

PROYECTO **REPARA**^{2.0}

*Desarrollo de nuevas técnicas y sistemas de información para la
REhabilitación sostenible de PAVimentos y carreteras*

DESARROLLO DE SOFTWARE PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE FIRMES

REPARA 2.0 es un proyecto de investigación industrial y desarrollo experimental, llevado a cabo gracias al soporte financiero del CDTI, por las empresas Sacyr Construcción, CHM Obras e Infraestructuras, Repsol, Fractalia, Acciona Infraestructuras, Cemosa, y Solid Forest.

www.proyectorepara.com - email: info@proyectorepara.com - twitter: @ ProyectoREPARA2

Informe preparado por Francisco Javier Morales Gámiz, del proyecto REPARA 2.0 dentro del paquete de trabajo 5, liderado por Cemosá, dentro de los trabajos realizados en Hitos 1 y 2. Diversos entregables.

Málaga, Marzo 2018

© Centro de Estudios de Materiales y Control de Obra S.A. 2018

ÍNDICE

1. Introducción	1
2. Visión general.....	1
3. Estructura de la aplicación	2
3.1. Categorías de usuario.....	2
3.2. Esquema de la arquitectura propuesta.....	3
3.3. Esquema de las bases de datos.....	4

1. Introducción

En pleno siglo XXI el uso de herramientas informáticas en el ámbito de la ingeniería es un hecho generalizado hasta tal punto que sería difícil encontrar cualquier proyecto en el que no se hiciesen uso de las mismas. Sin embargo, este desarrollo no ha sido homogéneo en los diferentes campos de la ingeniería civil. Mientras que en la ingeniería de estructuras o en la ingeniería hidráulica existen potentes herramientas software capaces de solucionar complejos problemas, en el ámbito de la ingeniería de carreteras es difícil encontrar un programa que realice de forma eficiente el cálculo de pavimentos cubriendo todas las particularidades del mismo, aun menos en lengua castellana.

Es en este punto, dentro del proyecto REPARA 2.0, se detecta esta necesidad y se propone la elaboración de una herramienta de cálculo que abarque las diferentes fases del proyecto de dimensionamiento de firmes.

2. Visión general

Previamente al desarrollo del software es necesario establecer una serie de requisitos o requerimientos exigibles de cara a cumplir las funcionalidades que se le exigirán una vez el programa esté en fase operativa.

Dentro de estos requisitos, es importante tener en cuenta una serie de aspectos que harán posible la posterior aceptación del programa por parte de los usuarios y por tanto el éxito del mismo, o por el contrario, su desestimación. Entre los aspectos más destacados que se pueden citar a la hora de analizar el éxito de un software se pueden citar las capacidades del mismo junto con el alcance.

Para el caso particular de la herramienta de análisis y dimensionamiento de pavimentos objeto del proyecto REPARA 2.0, y teniendo en cuenta el entorno altamente especializado en el que se encuadra en el que las necesidades del cálculo de pavimentos pueden variar en función del tipo de usuario, de la localización espacial del proyecto, de los materiales disponibles o de la normativa elegida, el programa debe de ser lo suficientemente versátil y abierto para poder cubrir la mayoría de casuísticas sin que sus capacidades se vean mermadas.

En este sentido se ha optado por establecer como requisito básico del programa, una estructura modular del mismo, en la que varios módulos de cálculos independientes pero enlazados entre sí, permitan la realización de los diferentes cálculos de los que se componen el dimensionamiento de un firme. A su vez, estos módulos presentan diversas alternativas de cálculo, por lo que la versatilidad del programa debe de quedar asegurada.

A su vez, se han definido varias tipologías de usuario con complejidad creciente, que permitan cubrir las necesidades del usuario más básico que

pueda utilizar el software como una mera herramienta de consulta, hasta aquel proyectista especializado en el cálculo y diseño de pavimentos.

Estrechamente ligado con las tipologías de usuario, se ha planteado el diseño de la aplicación como una aplicación web multidispositivo. Siguiendo la tendencia actual de las apps, este formato permite una mayor accesibilidad a la misma a través de cualquier dispositivo informático (móvil, tableta o PC) con solo disponer de conexión a internet, sin tener necesidad de instalar ningún ejecutable en el dispositivo.

La herramienta a su vez, se ha definido como un software integral en el sentido en el que partiendo desde cero se podrá llegar a la comprobación total de cualquier sección de firme flexible considerada.

3. Estructura de la aplicación

3.1. Categorías de usuario

La arquitectura de la aplicación debe contemplar diferentes niveles de usuario en función de los permisos otorgados para hacer uso de las diversas potencialidades que presente la aplicación. De esta manera se definirán tres tipos diferentes de usuario que interactuarán con el programa:

- Administrador
- Usuario registrado
- Usuario general

El esquema o diagrama general de la arquitectura en función de estos niveles de usuario queda reflejado en el siguiente diagrama (Figura 1).

