



**Escuela Superior  
de Ingeniería y Tecnología**  
Universidad de La Laguna

# Trabajo de Fin de Grado

Grado en Ingeniería Informática

---

## Servicio Web para la planificación y evaluación de menús escolares

*Web Service for school meals planning and evaluation*

Alejandro Arzola García

---

La Laguna, 29 de junio de 2018

Dra. D<sup>a</sup>. **Coromoto Antonia León Hernández**, con N.I.F. 78.605.216-W, profesora Titular de Universidad adscrita al Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos de la Universidad de La Laguna, como tutora

Dr. D. **Carlos Segura González**, con N.I.F. 78.704.244-S, profesor Titular adscrito al Área de Ciencias de la Computación del Centro de Investigación Matemática en Guanajuato, México, como cotutor

## C E R T I F I C A N

Que la presente memoria titulada:

*“Servicio Web para la planificación y evaluación de menús escolares”*

ha sido realizada bajo su dirección por D. **Alejandro Arzola García**, con N.I.F. 42.238.809-E.

Y para que así conste, en cumplimiento de la legislación vigente y a los efectos oportunos firman la presente en La Laguna a 29 de junio de 2018

# Agradecimientos

A mi tutora Coromoto, por su dedicación y ayuda constante en la realización de este trabajo, por la confianza depositada en mí y por aportarme todos sus conocimientos cada vez que lo necesitaba.

A mi familia, en especial a mi hermana y mis padres, por su constante apoyo, motivación y cariño. Gracias por ayudarme a alcanzar mis sueños y formar parte de ellos.

A mis amigos y compañeros de grado, por todas esas horas de clase y estudio que hemos compartido, por todas esas experiencias inolvidables que hemos vivido durante estos años y por ayudarme en todo momento. Sin ustedes no habrían sido lo mismo.

# Licencia



© Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional.

## Resumen

*El objetivo de este trabajo ha sido diseñar y desarrollar un servicio web para la planificación y evaluación de menús escolares.*

*El primer paso ha sido realizar una revisión bibliográfica en bases de datos especializadas para conocer el estado actual del tema. Se han analizado diferentes artículos de investigación de todo el mundo sobre el problema de la planificación de menús y se han consultado otras referencias para conocer las necesidades nutricionales de los niños y adolescentes y así poder evaluar los menús. También se han analizado algunas aplicaciones comerciales de planificación de menús.*

*El siguiente paso ha consistido en el diseño y elección de tecnologías para posteriormente comenzar a desarrollar el servicio web. Se ha optado por Ruby on Rails y Bootstrap como tecnologías principales para el back-end y front-end, respectivamente, y Heroku para realizar el despliegue.*

*CloudCanteen es el nombre de la aplicación desarrollada en este trabajo y permite a cualquier colegio crear sus propias recetas y posteriormente planificarlas para generar un menú diario y luego evaluar su calidad.*

*Por último, se han llevado a cabo una serie de pruebas con menús escolares reales de colegios de Canarias para evaluar la utilidad del software desarrollado.*

**Palabras clave:** Menús escolares, Planificación, Evaluación, CloudCanteen, Servicio web

## Abstract

The objective of this work has been to design and develop a web service for the planning and evaluation of school menus.

The first step has been to perform a bibliographic review in specialized databases to know the current status of the subject. We have analyzed different research articles around the world on the problem of menu planning and other references have been consulted to know the nutritional needs of children and adolescents and thus be able to evaluate the menus. Some commercial menu planning applications have also been analyzed.

The next step has been the design and choice of technologies to start developing the web service. Ruby on Rails and Bootstrap have been chosen as the main technologies for the back-end and front-end, respectively, and Heroku for the deployment on the web.

CloudCanteen is the name of the application developed in this work and allows any school to create their own recipes and then plan them to generate a daily menu and evaluate its quality.

Finally, a series of tests with real school menus of schools in the Canary Islands have been carried out to evaluate the usefulness of the software developed.

**Keywords:** *School meals, Planning, Evaluation, CloudCanteen, Web Service*

# Índice general

<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
1.1. Motivación . . . . .	1
1.2. Objetivos . . . . .	2
1.3. Metodología y plan de trabajo . . . . .	2
<b>2. Estado del arte</b>	<b>4</b>
2.1. Artículos de investigación . . . . .	4
2.2. Bases de datos alimenticias . . . . .	7
2.3. Aplicaciones comerciales . . . . .	8
<b>3. Tecnologías</b>	<b>15</b>
3.1. Balsamiq . . . . .	15
3.2. Ruby on Rails . . . . .	16
3.2.1. Model-Vista-Controlador . . . . .	16
3.2.2. RubyGems . . . . .	17
3.3. Bootstrap . . . . .	18
3.4. Rspec y Capybara . . . . .	18
3.5. Heroku . . . . .	19
3.6. GitHub . . . . .	20
<b>4. CloudCanteen</b>	<b>21</b>
4.1. Descripción . . . . .	21
4.2. Página de inicio . . . . .	22
4.3. Usuarios . . . . .	22
4.4. Alimentos . . . . .	23
4.5. Platos . . . . .	25
4.6. Planificaciones . . . . .	27
4.7. Evaluaciones . . . . .	28
<b>5. Verificación y pruebas</b>	<b>31</b>
5.1. Pruebas Unitarias . . . . .	31
5.2. Resultado de pruebas en entorno real . . . . .	33
<b>6. Conclusiones y líneas futuras</b>	<b>35</b>

