. Estructura

El sistema ha sido implementado utilizando la tecnología *JavaServer Faces*[26], que es un *framework* con el propósito de facilitar el desarrollo de aplicaciones web con *Java*. Como bien se vio a lo largo de la sección de diseño, el sistema ha sido implementado utilizando un patrón MVC, y *JavaServer Faces* está orientado a facilitar esta tarea. Para implementar las clases del modelo y del controlador se ha hecho uso de los *Java Beans*[27], que son unos componentes que permiten encapsular distintos elementos y ser fácilmente accesibles en las diferentes partes del sistema. Una vez un *Bean* es creado, su ámbito de uso puede ser diferente en cada caso, es por ello que según el uso que se vaya a hacer de él, se debe definir un ámbito de uso. En el sistema implementado se han utilizado dos tipos de ámbitos de uso:

- *@SessionScoped*: el *Bean* será creado únicamente una vez para toda la sesión del usuario en el navegador. Una vez sea creado, conservará los datos almacenados en él. En este caso, se ha utilizado para el controlador de la vista del panel de control, ya que es útil para poder conservar el centro de tráfico del panel de control principal cuando se visitan otras páginas. También en todos los *Beans* del modelo.

- *@RequestScoped*: el *Bean* será creado cada vez que se realice una petición *HTTP*, por lo tanto, una vez finalice, se perderá la información que contiene. Es útil para *Beans* de los cuales no se quiere conservar ningún dato, en este caso los controladores de la página de información del incidente, del selector de centros y del panel comparador.

Por otro lado, los archivos encargados de mostrar la vista al usuario son de tipo *.xhtml*, que es un formato similar a los *HTML*, aunque mucho más estricto con los estilos y permite utilizar atributos *XML*. Dichos archivos hacen referencia a los elementos de los controladores haciendo uso de los *Beans* de *JavaServer Faces*. Por otro, también utilizan los elementos de la biblioteca *PrimeFaces* para mostrar los diferentes datos por pantalla.

4.1.2. Comunicaciones

Al tratarse de una aplicación web, el sistema deberá estar albergado en un servidor para ser fácilmente accesible por los clientes. Para hacer esto posible, se utilizará un servicio *Payara*, que es capaz de albergar aplicaciones *Java* sin ningún problema. Una vez revisado esto, solamente queda por implementar las comunicaciones entre los diferentes componentes del sistema.

Para comunicarse con la base de datos del Ministerio de Transporte, donde se encuentran los datos, se realizarán peticiones *HTTP* a su servidor que devuelven objetos de tipo *JSON*. Una vez se obtiene el objeto, el sistema almacena toda la información correspondiente en el modelo de datos, para así, ser capaz de realizar los cálculos necesarios y mostrar dicha información por pantalla al cliente. Una vez calculados los datos estadísticos del rendimiento de los inspectores de los distintos centros de tráfico, se ejecutan las operaciones *SQL* de inserción necesarias para almacenarlos en la base de datos local del servidor.

Las comunicaciones entre los diversos elementos del sistema se hacen aprovechando la funcionalidad que aportan los *Beans* y realizando inyecciones de datos a las clases que lo necesiten. Con la excepción de dos casos en los que se utilizan los parámetros de las peticiones *HTTP*:

- El paso del código del incidente que se desea visualizar desde el controlador del panel de control principal hacia el controlador de la página del incidente.
- El paso de los centros que se desea comparar desde el controlador del selector de centros hacia el controlador del panel comparativo.

Los datos de la vista se actualizan cada 60 segundos, realizando una llamada al método encargado de realizar la actualización en el controlador, de este modo los datos siempre se mantendrán actualizados aunque no se recargue la página del navegador.

4.1.3. Principales dificultades

Debido a que era la primera vez que el programador trabajaba con estas tecnologías, se planificó una tarea para la documentación sobre el tema, siempre con la ayuda del responsable

de la empresa. Gracias a la realización de esta documentación previa sobre la tecnología, la implementación del sistema fue mucho más liviana debido a que no era necesario realizar muchos altos en el camino para buscar información al respecto.

Una de las principales dificultades sufridas durante la implementación del sistema final fue conseguir conservar el centro seleccionado en el panel principal.

La primera opción fue implementar el controlador del panel con *@RequestScoped*, y así cargarlo de nuevo cada vez que se quisiera cambiar el centro realizando una nueva petición *HTTP* con el centro como parámetro. Esta idea se descartó debido a que, tras hacer *click* en el gráfico que conduce a la vista del incidente, el panel de control se recarga, crea otra petición sin parámetro y elige la opción «all centres» por defecto, así que se perdía el centro seleccionado.

La solución a esto fue implementar el controlador con *@SessionScoped*, y para cambiar de centro se realizaría una llamada a un método encargado de cambiarlo por el centro indicado en el parámetro del centro. Esta última solución fue la implementada en el sistema final, ya que solucionaba los problemas surgidos.

Por último, otro de los principales problemas fue el no disponer de la información de todos los centros de tráfico que implementarán esta solución, ya que solo se dispone del centro en el cual se hizo la prueba piloto. Para solventar este problema se utilizaron datos del primer centro modificados, a la espera de recibir los datos de los nuevos centros.

4.2. Verificación y validación

Una vez se ha implementado la solución al problema propuesto por la empresa se debe evaluar si es correcta. Para ello se planifica la fase de verificación y validación, y se comprueba que el producto final es correcto antes de entregarlo al cliente, se debe comprobar mediante ambas tareas que:

- El producto cumple con las expectativas del cliente y realiza todo aquello que él deseaba (validación).
- El producto realiza todas las tareas de forma correcta, sin errores (verificación).

Existen diferentes técnicas para realizar estas comprobaciones. Para el proyecto descrito en este documento se han usado dos técnicas para validar y verificar la interfaz de usuario:

- Evaluación heurística de interfaces[18]: valoración por parte de un grupo de expertos (no usuarios), que realizan a la interfaz gráfica del sistema para evaluar la usabilidad haciendo uso de una *checklist*.
- Tests de aceptación: pruebas hechas por usuarios reales del sistema utilizando el sistema poniendo a prueba una funcionalidad del sistema. Al finalizar la prueba, los usuarios deben completar un cuestionario.

A continuación se muestran los datos sobre las evaluaciones heurísticas realizadas sobre el producto final del proyecto y sus resultados. En el anexo D se pueden consultar las evaluaciones al completo.

4.2.1. Evaluación heurística 1

A continuación, se presenta el informe del test heurístico realizado sobre el sistema de control de incidentes de tráfico a fecha de 26/04/2021 por el encargado de sistemas informáticos del centro de tráfico donde se realizó la prueba piloto.

Datos del análisis

Fecha	26/04/2021
Tipo de conexión	Fibra óptica
Plataforma	Google Chrome en Windows 10
Agente de usuario	Arnold Zondervan
Tareas	Consultar la información del último incidente y comparar dos centros
Pantallas	Panel principal, vista del incidente, selector de centros y panel comparador

Tabla 4.1: Datos del test heurístico 1.

4.2.2. Evaluación heurística 2

A continuación, se presenta el informe del test heurístico realizado sobre el sistema de control de incidentes de tráfico a fecha de 27/04/2021 por el supervisor de la empresa.

Datos del análisis

Fecha	27/04/2021
Tipo de conexión	Fibra óptica
Plataforma	Mozilla Firefox en MacOS
Agente de usuario	Leenderd van den Berg
Tareas	Consultar la información del último incidente y comparar dos centros
Pantallas	Panel principal, vista del incidente, selector de centros y panel comparador

Tabla 4.2: Datos del test heurístico 2.