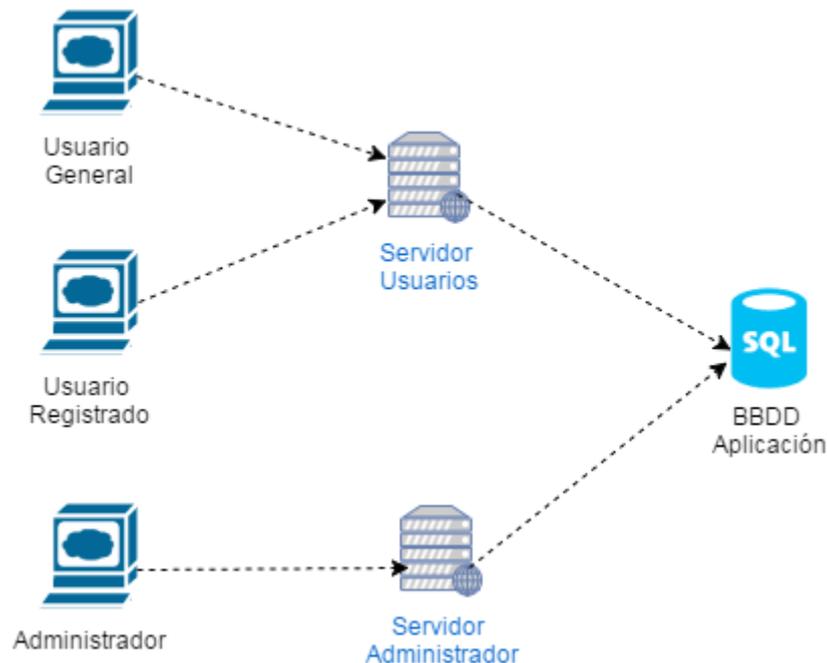


Figura 1 - Diagrama de la arquitectura del sistema

3.2. Esquema de la arquitectura propuesta

El programa consta de una estructura modular, que de manera independiente y mediante un proceso secuencial se calculan los diferentes parámetros necesarios para establecer la validez de una sección de firme considerada.

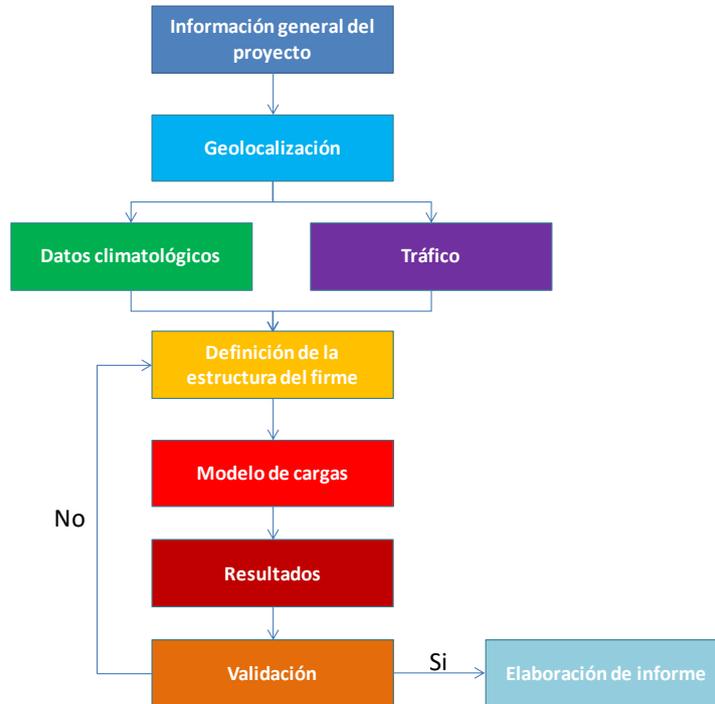


Figura 2. Esquema de funcionamiento del software de dimensionamiento

El procedimiento se inicia con la introducción de la información general del proyecto. A partir de ahí una serie de módulos (ver Figura 2) permiten el cálculo de los diferentes parámetros necesarios o complementarios para el cálculo. Entre ellos cabe destacar:

- **Geolocalización** a través de coordenadas o direcciones y asistido mediante la utilización de herramientas como Google™ Maps.
- **Datos climatológicos** reales mediante la importación de datos procedentes de diferentes estaciones climáticas repartidas en todo el territorio nacional.
- **Modelo dinámico** y asistido para la definición de secciones de firme, donde se muestran una amplia base de datos de materiales que incluyen características mecánicas y leyes de fatiga de acuerdo a las principales normativas. Además destacan los materiales reciclados desarrollados durante el proyecto REPARA 2.0, facilitando la labor de diseño al proyectista.
- **Modelo de cargas** que permite la elección de distintas tipologías de ejes, junto la posibilidad de distintas definiciones geométricas de los mismos y de las presiones de contacto.
- Generación de **informe final** que recoge todo el proceso de cálculo.