6.1. Conclusiones . . . . .	35
6.2. Líneas futuras . . . . .	35
<b>7. Summary and Conclusions</b>	<b>37</b>
7.1. Conclusions . . . . .	37
7.2. Future works . . . . .	37
<b>8. Presupuesto</b>	<b>39</b>
8.1. Presupuesto . . . . .	39
<b>Bibliografía</b>	<b>39</b>



# Índice de figuras

3.1.	<i>Wireframe</i> de la página de inicio. . . . .	15
3.2.	<i>Wireframe</i> de la página de elaboración de platos. . . . .	16
3.3.	Test de ejemplo utilizando Rspec. . . . .	18
3.4.	Test de ejemplo utilizando Capybara. . . . .	19
3.5.	Captura de pantalla del <i>Project</i> en GitHub. . . . .	20
4.1.	Logo CloudCanteen. . . . .	21
4.2.	Captura de pantalla de la página de inicio de CloudCanteen. . .	22
4.3.	Captura de pantalla de la página tras iniciar sesión. . . . .	23
4.4.	Captura de pantalla de la página de información de un alimento. .	24
4.5.	Captura de pantalla de la página para crear un plato. . . . .	25
4.6.	Captura de pantalla de la página que muestra un plato. . . . .	26
4.7.	Captura de pantalla de la página para crear una planificación. .	27
4.8.	Captura de pantalla de la página para mostrar una planificación. .	28
4.9.	Captura de pantalla de la página para mostrar una evaluación. .	29
4.10.	Captura de pantalla del <i>popup</i> con los detalles de una evaluación. .	30
5.1.	Resultados obtenidos al ejecutar las expectativas. . . . .	32
5.2.	Evaluación a un menú del C.E.I.P. Capellanía del Yágabo. . . .	33
5.3.	Detalle de evaluación a C.E.I.P. Capellanía del Yágabo. . . . .	34

# Índice de tablas

2.1. Resumen de soluciones planteadas en artículos de investigación.	6
2.2. Resumen de las aplicaciones. . . . .	14
8.1. Estimación de presupuesto. . . . .	39

# Capítulo 1

## Introducción

En este capítulo se presenta una breve introducción del tema tratado, a continuación se listan los objetivos que se persiguen con el desarrollo de este trabajo y, por último, se define la metodología y el plan de trabajo.

### 1.1. Motivación

En pleno siglo XXI la humanidad se encuentra rodeada de grandes problemas que los informáticos debemos tratar de abordar y resolver desde nuestro campo. Uno de estos grandes problemas es la obesidad y el sobrepeso, que según la Organización Mundial de la Salud (OMS) [34], puede definirse como una acumulación anormal o excesiva de grasa en nuestro cuerpo que puede ser perjudicial para la salud.

La obesidad ha alcanzado proporciones epidémicas a nivel mundial y está ocasionando la muerte de casi tres millones de personas cada año. Según datos estadísticos de la propia OMS, en 2016 más de 1900 millones de adultos tenían sobrepeso y más de 650 millones eran obesos.

La causa de este problema está muy clara y se debe a un desequilibrio energético entre las calorías consumidas y las gastadas. Por tanto, la solución planteada por expertos en nutrición y también por la OMS consiste en llevar una dieta saludable y realizar actividad física de intensidad moderada durante al menos treinta minutos al día.

Sin embargo, muchos adultos no están siguiendo estas recomendaciones y lo que es peor, están contagiando a las nuevas generaciones sus malos hábitos. Por ello, la obesidad infantil se está convirtiendo en uno de los problemas de salud pública más graves de este siglo ya que en 2016, más de 40 millones de niños menores de cinco años tenían sobrepeso [35].

¿Y qué podemos hacer para solucionar este grave problema? Según el informe elaborado en 2018 por el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte del Gobierno de España [39], casi 2 millones de niños realizan al menos una de las tres comidas importantes del día en un comedor escolar. Debido a esto, debemos asegurarnos que la calidad de los menús de estos comedores es correcta y que fomenten la creación de hábitos alimentarios saludables entre los niños.

La correcta planificación y posterior evaluación de los menús en comedores escolares será fundamental para dar paso a generaciones futuras más saludables y comprometidas con una alimentación de calidad.

## 1.2. Objetivos

Los objetivos que se persiguen con el desarrollo de este Trabajo Fin de Grado son:

- Realizar un análisis de soluciones existentes al problema de la planificación y evaluación de menús.
- Diseñar y desarrollar un servicio web que permita a los colegios y autoridades competentes planificar y evaluar la calidad de sus menús escolares.
- Realizar una verificación del servicio web con menús reales de colegios de Canarias.

## 1.3. Metodología y plan de trabajo

Una vez determinado el tema a tratar y los objetivos a cumplir, se ha procedido a dividir el trabajo en diferentes tareas y definir el plan de trabajo para cada una de ellas:

- **Tarea 1: Revisión bibliográfica.** La primera tarea consiste en realizar una búsqueda bibliográfica en bases de datos especializadas [30] de artículos de investigación relacionados con la planificación y evaluación de menús dietéticos. También se analizan aplicaciones comerciales de planificación de menús para identificar fortalezas y debilidades de cada una de ellas. Esta tarea tuvo una duración aproximada de dos meses, empezando en febrero y terminando en marzo.