4.2.3. Resultados de las evaluaciones heurísticas

Como bien se puede ver en las Tablas 4.3 y 4.4, los resultados de las evaluaciones realizadas al sistema implementado no son malas, si bien hay que resaltar varios aspectos:

- El heurístico general, información y lenguaje, layout, accesibilidad y control y retroalimentación han sido calificados con mejor nota, por lo que no es necesario realizar ninguna modificación.
- Los apartados de rotulado y estructura y navegación podrían mejorarse, así que en futuras actualizaciones del sistema debería tenerse en cuenta.

Heurístico	Puntuación	Observaciones
General	8.8	En general el sistema está bien y mantiene coherencia.
Información y lenguaje	9.6	Lenguaje formal y breve.
Rotulado	7.2	Rotulos correctos aunque información mejorable.
Estructura y navegación	7.3	Estructura muy mejorable, podría crear confusión en el usuario.
Layout	8	Buena distribución de los elementos.
Accesibilidad	9.7	Muy buena accesibilidad, ayuda a comprender la información.
Control y retroalimentación	9.3	Bien, el usuario mantiene el control en todo momento.

Tabla 4.3: Resultados del test heurístico 1.

Heurístico	Puntuación	Observaciones
General	10	Sistema bien implementado, cumple con todo.
Información y lenguaje	10	Lenguaje correcto.
Rotulado	8.4	Los rótulos podrían dar más pistas.
Estructura y navegación	8.8	Estructura correcta.
Layout	9.6	Elementos bien distribuidos.
Accesibilidad	10	Buena accesibilidad.
Control y retroalimentación	10	Control totalmente del usuario.

Tabla 4.4: Resultados del test heurístico 2.

4.2.4. Tests de aceptación de los usuarios

Mediante la realización de tests de aceptación a los usuarios se pretende poder medir la usabilidad del sistema. Al realizarse con usuarios reales del sistema, se puede obtener la opinión del usuario final y de este modo se puede evaluar mejor el futuro uso que se haga del sistema una vez esté implantado y entregado al cliente.

Para llevar a cabo esta tarea se ha contactado con el centro de tráfico en el cual se ha hecho la prueba piloto del sistema y se ha solicitado la realización de este test a varios de los

operadores que allí trabajan. Finalmente, tres usuarios accedieron a realizar el test¹. Dichos usuarios debían expresar su concordancia con las afirmaciones en una escala LIKERT del 1 al 5. Una vez se completó, se procedió al análisis de los datos.

Como se puede ver en la tabla 4.5, los tres usuarios tienen diversas opiniones sobre la facilidad de utilizar el sistema, pero ninguno de ellos ha expresado la necesidad de estudios o de ser un experto para poder utilizarlo. Teniendo en cuenta que dichos usuarios están acostumbrados al uso de sistemas similares, es comprensible que no hayan tenido dudas a la hora de utilizarlo.

Tras analizar los resultados se llega a la conclusión de que el sistema está listo para ser implantado a la espera de que se adhieran el resto de centros de tráfico, ya que los usuarios entrevistados no piensan que sea un sistema inconsistente ni se encuentran incómodos al utilizarlo. También han reflejado en los tests realizados que se puede aprender rápidamente a utilizarlo, lo que favorecerá una implantación veloz.

Pregunta	Usuario 1	Usuario 2	Usuario 3
Pienso que me gustaría utilizar este sistema frecuentemente	3	3	4
Encuentro el sistema innecesariamente complejo	1	3	2
Pienso que el sistema es fácil de utilizar	5	3	4
Pienso que necesitaría la ayuda de un técnico para ser capaz de utilizar este sistema	1	1	1
Pienso que las distintas funciones del sistema están bien integradas	4	4	3
Pienso que el sistema era demasiado inconsistente	1	1	1
Creo que la mayoría de las personas aprenderá rápidamente a utilizar este sistema	4	3	4
Encuentro que el sistema es muy incómodo de usar	2	2	1
Me encuentro muy seguro utilizando el sistema	4	3	4
He necesitado aprender muchos conceptos antes de poner ponerme en marcha con este sistema	2	1	1

Tabla 4.5: Test de aceptación de los tres usuarios.

¹El test de aceptación fue previamente traducido al inglés para facilitar a los usuarios la comprensión del mismo.

Capítulo 5

Conclusiones

En este último capítulo se presenta la revisión y evaluación de todo el desarrollo del proyecto con el propósito de sacar conclusiones de como este proyecto ha influido mi desarrollo en diversos ámbitos: el formativo, el profesional y el personal.

5.1. Ámbito formativo

En primer lugar, me gustaría hablar de cómo este proyecto ha mejorado mi aprendizaje en el entorno del desarrollo de software, dado que aunque durante todo el grado hayamos realizado multitud de proyectos de desarrollo, ninguno ha supuesto un reto como el de este Trabajo Fin de Grado. Una de las características más novedosas para mí ha sido enfrentarme a un problema real que iba a implementarse en un centro de tráfico, no a un problema escrito a un enunciado de una asignatura, y al ser real, ha conseguido motivarme más para satisfacer las necesidades de una persona, algo a mi parecer mucho más gratificante que una nota, que no deja de ser un número.

Otro de los aspectos a resaltar en esta sección sería haber podido comparar el uso de una metodología tradicional como es *PMBOK* con el uso de una ágil, ya que durante el desarrollo de este proyecto he estado trabajando de forma paralela con un proyecto para dos asignaturas del grado que ha sido desarrollado mediante una metodología ágil como es *Scrum*.

Realizando esta comparación he llegado a la conclusión de que para un proyecto corto de 300 horas, como el de este Trabajo Fin de Grado, donde además, por parte de la empresa la descripción de requisitos y el alcance del proyecto estaban muy bien definidos, la utilización de una metodología ágil frente a una predictiva no influye mucho. Sin embargo, si el proyecto tuviera un alcance mayor, no solo en número de horas, sino también en número de personas, sería mucho mejor el uso de una metodología ágil, ya que seguro que se producirían modificaciones en los requisitos o en la duración de las tareas y esta metodología permitiría una rápida adaptación a los cambios que el proyecto pudiera sufrir.

Por último, también me ha permitido coger soltura con la escritura de documentos con \LaTeX ,

ya que aunque haya realizado documentos a lo largo de grado haciendo uso de él, ninguno era de estas características.

5.2. **Ámbito profesional**

En el ámbito profesional, este proyecto me ha aportado tanto retos que superar como oportunidades. Una de las principales oportunidades ha sido la de poder trabajar en una empresa real durante la estancia en prácticas, y esto hace que en un futuro, si comienzo a trabajar en una empresa ya tenga experiencia en un puesto similar y haga más fácil mi adaptación al puesto.

Por otro lado, debido a la actual situación causada por la COVID-19, la estancia en prácticas se ha realizado en una modalidad de teletrabajo, lo que se dificulta el control horario. Por lo tanto, como la empresa ya trabajaba con un control por objetivos, se decidió aplicar esta modalidad de control a la estancia.

Todas las actividades se han realizado dentro de los plazos, y la modalidad de control por objetivos, a mi parecer optimiza la productividad, ya que no se trabajan unas horas fijas cada día. En mi opinión aporta flexibilidad y autonomía al trabajador, dado que tiene que administrarse el trabajo para poder cumplir los objetivos en los plazos establecidos. Me parece un modo de trabajar con futuro vista la tendencia al teletrabajo en la actualidad.

El proyecto también ha supuesto un reto por la barrera del idioma, ya que el neerlandés es un idioma bastante difícil para un hispanohablante y personalmente nunca había tenido contacto con el idioma. Pero por el contrario también ha supuesto para mí una gran oportunidad, y por fortuna los aspectos positivos de mi experiencia desarrollando el proyecto superan a los negativos.