3.3. Esquema de las bases de datos

Posteriormente, partiendo de la base de los distintos módulos definidos y los requisitos previamente determinados, se diseñó una arquitectura de las diferentes bases de datos de las que debía contar el programa, así junto con las relaciones entre las mismas.

De esta forma se definieron en un total de 18 bases de datos correspondientes a:

- Tipo de usuario
- Datos de proyecto
- Localizaciones
- Datos climatológicos
- Datos de tráfico
- Tipos de vehículos
- Espectros
- Distribución de espectros de carga
- Espectros para ejes dobles y triples
- Cargas ejes simples
- Cargas ejes dobles
- Cargas ejes triples
- Categorías de tráfico
- Modelos de carga
- Tipo de modelo de carga
- Capas de pavimento
- Materiales
- Leyes de fatiga

Cada una de las bases de datos contienen los diferentes parámetros necesarios para completar los cálculos correspondientes a los diversos módulos que componen el programa. Las interrelaciones entre las diferentes bases de datos se encuentran expresadas en el siguiente diagrama de clases UML (ver Figura 3).

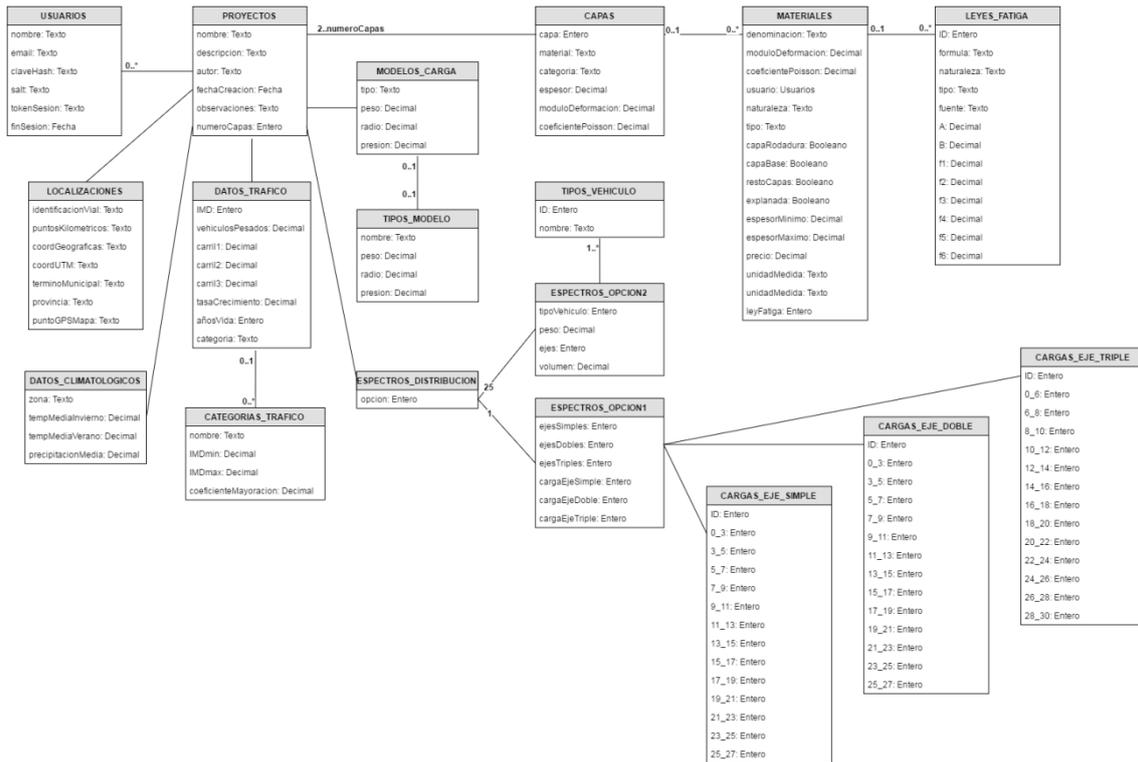


Figura 3. Diagrama de clases UML de las distintas bases de datos de la aplicación

Para más información al respecto puede visitar la página web del mismo, www.proyectorepara.com