- **Tarea 2: Diseño del sistema.** Se deciden las tecnologías a utilizar y se busca documentación sobre las mismas. Posteriormente se diseñan varios *wireframes*<sup>1</sup> para determinar el aspecto de la interfaz de usuario. Esta tarea se desarrolló durante el mes de abril.
- **Tarea 3: Implementación del sistema.** Partiendo de las tecnologías escogidas en la tarea anterior, se desarrolla el servicio web. Esta tarea tuvo una duración de un mes y medio, comenzando en el mes de mayo.
- **Tarea 4: Evaluación del sistema.** Una vez finalizada la implementación del sistema se procedió a revisar su correcto funcionamiento mediante pruebas unitarias. También se probaron menús reales de colegios de Canarias. Esta tarea se realizó durante las dos primeras semanas de junio.
- **Tarea 5: Difusión de resultados.** Por último, durante las dos últimas semanas de junio se redactó esta memoria para difundir los resultados obtenidos.

A lo largo de los siguientes capítulos se describe con mayor detalle cada una de las tareas anteriores. En el Capítulo 2 se aborda la revisión bibliográfica, en el Capítulo 3 se listan las tecnologías utilizadas, en el Capítulo 4 se desarrolla la implementación de la aplicación web, en el Capítulo 5 se muestran las pruebas llevadas a cabo sobre la aplicación web, en el Capítulo 6 y 7 se plantean las conclusiones y líneas futuras en español e inglés, respectivamente, y por último, en el Capítulo 8 se presenta una estimación del presupuesto del proyecto.

---

<sup>1</sup> Guía visual que representa el esqueleto o estructura visual de un sitio web [33].

# Capítulo 2

## Estado del arte

Desde el siglo pasado, investigadores de todo el mundo han intentado buscar una solución a un problema básico de alimentación: generar planes alimenticios equilibrados y saludables. Pero no solo los investigadores han intentado solventar este problema, también las empresas han desarrollado soluciones comerciales en forma de aplicaciones móviles y plataformas web. En este capítulo se presenta la revisión bibliográfica y se analizan las soluciones planteadas por ambas partes.

### 2.1. Artículos de investigación

Una de las partes más complejas en la resolución del problema de planificación de menús consiste en desarrollar y perfeccionar un algoritmo que permita transformar las incógnitas en resultados factibles. Con este objetivo se han llevado a cabo numerosos proyectos teniendo incluso que remontarnos a los años sesenta del siglo pasado. En este sentido, en [40] se resumen de manera clara y ejemplificadora los principales enfoques en el campo de la Planificación de menús dietéticos (*Menu Planning*). En este artículo se parte de los primeros enfoques basados en algoritmos de prueba y error que intentaban encontrar el menor coste para los menús del ejército norteamericano. Con el paso de los años, estas primeras soluciones han quedado obsoletas llegando al punto en común de las investigaciones más modernas en las que se trata el problema como una mochila multi-dimensional. Partiendo de esta premisa, se ha demostrado que aplicar optimización, programación lineal o algoritmos de ramificación y poda, aunque permiten obtener un solución óptima, suelen fallar al intentar resolver problemas del tipo NP-duro. Por ello, estudios más recientes se centran en aplicar algoritmos meta-heurísticos o algoritmos genéticos multi-objetivo, que permitan encontrar la mejor combinación de menús satisfaciendo todas las restricciones planteadas.

Una investigación que parte de la idea de solventar el problema de la planificación de menú considerándolo un problema de la mochila multidimensional la podemos ver en [38]. La formulación aplicada destaca por unificar la programación lineal 0/1 y algoritmos genéticos con el fin de construir una plataforma Web que genere menús diarios saludables teniendo en cuenta la preferencia en gustos alimentarios de los usuarios.

El trabajo realizado por [42] es un claro ejemplo de la tendencia actual de tratar de generar menús saludables y equilibrados, en este caso para un comedor escolar, como un Problema de la Mochila Multi-objetivo. No obstante, este autor profundiza aún más y establece restricciones múltiples. De esta forma, la aplicación desarrollada permite gestionar menús equilibrados para personas con alergia o intolerancias a algún alimento en concreto. El algoritmo evolutivo multi-objetivo utilizado es el NSGA-II.

Otro ejemplo de monitorización de la dieta es la aplicación DIETOS desarrollada en [31]. Se trata de un sistema capaz de crear un perfil sobre el estado de salud del usuario y generar recomendaciones nutricionales individuales de acuerdo a ese perfil. Para ello han desarrollado una serie de cuestionarios preparados por especialistas médicos y que permiten diagnosticar posibles enfermedades relacionadas con malos hábitos alimentarios. En este caso se ha optado por utilizar un OWL (*Ontology Web Language*) aplicado a un sistema de base del conocimiento. No utiliza algoritmos más complejos ya que DIETOS no es un planificador de menús, sino que genera una lista de alimentos recomendados y no recomendados según el estado de salud del usuario.

Con la misma idea de generar cuestionarios previos para conocer el estado de salud del usuario se encuentra DAP, aplicación descrita en [36]. DAP se conecta a EuroFIR [8] y crea su propia base de datos con miles de alimentos y su información nutricional correspondiente. Además de esto, da la posibilidad al usuario de añadir nuevos alimentos y platos, que permiten aumentar la diversidad de las dietas. Al igual que en DIETOS, antes de poder usar la aplicación, el usuario debe completar una serie de cuestionarios sobre información personal, médica y física. Posteriormente se puede llevar un control de la alimentación pero tiene que ser el usuario el que introduzca los alimentos y las cantidades que ha ingerido durante el día para obtener una serie de informes sobre la evaluación de calorías ingeridas y gastadas. También mencionan la posibilidad de generar una planificación de menús automática, pero no se especifica el algoritmo ni la metodología utilizada para su implementación.