5.3. **Ámbito personal**

En último lugar hablaré de cómo la estancia ha contribuido a mi crecimiento personal y las dificultades que he tenido que sortear.

Al comienzo del proyecto, tenía muchas dudas y confusión al tener que trabajar de manera telemática durante la estancia, personalmente pensaba que era mucho mejor presencialmente para poder desarrollar más mis competencias, pero con el transcurso del proyecto he ido cambiando de parecer. Dado que soy estudiante y tengo que cursar otras asignaturas, esta modalidad de trabajo me dio flexibilidad y me facilitó conciliación entre los estudios y la estancia.

Como bien he dicho antes, la manera de trabajar de la empresa ha fomentado mi autonomía, y si durante el desarrollo de una actividad me bloqueaba, dicha autonomía me ayudó a ser libre de salir 20 minutos a despejarme al aire libre.

Otra de mis dudas era la comunicación, pero con las reuniones semanales y los correos puntuales para resolver los posibles problemas se solucionó y se diluyeron mis dudas. Cabe

destacar que el supervisor de la empresa me ha ayudado en todo lo necesario y me ha aportado muchos conocimientos que serán de gran ayuda en mi futuro laboral.

Para finalizar, quiero añadir que este proyecto me ha supuesto un gran crecimiento como persona, ha mejorado mis competencias de comunicación en un entorno laboral, y pienso que ha sido una gran manera de finalizar mis estudios de grado aplicando todos los conocimientos adquiridos a lo largo de estos 4 años de estudios. Me ha hecho recapacitar sobre todo lo que he aprendido desde el inicio de mi etapa universitaria.

Bibliografía

- [1] Apache maven project. <https://maven.apache.org/>.
- [2] Bases de datos relacionales postgresql. <https://www.postgresql.org/>.
- [3] Carreteras en los países bajos. https://es.qaz.wiki/wiki/Roads_in_the_Netherlands.
- [4] Eclipse ide. <https://www.eclipse.org/downloads/>.
- [5] Economía y demografía de países bajos. <https://datosmacro.expansion.com/paises/paises-bajos>.
- [6] Estructura de descomposición del trabajo. <https://biblus.accasoftware.com/es/wbs-workbreakdownstructure-que-es-y-como-se-usa/>.
- [7] Google meet. <https://meet.google.com/>.
- [8] Herramienta de modelado de prototipos balsamiq wireframes. <https://balsamiq.com/wireframes/>.
- [9] Indeed, salario promedio de un programador junior en españa. <https://es.indeed.com/career/desarrollador-junior/salaries>.
- [10] Indeed, salario promedio de un programador senior en españa. <https://es.indeed.com/career/programador-senior/salaries>.
- [11] Java server faces. <https://www.primefaces.org/>.
- [12] Kubuntu. <https://kubuntu.org/>.
- [13] Lenguaje unificado de modelado. <https://www.uml.org/>.
- [14] Magicdraw. <https://www.3ds.com/products-services/catia/products/no-magic/magicdraw/>.
- [15] Microsoft project. <https://www.microsoft.com/es-es/microsoft-365/project/project-management-software>.
- [16] Servidor de aplicaciones payara. <https://www.payara.fish/>.
- [17] Vertabelo. <https://vertabelo.com/>.
- [18] Hassan Montero, Yusef; Martín Fernández, Francisco J. Guía de evaluación heurística de sitios web. en: No solo usabilidad, nº 2, 2003. <http://www.nosolousabilidad.com/articulos/heuristica.htm>, 2003.

- [19] Mozilla. Firefox browser. <https://www.mozilla.org/es-ES/firefox/new/>, 2005-2021.
- [20] Mozilla and individual contributors . Css: Hojas de estilo en cascada. <https://developer.mozilla.org/es/docs/Web/CSS>, 2005-2021.
- [21] Mozilla and individual contributors . Html: Lenguaje de etiquetas de hipertexto. <https://developer.mozilla.org/es/docs/Web/HTML>, 2005-2021.
- [22] Universitat d'Alacant. Modelo vista controlador (mvc). <https://si.ua.es/es/documentacion/asp-net-mvc-3/1-dia/modelo-vista-controlador-mvc.html>.
- [23] Wikipedia. Pandemia de covid-19 — wikipedia, la enciclopedia libre. https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Pandemia_de_COVID-19&oldid=135625015, 2021. [Internet; descargado 18-mayo-2021].
- [24] Wikipedia contributors. Calibri — Wikipedia, the free encyclopedia. <https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Calibri&oldid=1024202436>, 2021. [Online; accessed 21-May-2021].
- [25] Wikipedia contributors. Gantt chart — Wikipedia, the free encyclopedia. https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Gantt_chart&oldid=1018725801, 2021. [Online; accessed 20-May-2021].
- [26] Wikipedia contributors. Jakarta server faces — Wikipedia, the free encyclopedia. https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Jakarta_Server_Faces&oldid=998871458, 2021. [Online; accessed 27-May-2021].
- [27] Wikipedia contributors. Javabeans — Wikipedia, the free encyclopedia. <https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=JavaBeans&oldid=1018893588>, 2021. [Online; accessed 27-May-2021].
- [28] Wikipedia contributors. Project management body of knowledge — Wikipedia, the free encyclopedia. https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Project_Management_Body_of_Knowledge&oldid=1021260306, 2021. [Online; accessed 18-May-2021].
- [29] Wikipedia contributors. Use case diagram — Wikipedia, the free encyclopedia. https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Use_case_diagram&oldid=1019341507, 2021. [Online; accessed 24-May-2021].

Anexo A

Interfaces finales

A lo largo del anexo A se podrán revisar las interfaces finales del sistema con mayor detalle.




Figura A.1: Vista final del panel principal.

Dashboard
Incident PDF

Voorwerp op de weg 19:15:23

Incident UUID	d0efcfab-f9ac-4fd0-b6bc-8f882225f9f3
Incident type	Voorwerp op de weg
Location	A2 Re 84.0
Description	Grote metalen plaat RS4
Source	REGIONAL_POLICE
Centre	VCMN

Location



Incident events

Start timestamp

19:15 29/04/2021

● **Registration**

19:15 29/04/2021

● **Inspector informed**

Figura A.2: Vista final de la página del incidente.

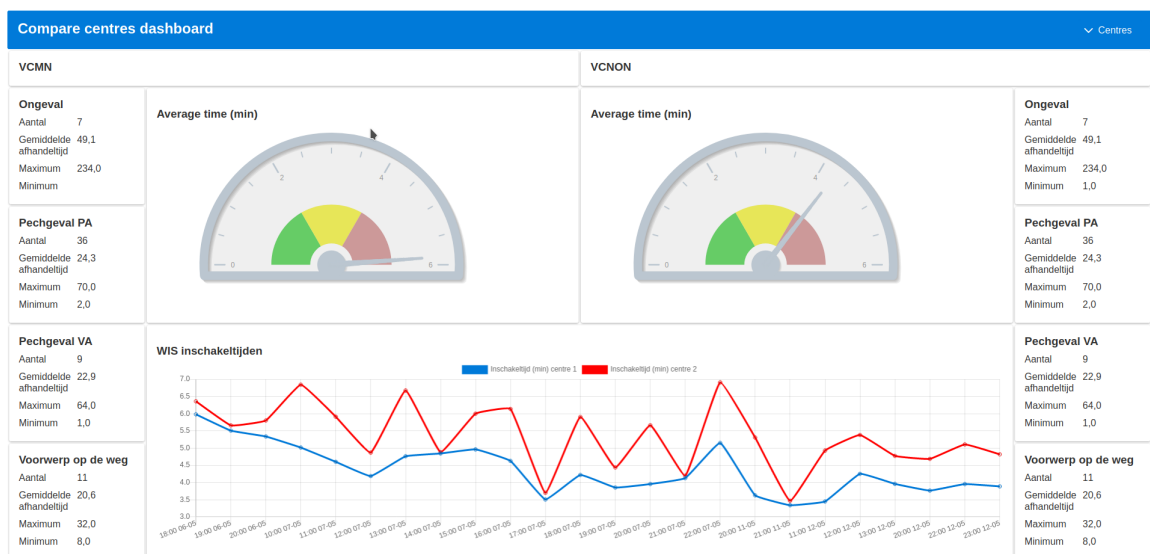


Figura A.3: Vista final del panel principal.

Centres comparison
Dashboard

Please, select 2 centres to compare

VCMN
VCNON
VCNWN
VCZN
VCZWN

✓ Compare centres

Figura A.4: Vista de la página encargada de seleccionar los centros de tráfico a comparar.

Anexo B

Diccionario completo de la EDT

A continuación, se muestra la tabla B.1, que contiene el diccionario de la EDT del proyecto.

Nivel	Código EDT	Nombre	Descripción	Responsable paquete
1	1	Dashboard	Desarrollo del proyecto.	Project Manager
2	1.1	Inicio	Fase que contiene todas las actividades relacionadas con el inicio del proyecto.	Project Manager
3	1.1.1	Revisión del proyecto	Revisión del proyecto propuesto por la empresa para encontrar posibles dudas.	
3	1.1.2	Definición de objetivos y alcance	Definición de los objetivos que tienen el proyecto y producto así como los alcances funcional, informático e organizativo.	
3	1.1.3	Conocimiento del entorno de tráfico y plataforma IMinTheCloud	Lectura de bibliografía relacionada con el tema del proyecto para conocer los términos utilizados y tecnicismos.	
3	1.1.4	Instalación y configuración del entorno de trabajo	Descarga e instalación del software necesario para poder llevar a cabo el proyecto.	
3	1.1.5	Propuesta técnica	Elaboración de la propuesta técnica del proyecto.	
2	1.2	Planificación	Fase que contiene todas las tareas necesarias para realizar la planificación del proyecto. Entre ellas se encuentran todos los planes de gestión del proyecto.	Project manager
3	1.2.1	Definición de actividades y tareas	Definición de las diversas actividades y tareas que harán posible el desarrollo del proyecto.	
3	1.2.2	Asignación de recursos	Asignación de los recursos necesarios para que el equipo sea capaz de desarrollar el proyecto.	

Nivel	Código EDT	Nombre	Descripción	Responsable paquete
3	1.2.3	Plan de gestión del tiempo	Elaboración del plan de gestión del tiempo que incluye todos los procesos necesarios para finalizar el proyecto en los plazos preestablecidos. Incluye el diagrama de Gantt y la EDT con su diccionario.	
3	1.2.4	Plan de gestión de riesgos	Elaboración de un plan que contenga los posibles riesgos para aumentar la probabilidad y el impacto de los acontecimientos positivos y reducir la de los negativos.	
3	1.2.5	Plan de gestión de costes	Elaboración del plan de gestión de costes que incluye la estimación de costes.	
2	1.3	Análisis	El análisis del proyecto incluye todas aquellas tareas necesarias para idear cómo se solucionará el problema y qué hará el producto propuesto como solución.	Analista
3	1.3.1	Definición de requisitos	Redacción de los requisitos que ha de cumplir el sistema en función de los objetivos y del alcance.	
3	1.3.2	Diseño modelo de datos	Diseño del modelo del sistema encargado de almacenar los datos.	
3	1.3.3	Modelo de casos de uso	Elaboración de un modelo de casos de uso para definir el comportamiento del sistema ante los actores que lo utilicen.	
4	1.3.3.1	Diagrama de casos de uso	Elaboración de un diagrama de casos de uso utilizando el estándar UML para plasmar los diversos comportamientos del sistema y los actores que en él intervienen.	
4	1.3.3.2	Descripción de los casos de uso	Descripción de los diversos casos de uso del sistema para analizar su comportamiento y a qué actores va dirigido.	
2	1.4	Diseño	Fase del proyecto que contiene todas las actividades relacionadas con el diseño de una solución al problema que cumpla con los requisitos del sistema.	Arquitecto de sistemas
3	1.4.1	Diagrama de clases	Elaboración de un diagrama de clases UML que represente los diversos componentes del sistema y cómo se relacionan entre ellos.	
3	1.4.2	Diseño de interfaces	Contiene todas las actividades relacionadas con el diseño de las diversas vistas que tendrá la solución final.	
4	1.4.2.1	Guía de estilos	Elaboración de una guía de estilos que todas las vistas deberán cumplir para que el sistema tenga un aspecto uniforme.	
4	1.4.2.2	Prototipado	Elaboración de prototipos de las vistas para diseñar en primera instancia y sin detalles las vistas del sistema.	

Nivel	Código EDT	Nombre	Descripción	Responsable paquete
4	1.4.2.3	Diseño conceptual	Elaboración de un sitemap del sistema que muestre los diversos caminos de navegación dentro de la aplicación web.	
2	1.5	Implementación	Fase del proyecto que contiene todas las actividades necesarias para transformar el diseño del sistema en una solución real y funciona.	Programador
3	1.5.1	Implementación base de datos	Diseño físico de la base de datos.	
3	1.5.2	Paquete panel principal	Paquete de trabajo que contiene todas las actividades necesarias para implementar la parte del sistema encargada de mostrar el panel principal.	
4	1.5.2.1	Documentación elementos Primefaces	Lectura sobre los diversos elementos de PrimeFaces existentes en su documentación que sean de mayor utilidad para implementar el panel principal.	
4	1.5.2.2	Controlador vista panel de control	Implementación de la clase encargada de controlar la vista del panel del panel de control.	
4	1.5.2.3	Vista panel de control	Implementación de la vista del panel de control principal utilizando los elementos de Primefaces necesarios.	
3	1.5.3	Paquete página del incidente	Paquete de trabajo que contiene todas las actividades necesarias para implementar la parte del sistema encargada de mostrar la página de un incidente de tráfico.	
4	1.5.3.1	Documentación elementos Primefaces	Lectura sobre los diversos elementos de PrimeFaces existentes en su documentación que sean de mayor utilidad para implementar la página de un incidente.	
4	1.5.3.2	Controlador vista información de un incidente	Implementación de la clase encargada de controlar la vista del de la página que muestra la información de un incidente.	
4	1.5.3.3	Vista información de un incidente	Implementación de la vista de de la página que muestra la información de un incidente utilizando los elementos de Primefaces necesarios.	
3	1.5.4	Paquete comparador centros	Paquete de trabajo que contiene todas las actividades necesarias para implementar la parte del sistema que permite comparar dos centros.	
4	1.5.4.1	Documentación elementos primefaces	Lectura sobre los diversos elementos de PrimeFaces existentes en su documentación que sean de mayor utilidad para implementar el panel comparador de centros.	
4	1.5.4.2	Controlador vista selector de centros	Implementación de la clase encargada de controlar la vista del panel comparador de centros.	