Otro trabajo interesante en el campo de la gestión de la salud mediante el control de dietas saludables se presenta en [37]. En este artículo se pretende crear un sistema para las personas que sufren síndrome metabólico en Taiwán y requieren de atención médica. Este sistema está formado por tres aplicaciones diferentes: *mHealthControl*, *iHealthControl* y *eHealthControl*.

Autor	App	País	Lenguaje	Individual	Enlace
T. Kashima et al. [38]	-	Japón	PHP, MySQL	Si	No
A. Rocha et al. [43]	SPARE	Portugal	PHP	No	Si
M. Gurinovic et al. [36]	DAP	Serbia	Microsoft VisualFox-Pro, MySQL	Si	No
Y. Kan et al. [37]	mHealth, iHealth y eHealth	Taiwán	Java, Apache, MySQL	Si	Si
J. M. Pérez Ramos [42]	Menu Planning App	España	C++, MySQL	No	No
G. Agapito et al. [31]	DIETOS	Italia	PHP, MySQL	Si	Si

Tabla 2.1: Resumen de soluciones planteadas en artículos de investigación.

La primera de ellas consiste en una aplicación para móviles que permite a los usuarios registrar sus rutinas alimentarias diarias, es decir, el usuario debe introducir todos los alimentos que ingiere durante el día. Toda esta información se dirige hacia la segunda de las aplicaciones mediante Internet. *iHealthControl* es un portal Web donde se puede crear y gestionar un perfil individual sobre su estado de salud. Por último se encuentra el portal de atención médica *eHealthControl*, donde se pueden monitorizar los datos de control de salud y sugerir información de atención médica a través de una interfaz de consulta remota enlazada a un sistema de información hospitalaria. De esta forma se puede alertar al usuario si está en riesgo de padecer algún tipo de enfermedad debido a una mala alimentación.

Por último tenemos el trabajo realizado en [43] donde se desarrolla SPARE, un sistema de planificación y evaluación de menús escolares de Portugal. En este caso no se ha implementado un sistema automático de planificación, sino que es el responsable del comedor escolar el que realiza la planificación mediante una serie de hojas técnicas que permiten introducir alimentos y sus componentes nutricionales, platos y recetas y por último generar el menú mensual. En estas hojas técnicas se pone especial interés en los ingredientes por persona, los procedimientos de preparación de los alimentos y los métodos de cocina. Una vez generado el menú, se procede a realizar una evaluación del mismo. Podemos saber el número de calorías para cada día, la repetición de los platos o la cantidad



de componentes nutricionales totales para cada día. El siguiente paso consiste en realizar una evaluación sanitaria y del entorno del comedor. Por último han creado una lista de control para diagnosticar la situación de los colegios en lo que se refiere a la promoción de una dieta saludable.

En la Tabla 2.1 se resumen los artículos revisados. En la primera columna se encuentra el nombre del autor principal y la referencia bibliográfica, en la segunda columna se define el nombre del software desarrollado, la tercera columna presenta el país de origen del artículo, la cuarta columna enumera las principales tecnologías utilizadas en el desarrollo, en la quinta columna se menciona está dirigida a un usuario individual o puede ser utilizada para grupos y en la última columna se especifica si en el artículo se adjunta un enlace para visitar y probar la plataforma.

Como se puede observar hay sistemas que se encaminan a realizar propuestas individuales y otras colectivas. En este trabajo estamos interesados en estas últimas.

## 2.2. Bases de datos alimenticias

La mayor parte de los artículos revisados basan sus estudios y sistemas desarrollados en Bases de Datos de composición de alimentos para posteriormente y partiendo de esta información, generar sus propias Bases de Datos de platos. En [38] hacen uso de una base de datos estandarizada con 1882 alimentos desarrollada por la JST (*Japan Science and Technology Agency*) [44]. La plataforma DAP (DIET ASSESS & PLAN), propuesta en [36], permite la conexión con EuroFIR [8].

EuroFIR [8] es un sitio web que contiene la base de datos de composición de alimentos europea, formada por más de 28 bases de datos nacionales de todos los países europeos, incluyendo también la de Estados Unidos. Realizando un análisis en esta web se ha encontrado una base de datos española de alimentos: Base de Datos Española de Composición de Alimentos (BEDCA) [3]. Este repositorio accesible desde cualquier dispositivo sería de gran ayuda en el desarrollo de este trabajo de fin de grado, sin embargo, se encuentra totalmente desactualizada desde el año 2007.

A propósito de esta información, se ha realizado una búsqueda exhaustiva de una base de datos de alimentos o platos con su composición nutricional para el ámbito regional de Canarias sin obtener resultado. No obstante si se ha encontrado un programa de la Dirección General de Salud Pública del Gobierno de Canarias: programa PIPO [26]. Se trata de un Programa de Intervención para la Prevención de la Obesidad infantil (PIPO), donde se abordan aspectos de alimentación en las distintas etapas de la infancia-adolescencia, con menús

saludables que ayudan a entender mejor la alimentación durante este periodo de la vida. En su página web se puede acceder a una completa guía pediátrica y una selección de menús saludables divididos por grupos de edades y con más de 50 platos diferentes planificados para una duración de dos semanas. Hasta cierto punto podríamos considerarlo como una pequeña Base de Datos de platos de la gastronomía canaria, pero realmente se trata de una propuesta en papel.