Nivel	Código EDT	Nombre	Descripción	Responsable paquete
4	1.5.4.3	Controlador vista panel comparador	Implementación de la clase encargada de controlar la vista del panel comparador de centros.	
4	1.5.4.4	Vista selector de centros	Implementación de la vista del selector de centros utilizando los elementos de Primefaces necesarios.	
4	1.5.4.5	Vista panel comparador	Implementación de la vista del panel comparador utilizando los elementos de Primefaces necesarios.	
2	1.6	Validación y verificación	Fase encargada de comprobar que el sistema desarrollado cumple con los requisitos y lo hace de forma correcta.	Tester
3	1.6.1	Evaluación heurística de interfaces	Evaluación de interfaces utilizando el método heurístico.	
3	1.6.2	Test de aceptación	Realización de test de aceptación para comprobar el correcto funcionamiento por parte de un usuario.	
4	1.6.2.1	Panel control principal y ver último incidente	Realización de tests de aceptación evaluando el proceso de lectura del panel principal y navegando a la página del último incidente.	
4	1.6.2.2	Comparar dos centros	Realización de tests de aceptación evaluando el proceso de comparación de dos centros de tráfico.	
2	1.7	Implantación	Fase en la cual el sistema se despliega en los equipos de uso reales.	Project manager
2	1.8	Seguimiento y control	Fase de seguimiento y control tras el despliegue.	Project manager
2	1.9	Cierre	Fin del proyecto.	Project manager

Tabla B.1: Diccionario completo de la EDT.

Anexo C

Descripción detallada de los casos de uso

Este anexo contiene todas las tablas con las descripciones detalladas de los casos de uso utilizados para hacer el análisis.

Especificación del caso de uso	
Identificador	CU01
Nombre	Visualizar información del centro de tráfico seleccionado
Descripción	El sistema ha de permitir al usuario visualizar toda la información disponible del centro de tráfico
Alcance	Desde que el usuario selecciona el centro de tráfico hasta que navega a un incidente o al comparador de centros
Nivel	Tarea principal
Actor	Centro de tráfico
Actor secundario	Servidor de centros de tráfico
Relaciones	CU02, CU01.1, CU01.2, CU01.3. CU01.4
Precondición	El usuario ha accedido correctamente al sistema
Condición fin con éxito	El centro de tráfico consultado exista en el sistema
Condición fin con fracaso	El centro de tráfico consultado no exista en el sistema
Trigger	El usuario selecciona el centro de tráfico que desea consultar
Secuencia normal	Acción
	1 El usuario selecciona el centro de tráfico que desea ver
	2 El usuario accede al panel de control principal de dicho centro
Excepciones <acción 2>	Excepción
	2.1 Si el centro de tráfico no existe, el sistema devolverá una excepción
Frecuencia esperada	Decenas diariamente
Importancia	Necesario
Prioridad	Corto plazo
Comentarios	NA

Tabla C.1: Descripción del caso de uso CU01, visualizar información del centro de tráfico seleccionado.

Especificación del caso de uso	
Identificador	CU01.1
Nombre	Visualizar tiempo de resolución de los últimos incidentes
Descripción	El sistema ha de permitir al usuario visualizar los últimos incidentes del centro de tráfico y el tiempo en el cual se han resuelto
Alcance	Desde que el usuario selecciona el centro de tráfico hasta que navega a un incidente o al comparador de centros
Nivel	Subtarea
Actor	Centro de tráfico
Actor secundario	Servidor de centros de tráfico
Relaciones	CU02, CU01
Precondición	El usuario ha accedido correctamente al sistema
Condición fin con éxito	El centro de tráfico consultado exista en el sistema
Condición fin con fracaso	El centro de tráfico consultado no exista en el sistema
Trigger	El usuario selecciona el centro de tráfico que desea consultar
Secuencia normal	Acción
	1 El usuario selecciona el centro de tráfico que desea ver
	2 El usuario accede al panel de control principal de dicho centro
	3 El usuario consulta el apartado que contiene la información de los tiempos de resolución de los últimos incidentes
Excepciones <acción 2>	Excepción
	2.1 Si el centro de tráfico no existe, el sistema devolverá una excepción
Excepciones <acción 3>	Excepción
	3.1 Si el centro de tráfico no tiene incidentes disponibles se mostrará el apartado vacío
Frecuencia esperada	Decenas diariamente
Importancia	Necesario
Prioridad	Corto plazo
Comentarios	NA

Tabla C.2: Descripción del caso de uso CU1.1, visualizar tiempo de resolución de los últimos incidentes.

Especificación del caso de uso	
Identificador	CU01.2
Nombre	Visualizar tiempo medio de aviso al inspector
Descripción	El sistema ha de permitir al usuario visualizar el tiempo medio de aviso al inspector en los últimos incidentes solucionados por el centro de tráfico seleccionado
Alcance	Desde que el usuario selecciona el centro de tráfico hasta que navega a un incidente o al comparador de centros
Nivel	Subtarea
Actor	Centro de tráfico
Actor secundario	Servidor de centros de tráfico
Relaciones	CU02, CU01
Precondición	El usuario ha accedido correctamente al sistema
Condición fin con éxito	El centro de tráfico consultado exista en el sistema
Condición fin con fracaso	El centro de tráfico consultado no exista en el sistema
Trigger	El usuario selecciona el centro de tráfico que desea consultar
Secuencia normal	Acción
	1 El usuario selecciona el centro de tráfico que desea ver
	2 El usuario accede al panel de control principal de dicho centro
	3 El usuario consulta el apartado que contiene el tiempo medio de aviso al inspector
Excepciones <acción 2>	Excepción
	2.1 Si el centro de tráfico no existe, el sistema devolverá una excepción
Excepciones <acción 3>	Excepción
	3.1 Si el centro de tráfico no tiene incidentes disponibles se mostrará el apartado vacío
Frecuencia esperada	Decenas diariamente
Importancia	Necesario
Prioridad	Corto plazo
Comentarios	NA

Tabla C.3: Descripción del caso de uso CU01.2, visualizar tiempo medio de aviso al inspector.

Especificación del caso de uso	
Identificador	CU01.3
Nombre	Visualizar recuento de incidentes
Descripción	El sistema ha de permitir al usuario visualizar el recuento de incidentes del centro seleccionado. Deberán estar desglosados por tipo de incidente.
Alcance	Desde que el usuario selecciona el centro de tráfico hasta que navega a un incidente o al comparador de centros
Nivel	Subtarea
Actor	Centro de tráfico
Actor secundario	Servidor de centros de tráfico
Relaciones	CU02, CU01
Precondición	El usuario ha accedido correctamente al sistema
Condición fin con éxito	El centro de tráfico consultado exista en el sistema
Condición fin con fracaso	El centro de tráfico consultado no exista en el sistema
Trigger	El usuario selecciona el centro de tráfico que desea consultar
Secuencia normal	Acción
	1 El usuario selecciona el centro de tráfico que desea ver
	2 El usuario accede al panel de control principal de dicho centro
	3 El usuario consulta el apartado que contiene la información del recuento de incidentes del centro
Excepciones <acción 2>	Excepción
	2.1 Si el centro de tráfico no existe, el sistema devolverá una excepción
Excepciones <acción 3>	Excepción
	3.1 Si el centro de tráfico no tiene incidentes disponibles se mostrará el apartado vacío
Frecuencia esperada	Decenas diariamente
Importancia	Necesario
Prioridad	Corto plazo
Comentarios	NA

Tabla C.4: Descripción del caso de uso CU01.3, visualizar recuento de incidentes.

Especificación del caso de uso	
Identificador	CU01.4
Nombre	Visualizar evolución del tiempo de aviso al inspector
Descripción	El sistema ha de permitir al usuario visualizar la evolución del tiempo medio de aviso al inspector del centro seleccionado
Alcance	Desde que el usuario selecciona el centro de tráfico hasta que navega a un incidente o al comparador de centros
Nivel	Subtarea
Actor	Centro de tráfico
Actor secundario	Servidor de centros de tráfico
Relaciones	CU02, CU01
Precondición	El usuario ha accedido correctamente al sistema
Condición fin con éxito	El centro de tráfico consultado exista en el sistema
Condición fin con fracaso	El centro de tráfico consultado no exista en el sistema
Trigger	El usuario selecciona el centro de tráfico que desea consultar
Secuencia normal	Acción
	1 El usuario selecciona el centro de tráfico que desea ver
	2 El usuario accede al panel de control principal de dicho centro
	3 El usuario consulta el apartado que contiene el histórico de tiempos de aviso al inspector
Excepciones <acción 2>	Excepción
	2.1 Si el centro de tráfico no existe, el sistema devolverá una excepción
Excepciones <acción 3>	Excepción
	3.1 Si el centro de tráfico no tiene incidentes disponibles se mostrará el apartado vacío
Frecuencia esperada	Decenas diariamente
Importancia	Necesario
Prioridad	Corto plazo
Comentarios	NA

Tabla C.5: Descripción del caso de uso CU01.4, visualizar evolución del tiempo de aviso al inspector.

Especificación del caso de uso	
Identificador	CU02
Nombre	Seleccionar centro a visualizar
Descripción	El sistema ha de permitir al usuario seleccionar el centro del que quiere ver la información en el panel
Alcance	Desde que entra al sistema hasta que entra en el panel de algún centro
Nivel	Tarea principal
Actor	Centro de tráfico
Relaciones	CU01, CU01.1, CU01.2, CU01.3. CU01.4
Precondición	El usuario ha accedido correctamente al sistema
Condición fin con éxito	El centro de tráfico que desea consultar exista en el sistema
Condición fin con fracaso	El centro de tráfico que desea consultar no exista en el sistema
Trigger	El usuario entra en la parte del sistema dedicada a seleccionar el centro
Secuencia normal	Acción
	1 El usuario entra en el panel principal
	2 El usuario selecciona la opción «seleccionar centro»
	3 El usuario selecciona el centro
Excepciones <acción 2>	Excepción
	2.1 Si el centro de tráfico no existe, el sistema devolverá una excepción
Frecuencia esperada	Decenas diariamente
Importancia	Necesario
Prioridad	Medio plazo
Comentarios	NA

Tabla C.6: Descripción del caso de uso CU02, seleccionar centro a visualizar.

Especificación del caso de uso	
Identificador	CU03
Nombre	Visualizar información de un incidente
Descripción	El sistema ha de permitir al usuario visualizar la información de un incidente en específico
Alcance	Desde que selecciona un incidente hasta que vuelve al panel principal
Nivel	Tarea principal
Actor	Centro de tráfico
Actor secundario	Servidor de centros de tráfico
Relaciones	CU03.1, CU03.2, CU03.3
Precondición	El usuario ha accedido correctamente al sistema
Condición fin con éxito	El código del incidente exista en el sistema
Condición fin con fracaso	El código del incidente no exista en el sistema
Trigger	El usuario selecciona el incidente que desea visualizar
Secuencia normal	Acción
	1 El usuario entra en el panel principal
	2 El usuario selecciona el incidente en el panel de control
Excepciones <acción 2>	Excepción
	2.1 Si el incidente no existe, el sistema devolverá una excepción
Frecuencia esperada	Centenares diariamente
Importancia	Necesario
Prioridad	Corto plazo
Comentarios	NA

Tabla C.7: Descripción del caso de uso CU03, visualizar información de un incidente.

Especificación del caso de uso	
Identificador	CU03.1
Nombre	Visualizar información detallada del incidente
Descripción	El sistema ha de permitir al usuario visualizar los datos del incidente de forma detallada
Alcance	Desde que selecciona un incidente hasta que vuelve al panel principal
Nivel	Subtarea
Actor	Centro de tráfico
Actor secundario	Servidor de centros de tráfico
Relaciones	CU03
Precondición	El usuario ha accedido correctamente al sistema
Condición fin con éxito	El código del incidente exista en el sistema
Condición fin con fracaso	El código del incidente no exista en el sistema
Trigger	El usuario selecciona el incidente de tráfico que desea consultar
Secuencia normal	Acción
	1 El usuario accede al panel principal
	2 El usuario selecciona el incidente en el panel de control
	3 El usuario consulta el apartado que contiene la información detallada del incidente
Excepciones <acción 2>	Excepción
2.1	Si el código del incidente no existe en el sistema, se mostrará una excepción
Frecuencia esperada	Centenares diariamente
Importancia	Necesario
Prioridad	Corto plazo
Comentarios	NA

Tabla C.8: Descripción del caso de uso CU03.1, visualizar información detallada del incidente.

Especificación del caso de uso	
Identificador	CU03.2
Nombre	Visualizar eventos del incidente en orden cronológico
Descripción	El sistema ha de permitir al usuario visualizar los eventos del incidente seleccionado en orden cronológico
Alcance	Desde que selecciona un incidente hasta que vuelve al panel principal
Nivel	Subtarea
Actor	Centro de tráfico
Actor secundario	Servidor de centros de tráfico
Relaciones	CU03
Precondición	El usuario ha accedido correctamente al sistema
Condición fin con éxito	El código del incidente existe en el sistema
Condición fin con fracaso	El código del incidente no existe en el sistema
Trigger	El usuario selecciona el incidente de tráfico que desea consultar
Secuencia normal	Acción
	1 El usuario accede al panel principal
	2 El usuario accede al panel de control principal de dicho centro
	3 El usuario consulta el apartado que contiene la información sobre los eventos del incidente
Excepciones <acción 2>	Excepción
	2.1 Si el código del incidente no existe en el sistema, se mostrará una excepción
Frecuencia esperada	Centenares diariamente
Importancia	Necesario
Prioridad	Corto plazo
Comentarios	NA

Tabla C.9: Descripción del caso de uso CU03.2, visualizar eventos del incidente en orden cronológico.

Especificación del caso de uso	
Identificador	CU03.3
Nombre	Visualizar la localización geográfica del incidente
Descripción	El sistema ha de permitir al usuario visualizar la localización geográfica en la que ha tenido lugar el incidente
Alcance	Desde que selecciona un incidente hasta que vuelve al panel principal
Nivel	Subtarea
Actor	Centro de tráfico
Actor secundario	Servidor de centros de tráfico
Relaciones	CU03
Precondición	El usuario ha accedido correctamente al sistema
Condición fin con éxito	El código del incidente exista en el sistema
Condición fin con fracaso	El código del incidente no exista en el sistema
Trigger	El usuario selecciona el incidente de tráfico que desea consultar
Secuencia normal	Acción
	1 El usuario accede al panel principal
	2 El usuario selecciona el incidente en el panel de control
	3 El usuario consulta el apartado que contiene la localización geográfica del incidente
Excepciones <acción 2>	Excepción
	2.1 Si el código del incidente no existe en el sistema, se mostrará una excepción
Frecuencia esperada	Centenares diariamente
Importancia	Necesario
Prioridad	Corto plazo
Comentarios	NA

Tabla C.10: Descripción del caso de uso CU03.3, visualizar la localización geográfica del incidente.