## 2.3. Aplicaciones comerciales

Para finalizar con el análisis de la situación actual del problema de la Planificación de Menús se ha realizado una búsqueda de aplicaciones y plataformas web comerciales. A continuación se resumen las características y detalles para cada una de las aplicaciones estudiadas:

- **Alimentador** [1]: es una aplicación web que permite realizar cálculos nutricionales de manera sencilla, rápida y fiable conservando todos los datos en la nube. Está desarrollada por especialistas españoles en nutrición y cuenta con el aval de la SEDCA (*Sociedad Española de Dietética y Ciencias de la Alimentación*). Mediante Alimentador se pueden crear perfiles de usuario donde introducir datos generales (nombre, apellido, fecha de nacimiento o dirección) y datos antropométricos básicos (altura y peso), que permiten realizar cálculos metabólicos en base a la edad, sexo, embarazo, lactancia o actividad física. Además los datos de cada usuario se pueden almacenar organizados por fecha de manera que se pueda obtener un histórico y comprobar la evolución. El siguiente paso consiste en crear de manera manual la planificación del menú. Para ello la aplicación dispone en su base de datos la información nutricional de cientos de alimentos para que el usuario pueda crear sus platos. Estos platos creados por los usuarios también estarán disponible para el resto de personas que utilicen la aplicación. Por último, la aplicación presenta información detallada de todos los datos recopilados y los cálculos nutricionales relacionados en forma de gráficas. Además de la información relativa a cada elemento de la dieta y sus diversos nutrientes se pueden visualizar gráficos de la evolución histórica del paciente, de la distribución de la energía y nutrientes básicos en cada día de la dieta, del origen de esta energía, del origen de los ácidos grasos, así como de las cantidades diarias de los principales minerales y las principales vitaminas.

Existen dos formas de acceder a todos los contenidos de la aplicación: en caso de ser miembro de SEDCA puede acceder de manera gratuita y para el resto de personas mediante un pago anual. También se puede acceder a una parte reducida de la aplicación mediante un evaluador con acceso libre

y gratuito. Para realizar el estudio se ha optado por la versión gratuita y, aunque el contenido está limitado, se ha obtenido una buena experiencia. La aplicación cumple correctamente con su propósito aunque la interfaz de usuario se ha quedado ligeramente desfasada. La creación del perfil de usuario es muy rápida e intuitiva y la base de datos dispone de un número considerable de alimentos. En cuanto a las gráficas y resultados están bastante completas y son muy fáciles de entender. Como debilidades de la aplicación destacaría el reducido número de platos que existen por defecto y que obliga al usuario a pasar mucho tiempo generando sus propios platos y la ya mencionada interfaz de usuario.

- **Cook Smarts** [7]: es una página web creada por *Jess Dang* y su equipo que permite crear planes alimenticios, lecciones de cocina *on-line* y guías para aprender todo lo necesario antes de comenzar a cocinar. En la sección de recursos podemos acceder a una serie de guías preparatorias en las que podemos aprender las herramientas y accesorios básicos de cocina, alimentos imprescindibles que hay que tener en la despensa y una serie de consejos prácticos sobre cómo organizar la cocina. También hay disponible guías para cocinar y comer de manera más sana, aprender a ajustarse a un presupuesto, trucos para introducir a los niños en la labor de cocinar y por último, una guía de ingredientes como el aceite y los cereales. Además de todas estas guías, también podemos encontrar lecciones sobre cómo manejar el cuchillo, la temperatura de cocción de la carne o el uso de las especias, entre otros. Toda esta información escrita en la web se puede complementar con una diversidad de vídeos en inglés alojados en la plataforma *YouTube*.

En cuanto al servicio de planificación de menús se puede acceder a la versión completa mediante el pago de una cuota mensual, trimestral o anual, o bien acceder a una versión gratuita del servicio con características reducidas. La versión completa incluye una gran cantidad de características, entre las que podemos destacar una lista de la compra en la que añadir automáticamente los alimentos que necesitamos para el menú semanal, cambiar cualquier plato por una opción vegetariana, paleo o sin gluten y elegir el número de comensales con un máximo de cuatro personas. En la versión gratuita, que ha sido la utilizada para probar el sistema, tenemos acceso a todas las recetas, pero solo se realiza la planificación para tres semanas de lunes a jueves. La experiencia al utilizar la plataforma es muy buena, ya que el diseño de la interfaz es excelente y para cada receta se muestra una gran cantidad de información pero muy bien estructurada y dividida en diferentes secciones. Cambiar el número de comensales y cambiar la receta para adaptarla a una dieta sin gluten, vegetariana o paleo también es un aspecto muy positivo a tener en cuenta. Aunque solo se ha podido ver la planificación de tres semanas, se puede apreciar que no hay

repetición de platos y que cuentan con una base de datos de más de mil platos que aseguran una dieta variada. El único problema detectado ha sido que la planificación semanal es solo de lunes a jueves y teniendo una base de datos con tantos platos, deberían plantearse la opción de extender y cubrir todos los días de la semana.