Especificación del caso de uso	
Identificador	CU04
Nombre	Seleccionar centros a comparar
Descripción	El sistema ha de permitir al usuario seleccionar qué dos centros desea comparar
Alcance	Desde que entra en la página de seleccionar centros hasta que entra en el panel comparador
Nivel	Tarea principal
Actor	Centro de tráfico
Relaciones	CU05, CU05.1, CU05.2, CU05.3
Precondición	El usuario ha accedido correctamente al sistema
Condición fin con éxito	Selecciona dos centros de tráfico que existen en el sistema
Condición fin con fracaso	No selecciona dos centros o los centros que selecciona no existen en el sistema
Trigger	El usuario selecciona la opción «Comparar centros»
Secuencia normal	Acción
	1 El usuario entra en el panel principal
	2 El usuario selecciona la opción «Comparar centros»
	3 El usuario selecciona dos centros válidos
	4 El usuario acepta la selección
Excepciones <acción 3>	Excepción
	3.1 Si selecciona un número de centros diferente a dos el sistema mostrará un mensaje de error indicando que debe seleccionar dos centros
	3.2 Si uno de los centros de tráfico no es válido, se mostrará una excepción indicándolo
Frecuencia esperada	Decenas diariamente
Importancia	Necesario
Prioridad	Medio plazo
Comentarios	NA

Tabla C.11: Descripción del caso de uso CU04, seleccionar centros a comparar.

Especificación del caso de uso	
Identificador	CU05
Nombre	Comparar dos centros de tráfico
Descripción	El sistema ha de permitir al usuario visualizar de forma conjunta la información de dos centros de tráfico para poder compararlos
Alcance	Desde que entra en el panel comparador hasta que vuelve al panel principal o a la página de selección de centros
Nivel	Tarea principal
Actor	Centro de tráfico
Actor secundario	Servidor de centros de tráfico
Relaciones	CU04, CU05.1, CU05.2, CU05.3
Precondición	El usuario ha accedido correctamente al sistema
Condición fin con éxito	Selecciona dos centros de tráfico que existen en el sistema
Condición fin con fracaso	No selecciona dos centros o los centros que selecciona no existen en el sistema
Trigger	El usuario selecciona dos centros de tráfico válidos
Secuencia normal	Acción
	1 El usuario valida los centros seleccionados
	2 El usuario entra en el panel comparador
Excepciones <acción 1>	Excepción
	1.1 Si uno de los centros de tráfico no es válido, se mostrará una excepción indicándolo
Frecuencia esperada	Decenas diariamente
Importancia	Necesario
Prioridad	Corto plazo
Comentarios	NA

Tabla C.12: Descripción del caso de uso CU05, comparar dos centros de tráfico.

Especificación del caso de uso	
Identificador	CU05.1
Nombre	Visualizar tiempo medio de aviso al inspector de cada centro
Descripción	El sistema ha de permitir al usuario visualizar el tiempo medio de aviso al inspector en los últimos incidentes para cada centro
Alcance	Desde que entra en el panel comparador hasta que vuelve al panel principal o a la página de selección de centros
Nivel	Subtarea
Actor	Centro de tráfico
Actor secundario	Servidor de centros de tráfico
Relaciones	CU04, CU05
Precondición	El usuario ha accedido correctamente al sistema
Condición fin con éxito	Selecciona dos centros de tráfico que existen en el sistema
Condición fin con fracaso	No selecciona dos centros o los centros que selecciona no existen en el sistema
Trigger	El usuario selecciona dos centros de tráfico válidos
Secuencia normal	Acción
	1 El usuario valida los centros seleccionados
	2 El usuario entra en el panel comparador
	3 El usuario consulta el apartado del panel que contiene el desglose de los incidentes de cada centro
Excepciones <acción 1>	Excepción
	1.1 Si uno de los centros de tráfico no es válido, se mostrará una excepción indicándolo
Frecuencia esperada	Decenas diariamente
Importancia	Necesario
Prioridad	Corto plazo
Comentarios	NA

Tabla C.13: Descripción del caso de uso CU05.1, visualizar tiempo medio de aviso al inspector de cada centro.

Especificación del caso de uso	
Identificador	CU05.2
Nombre	Visualizar desglose de incidentes de cada centro
Descripción	El sistema ha de permitir al usuario consultar el recuento de incidentes atendidos por cada centro clasificados por tipo de incidente
Alcance	Desde que entra en el panel comparador hasta que vuelve al panel principal o a la página de selección de centros
Nivel	Subtarea
Actor	Centro de tráfico
Actor secundario	Servidor de centros de tráfico
Relaciones	CU04, CU05
Precondición	El usuario ha accedido correctamente al sistema
Condición fin con éxito	Selecciona dos centros de tráfico que existen en el sistema
Condición fin con fracaso	No selecciona dos centros o los centros que selecciona no existen en el sistema
Trigger	El usuario selecciona dos centros de tráfico válidos
Secuencia normal	Acción
	1 El usuario valida los centros seleccionados
	2 El usuario entra en el panel comparador
	3 El usuario consulta el apartado del panel que contiene el desglose de los incidentes de cada centro
Excepciones <acción 1>	Excepción
	1.1 Si uno de los centros de tráfico no es válido, se mostrará una excepción indicándolo
Frecuencia esperada	Decenas diariamente
Importancia	Necesario
Prioridad	Corto plazo
Comentarios	NA

Tabla C.14: Descripción del caso de uso CU05.2, visualizar desglose de incidentes de cada centro.

Especificación del caso de uso	
Identificador	CU05.3
Nombre	Visualizar evolución de tiempos de aviso al inspector de ambos centros
Descripción	El sistema ha de permitir al usuario visualizar la evolución de los tiempos de aviso al inspector de cada centro de forma conjunta
Alcance	Desde que entra en el panel comparador hasta que vuelve al panel principal o a la página de selección de centros
Nivel	Subtarea
Actor	Centro de tráfico
Actor secundario	Servidor de centros de tráfico
Relaciones	CU04, CU05
Precondición	El usuario ha accedido correctamente al sistema
Condición fin con éxito	Selecciona dos centros de tráfico que existen en el sistema
Condición fin con fracaso	No selecciona dos centros o los centros que selecciona no existen en el sistema
Trigger	El usuario selecciona dos centros de tráfico válidos
Secuencia normal	Acción
	1 El usuario valida los centros seleccionados
	2 El usuario entra en el panel comparador
	3 El usuario consulta el apartado del panel que contiene la evolución de tiempos de aviso al inspector
Excepciones <acción 1>	Excepción
	1.1 Si uno de los centros de tráfico no es válido, se mostrará una excepción indicándolo
Frecuencia esperada	Decenas diariamente
Importancia	Necesario
Prioridad	Corto plazo
Comentarios	NA

Tabla C.15: Descripción del caso de uso CU05.3. visualizar evolución de tiempos de aviso al inspector de ambos centros.

Anexo D

Evaluación heurística detallada de las interfaces

En este anexo se muestran los resultados de las evaluaciones heurísticas realizadas por los expertos.

D.0.1. Evaluación heurística 1

A continuación, se presenta el informe del test heurístico realizado sobre el sistema de control de incidentes de tráfico a fecha de 26/04/2021 por el encargado de sistemas informáticos del centro de tráfico donde se realizó la prueba piloto.

Datos del análisis

Fecha	26/04/2021
Tipo de conexión	Fibra óptica
Plataforma	Google Chrome en Windows 10
Agente de usuario	Arnold Zondervan
Tareas	Consultar la información del último incidente y comparar dos centros
Pantallas	Panel principal, vista del incidente, selector de centros y panel comparador

Tabla D.1: Datos del test heurístico 1.

Checklist de los heurísticos evaluados

A continuación se muestran las listas de comprobación que el experto evaluador ha debido comprobar y la nota (en escala del 0 al 5) que el experto ha otorgado a cada elemento.