- **Menuterraneus** [24]: es una aplicación gratuita que propone un menú semanal personalizado basado en criterios nutricionales y complementario al menú escolar. Además, el sistema es capaz de generar una lista de la compra en base a los ingredientes de las recetas propuestas. La aplicación cuenta con una versión Web, pero también la podemos descargar en nuestros dispositivos móviles a través de *Google Play* y *App Store*. El algoritmo utilizado tiene en cuenta los principios de la dieta mediterránea y está avalado profesionalmente por *Lourdes Arroyo*, licenciada en Ciencias y Tecnología de los alimentos y por el Instituto de Educación Nutricional de Cataluña. Una de las características más interesantes de esta aplicación es que permite enlazar el menú escolar de los colegios. De esta forma, el menú familiar que genera será nutricionalmente complementario al menú del colegio. Al registrarte en la aplicación puedes seleccionar distintos tipos de menú, nivel de dificultad de las recetas o si prefieres plato único o primer y segundo plato. También puedes marcar recetas como favoritas, eliminarlas o cambiar un plato por otro que sea nutricionalmente parecido. En cuanto a los tipos de menú, se puede escoger entre tres tipos: menú ligero, menú normal o menú para deportistas. El menú ligero tiene más verduras y menos hidratos de carbono, el menú normal es la opción por defecto dirigido a personas con un nivel de actividad medio y el menú para deportistas reduce la cantidad de verdura y aumenta los hidratos de carbono. El sistema cuenta con más de dos mil recetas, con posibilidad de introducir tus propias recetas que se añadirán a la Base de Datos de la aplicación y podrán ser compartidas con el resto de usuarios, aumentando la variedad y cantidad. Entre semana se planificarán platos sencillos y rápidos de preparar mientras que los fines de semana se podrán asignar algún plato más elaborado o que requiera mayor tiempo de cocción. Por último, cabe destacar el asistente para crear la lista de la compra, que con tres sencillos pasos te permite imprimir una lista con todos los ingredientes necesarios para cocinar.

La versión utilizada para probar la aplicación ha sido la versión Web y la versión móvil para dispositivos *iOS* disponible en la *App Store*. Al realizar las pruebas, lo que más sorprende es la facilidad de uso en ambas versiones. Enlazar el menú escolar es muy sencillo, incluso cuentan con los menús de algunos colegios, por lo que solamente tenemos que añadir en nuestro perfil un hijo e indicar el colegio y automáticamente se adapta el menú semanal a los menús escolares. Los menús son muy variados y no hay repetición

de platos. Como único punto negativo y aunque las recetas están muy bien explicadas, no hay ningún tipo de información nutricional (calorías, proteínas, vitaminas, etc.) para cada plato. Tampoco se puede cambiar el número de comensales ya que todas las cantidades de los ingredientes están definidas para cuatro personas. A diferencia de otras aplicaciones, la planificación de menús contempla almuerzo y cena para todos los días de la semana (lunes a domingo).

- **Mealime** [23]: es una aplicación para dispositivos móviles que permite a sus usuarios planificar sus menús y comer de manera más saludable. El diseño de los menús está pensado para que se ajuste a todo tipo de persona ya que cuenta con más de 200 opciones de personalización. Podemos elegir el tipo de menú, especificar alergias alimentarias, seleccionar ingredientes que no nos gustan, el número de comensales o el número de comidas a planificar, entre otras opciones. Al igual que las demás aplicaciones analizadas, también dispone de sección para hacer la lista de la compra. Aunque se trata de una aplicación para dispositivos móviles, también dispone de una página web donde hay disponible información interesante sobre recetas y cocina. En concreto disponemos de una sección con todas las recetas disponibles en la Base de Datos de la aplicación. Para cada una de ellas tendremos el tiempo de preparación, los utensilios de cocina necesarios, los ingredientes y las cantidades necesarias de cada uno y los pasos a seguir para realizar correctamente el plato. La otra sección destacada en su web es la dedicada a los utensilios de cocina. Aquí tendremos todas las herramientas básicas necesarias para cocinar y una sugerencia de compra en base a calidad y precio.

Mealime es una aplicación gratuita disponible tanto para dispositivos *Android* como para dispositivos *iOS*. No obstante, existe una versión PRO de pago que permite al usuario disponer de nuevas recetas actualizadas semanalmente, ver información nutricional de cada plato, filtros de personalización por calorías, añadir notas a las recetas y ver las planificaciones previas. Una vez realizado el registro del usuario, el sistema pregunta el tipo de menú a planificar pudiendo elegir entre: clásico, flexitariano, bajo en carbohidratos, paleo, pescetariano o vegetariano. A continuación se deben indicar alergias y los ingredientes que menos le gustan y por último, tamaño de los platos, a elegir entre dos o cuatro comensales. Al terminar de definir el perfil de usuario se debe elegir el número de comidas al día a planificar y ya se puede acceder a las recetas programadas. La aplicación funciona correctamente y el diseño está muy bien pensado, con una interfaz limpia y clara. El mayor problema de este sistema es que la planificación es únicamente diaria, por lo que no puedes tener una visión general de todos los platos de la semana.

- **Nestlé Menú Planner** [25]: es una herramienta gratuita para ayudar a las personas a comer de forma saludable y planificar su alimentación, con menús semanales basados en los principios de la cocina mediterránea y diseñados para cubrir todas las necesidades nutricionales. En su página web, además del planificador de menús, también tenemos disponibles otra serie de servicios interesantes. Uno de estos servicios es el *Cena Planner* que permite indicar dos ingredientes principales del almuerzo y automáticamente generar una cena con primer y segundo plato o con plato único. También ponen a disposición de sus usuarios una guía sobre raciones y cantidades, el método del plato y la dieta mediterránea. En la guía sobre raciones y cantidades aprenderemos qué alimentos se deben comer a diario, qué cantidad debemos comer dependiendo de nuestra edad o qué es la pirámide nutricional. El método del plato es una manera visual de entender la composición que debería tener una comida principal equilibrada y para ello debemos trazar tres líneas imaginarias en el plato y distribuir los alimentos siguiendo estas pautas: aproximadamente el 50 % del plato deben ser hortalizas o verduras, un 30 % para los hidratos de carbono y el 20 % restante sería para los alimentos proteicos. Por último tenemos una descripción de la cocina mediterránea y una explicación de los beneficios que se obtienen al seguir este tipo de alimentación.

Todo el contenido de la aplicación es gratuito y solo disponen de una versión Web, aunque como indican en la sección de preguntas frecuentes (en inglés, FAQ) el diseño está preparado para adaptarse a cualquier dispositivo a través del navegador. Las pruebas de uso realizadas a la herramienta de Nestlé han dado un resultado muy satisfactorio, debido a la sencillez y facilidad de uso de la misma. La interfaz, especialmente la del planificador, está muy bien planteada y presenta una gran cantidad de información pero muy bien estructurada. La planificación del menú es semanal, aunque puedes cargar los datos de todo el mes y está compuesta por cinco comidas. El almuerzo y la cena pueden contener un primer y un segundo plato, aunque puede modificarse sin problema y elegir un plato único. Además, podemos ver en detalle de todas las comidas de un día, con foto de todos los platos y una gráfica de las calorías, hidratos, grasas y proteínas a consumir a lo largo del día. En cuanto a las recetas, están bien explicadas y generalmente compuestas para cuatro comensales. Como posibles mejoras para perfeccionar aún más la herramienta se podría desarrollar una aplicación para dispositivos móviles y permitir elegir el tipo de menú, por ejemplo, vegetariano o bajo en carbohidratos.

En la Tabla 2.2 se resumen las características de las aplicaciones estudiadas. En la primera columna se indica el nombre de la aplicación y la referencia bibliográfica, en la segunda columna se muestra las diferentes versiones disponibles, la tercera columna identifica el idioma de la aplicación, en la cuarta

columna se especifica el precio de la versión que permite acceder a todas las características y servicios disponibles, la quinta columna diferencia entre el tipo de planificación automática o manual e indica el rango de tiempo de dicha planificación, la sexta columna indica si existe la posibilidad de personalizar los menús, ya sea eligiendo el tipo de dieta o pudiendo cambiar un plato por otro, entre otras opciones y por último, la séptima columna menciona una valoración subjetiva de la calidad de la interfaz y el diseño de la aplicación.

Nombre	Versión	Idioma	Precio	Planificación	Personalización de Menús	Interfaz y diseño
Alimentador [1]	Web	Español	84.75 €/año	Manual (diaria)	Si	Mala
Cook Smarts [7]	Web	Inglés	8 \$/mes	Automática (semanal)	Si	Buena
Menuterraneus [24]	Web, iOS y Android	Español	Gratuita	Automática (semanal)	Si	Buena
Mealime [23]	Web, iOS y Android	Inglés	Gratuita	Automática (diaria)	Si	Buena
Nestlé Menú Planer [25]	Web	Español	Gratuita	Automática (semanal)	Si	Buena

Tabla 2.2: Resumen de las aplicaciones.



# Capítulo 3

## Tecnologías

Para llevar a cabo este proyecto y como parte del proceso de diseño del servicio web, se ha realizado un análisis de las tecnologías y herramientas existentes y, una vez seleccionadas, se ha buscado la documentación asociada a cada una de ellas. En este capítulo se describen y definen las tecnologías y herramientas utilizadas para desarrollar el proyecto.

### 3.1. Balsamiq



Figura 3.1: *Wireframe* de la página de inicio.

*Balsamiq* [2] es una herramienta de diseño de *wireframes* (guía visual que representa el esqueleto o estructura visual de un sitio web [33]) muy fácil de utilizar. Dispone de una versión para descargar en el ordenador y otra para trabajar en un editor en la nube desde su propia página web. Ambas versiones son de pago pero bajo registro se puede disponer de treinta días de prueba. *Balsamiq* permite crear interfaces de usuario para todos los tipos de dispositivos de manera rápida ya que solo se tiene que arrastrar y colocar el elemento deseado y definir el tamaño y el color.

En la Figura 3.1 se muestra un diseño de la interfaz de usuario de la página inicial de la plataforma. Se ha optado por un diseño sencillo y claro.



Figura 3.2: *Wireframe* de la página de elaboración de platos.

En la Figura 3.2 se puede apreciar el diseño realizado para que los usuarios puedan crear sus propios platos. Se deberá indicar el nombre de la receta, una descripción opcional, el número de comensales y luego ir añadiendo cada uno de los ingredientes que componen la receta.

## 3.2. Ruby on Rails

*Ruby on Rails* [28] es un *framework web* que permite crear aplicaciones web basándose en el patrón de diseño Modelo-Vista-Controlador (MVC). Tal y como indica su nombre está escrito en el lenguaje de programación *Ruby*, es un proyecto de código abierto y completamente gratuito.

*Rails* incluye por defecto algunas librerías y *frameworks* de gran utilidad, como *Active Record* que conecta clases *Ruby* con tablas de bases de datos relacionales, o *Action Mailer* que permite crear y enviar correos electrónicos.

### 3.2.1. Model-Vista-Controlador

Como se ha mencionado en la sección 3.2, *Rails* sigue el patrón de diseño Modelo-Vista-Controlador (MVC). Este paradigma permite separar los datos y la lógica de negocio de la representación final que se le ofrece al usuario en una aplicación web.

A continuación se definen los tres elementos presentes en el MVC:

- **Modelo:** se trata del componente central y es el encargado de manejar los datos de la aplicación, normalmente consultando una base de datos.
- **Controlador:** es el responsable de manejar las solicitudes HTTP del navegador solicitando los datos al modelo y generando una respuesta adecuada en forma de vista. Normalmente la respuesta generada por el controlador es una vista HTML pero los controladores de *Rails* también pueden devolver XML, PDF o JSON.
- **Vista:** se hace cargo de la representación gráfica de los datos, es decir, se trata de la interfaz gráfica de usuario.