Generales	
¿Los objetivos del sitio web son concretos y están bien definidos? ¿El contenido de la página está relacionado con dichos objetivos?	3
¿La estructura general de la aplicación está orientada al usuario?	4
¿El diseño general del sitio está relacionado con su objetivo?	5
¿Es coherente el diseño general de la aplicación?	5
¿Es reconocible el diseño general?	5
Total	22/25

Tabla D.2: Heurísticos generales del test 1.

Información y lenguaje	
¿La aplicación web emplea un lenguaje claro y conciso?	5
¿La información mostrada es la necesaria para cumplir con los objetivos?	4
¿La información mostrada es de utilidad para el usuario?	5
¿La información se actualiza periódicamente?	5
¿Se evitan grandes párrafos de texto?	5
Total	24/25

Tabla D.3: Información y lenguaje del test 1.

Rotulado	
¿Los rótulos son significativos?	3
¿Utiliza rótulos estándar?	4
¿Utiliza un sistema de rotulado controlado y conciso?	4
¿Los rótulos aportan información? ¿Son de utilidad?	3
¿El título de las páginas es correcto? ¿Ha sido planificado?	4
Total	18/25

Tabla D.4: Rotulado test 1.

Estructura y navegación	
¿La estructura de organización y navegación es la más adecuada?	3
En el caso de una estructura jerárquica, ¿mantiene un equilibrio entre profundidad y anchura?	-
En el caso de ser hipertextual, ¿están todos los nodos unidos?	5
¿Los enlaces son fácilmente reconocibles?	2
¿Se controla el número de elementos en los menús de navegación?	5
¿Es predecible la respuesta del sistema ante un click?	4
¿Se ha controlado que no haya enlaces que no lleven a ningún sitio?	5
¿Existen elementos de navegación que ayuden al usuario a situarse en el sistema?	0
¿Se ha evitado la redundancia de enlaces?	4
¿Se ha controlado que no haya páginas huérfanas?	5
Total	33/45

Tabla D.5: Estructura y navegación test 1.

Layout de la página	
¿Se aprovechan las zonas de alta jerarquía informativa de la página para contenidos de mayor relevancia?	4
¿Se ha evitado la sobrecarga informativa?	4
¿Se ha evitado el ruido visual?	5
¿Se hace un buen uso del espacio visual?	4
¿Se utiliza correctamente la jerarquía visual?	3
¿Se ha controlado la longitud de la página?	4
Total	24/30

Tabla D.6: Layout de la página test 1.

Accesibilidad	
¿El tamaño de la fuente es el correcto?	5
¿El tipo de fuente facilita la lectura?	5
¿Existe un alto contraste entre color de la fuente y color del fondo?	5
¿Es compatible la aplicación web con diferentes navegadores y resoluciones?	5
¿Es posible navegar por el sitio web sin necesidad de plugins adicionales?	5
¿Se ha controlado el peso de la página?	4
¿Se puede imprimir la página sin problemas?	5
Total	34/35

Tabla D.7: Accesibilidad test 1.

Control y retroalimentación	
¿El usuario tiene el control de la interfaz en todo momento?	5
¿Se informa al usuario acerca de lo que está pasando?	5
¿Se informa al usuario de lo que ha pasado?	3
¿Se informa al usuario de la causa de los errores que se producen?	5
¿El usuario tiene libertad para actuar?	5
¿Se ha controlado el tiempo de respuesta?	5
Total	28/30

Tabla D.8: Control y retroalimentación test 1.

D.0.2. Evaluación heurística 2

A continuación se presenta el informe del test heurístico realizado sobre el sistema de control de incidentes de tráfico a fecha de 27/04/2021 por el supervisor de la empresa.

Datos del análisis

Fecha	27/04/2021
Tipo de conexión	Fibra óptica
Plataforma	Mozilla Firefox en MacOS
Agente de usuario	Leenderd van den Berg
Tareas	Consultar la información del último incidente y comparar dos centros
Pantallas	Panel principal, vista del incidente, selector de centros y panel comparador

Tabla D.9: Datos del test heurístico 2.

Checklist de los heurísticos evaluados

A continuación se muestran las listas de comprobación que el experto evaluador ha debido comprobar y la nota (en escala del 0 al 5) que el experto ha otorgado a cada elemento.

Generales	
¿Los objetivos del sitio web son concretos y están bien definidos? ¿El contenido de la página está relacionado con dichos objetivos?	5
¿La estructura general de la aplicación está orientada al usuario?	5
¿El diseño general del sitio está relacionado con su objetivo?	5
¿Es coherente el diseño general de la aplicación?	5
¿Es reconocible el diseño general?	5
Total	25/25

Tabla D.10: Heurísticos generales del test 2.

Información y lenguaje	
¿La aplicación web emplea un lenguaje claro y conciso?	5
¿La información mostrada es la necesaria para cumplir con los objetivos?	5
¿La información mostrada es de utilidad para el usuario?	5
¿La información se actualiza periódicamente?	5
¿Se evitan grandes párrafos de texto?	5
Total	25/25

Tabla D.11: Información y lenguaje del test 2.

Rotulado	
¿Los rótulos son significativos?	4
¿Utiliza rótulos estándar?	5
¿Utiliza un sistema de rotulado controlado y conciso?	4
¿Los rótulos aportan información? ¿Son de utilidad?	5
¿El título de las páginas es correcto? ¿Ha sido planificado?	3
Total	21/25

Tabla D.12: Rotulado test 2.

Estructura y navegación	
¿La estructura de organización y navegación es la más adecuada?	4
En el caso de una estructura jerárquica, ¿mantiene un equilibrio entre profundidad y anchura?	-
En el caso de ser hipertextual, ¿están todos los nodos unidos?	4
¿Los enlaces son fácilmente reconocibles?	4
¿Se controla el número de elementos en los menús de navegación?	5
¿Es predecible la respuesta del sistema ante un click?	5
¿Se ha controlado que no haya enlaces que no lleven a ningún sitio?	5
¿Existen elementos de navegación que ayuden al usuario a situarse en el sistema?	3
¿Se ha evitado la redundancia de enlaces?	5
¿Se ha controlado que no haya páginas huérfanas?	5
Total	40/45

Tabla D.13: Estructura y navegación test 2.

Layout de la página	
¿Se aprovechan las zonas de alta jerarquía informativa de la página para contenidos de mayor relevancia?	5
¿Se ha evitado la sobrecarga informativa?	5
¿Se ha evitado el ruido visual?	5
¿Se hace un buen uso del espacio visual?	4
¿Se utiliza correctamente la jerarquía visual?	5
¿Se ha controlado la longitud de la página?	5
Total	24/25

Tabla D.14: Layout de la página test 2.

Accesibilidad	
¿El tamaño de la fuente es el correcto?	5
¿El tipo de fuente facilita la lectura?	5
¿Existe un alto contraste entre color de la fuente y color del fondo?	5
¿Es compatible la aplicación web con diferentes navegadores y resoluciones?	5
¿Es posible navegar por el sitio web sin necesidad de plugins adicionales?	5
¿Se ha controlado el peso de la página?	5
¿Se puede imprimir la página sin problemas?	5
Total	30/30

Tabla D.15: Accesibilidad test 2.

Control y retroalimentación	
¿El usuario tiene el control de la interfaz en todo momento?	5
¿Se informa al usuario acerca de lo que está pasando?	5
¿Se informa al usuario de lo que ha pasado?	5
¿Se informa al usuario de la causa de los errores que se producen?	5
¿El usuario tiene libertad para actuar?	5
¿Se ha controlado el tiempo de respuesta?	5
Total	30/30

Tabla D.16: Control y retroalimentación test 2.