### 3.2.2. RubyGems

Una de las grandes ventajas de *Rails* es la posibilidad de añadir librerías externas que aportan funcionalidades extras. Estas librerías se llaman gemas y se pueden descargar a través de *RubyGems* [29], el servicio de alojamiento de gemas de la comunidad de *Ruby*. Para desarrollar la aplicación web planteada en este trabajo se han utilizado las siguientes gemas:

- **Bootstrap** [10]: permite utilizar Bootstrap en la aplicación.
- **JQuery-rails** [12]: permite utilizar JQuery en la aplicación.
- **Bcrypt** [9]: permite encriptar las contraseñas de los usuarios.
- **Will\_paginate** [16]: facilita la paginación de elementos en las vistas
- **Easy\_translate** [11]: traduce el texto indicado utilizando *Google Translate*.
- **Wicked\_pdf** [15]: genera archivos en formato pdf mediante plantillas en HTML.
- **Sqlite3** [14]: permite crear una base de datos utilizando *Sqlite3* y conectarla con *Active Record*.
- **PG** [13]: permite crear una base de datos utilizando *PostgreSQL* y conectarla con *Active Record*.

### 3.3. Bootstrap

*Bootstrap* [4] es un *framework* gratuito y de código abierto que facilita el diseño del *front-end* de una aplicación web. *Bootstrap* dispone de una librería extensa de componentes *HTML*, *CSS* y *JavaScript*, incluyendo tipografías, botones y formularios.

Una de las características más importantes de este *framework* consiste en que todos sus elementos son responsivos, es decir, se ajustan a todo tipo de dispositivos. Toda la interfaz de usuario de la aplicación planteada en este trabajo está desarrollada utilizando *Bootstrap*, por lo que se puede acceder a la misma desde cualquier tipo de ordenador, *smartphone* o *tablet*.

### 3.4. Rspec y Capybara

*Rspec* [27] es un lenguaje de dominio específico (DSL) escrito en *Ruby* que permite realizar pruebas en códigos *Ruby* basándose en el desarrollo dirigido por pruebas (TDD). Para este proyecto se ha utilizado *Rspec* para comprobar el correcto funcionamiento de los modelos de la plataforma. En la Figura 3.3 se puede ver un ejemplo de un test realizado para el modelo de usuarios utilizando *Rspec*.

```
RSpec.describe User, :type => :model do

  before :each do
    @new_user = User.new( name: "Alejandro",
                          surname: "Arzola",
                          email: "alu0100814712@ull.edu.es",
                          password:"12345678")
  end

  it "Se puede crear un nuevo usuario" do
    @new_user.save
    expect(User.find(1)).to eq(@new_user)
  end

end
```

Figura 3.3: Test de ejemplo utilizando Rspec.

*Capbara* [5] es un lenguaje de dominio específico (DSL) que permite realizar pruebas que simulan el comportamiento de un usuario interactuando con una página web. Se puede enlazar perfectamente con un proyecto de *Ruby on Rails* que contenga pruebas con *Rspec*. En la Figura 3.4 se muestra un ejemplo de test utilizando *Capbara* en el que se prueba que al iniciar sesión el usuario es redirigido a la página de inicio.

```
RSpec.describe "Control de accesos", :type => :feature do

  it "Al iniciar sesión se redirige al usuario a la página inicial" do
    User.create!(name: "admin",
                 surname: "admin",
                 email: "admin@cloudcanteen.com",
                 password: "admin123",
                 password_confirmation: "admin123",
                 admin: true,
                 activated: true,
                 activated_at: Time.zone.now)

    visit login_path
    fill_in 'session_email', with: 'admin@cloudcanteen.com'
    fill_in 'session_password', with: 'admin123'
    click_button 'Iniciar Sesión'
    expect(200).to eq(page.status_code)
    expect(current_path).to eql(root_path)
  end
end
```

Figura 3.4: Test de ejemplo utilizando Capbara.

En el Capítulo 5 se describe con más detalle las pruebas realizadas utilizando *Rspec* y *Capbara*.

## 3.5. Heroku

*Heroku* [19] es una plataforma como servicio (*PaaS*) de computación en la nube que permite realizar el despliegue de aplicaciones en la web. Dispone de diversos planes dependiendo de las características y necesidades de cómputo. En nuestro caso hemos optado por el plan gratuito que ofrece 512 MB de memoria RAM y permite personalizar el dominio. La aplicación es accesible mediante el siguiente enlace:

<https://cloudcanteen.herokuapp.com/>

## 3.6. GitHub

*GitHub* [18] es un servicio de almacenamiento web para repositorios con control de versiones utilizando *Git* [17]. Para este proyecto se ha creado un repositorio privado en el que se encuentran alojados todos ficheros con el código fuente de la aplicación y los ficheros en  $\text{L}^{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$  [22] para generar la presente memoria.

Para aprovechar todo el potencial que ofrece *GitHub*, además de alojar el repositorio, se creó un *Project* (véase la Figura 3.5) para utilizarlo a modo de tabla Kanban [21] en la que se indican las tareas pendientes, las tareas en las que se está trabajando y las tareas finalizadas. Cada una de estas tareas consistía en un *Issue* en el que se indicaba con más detalle el problema o error a solucionar o las nuevas funcionalidades a implementar.

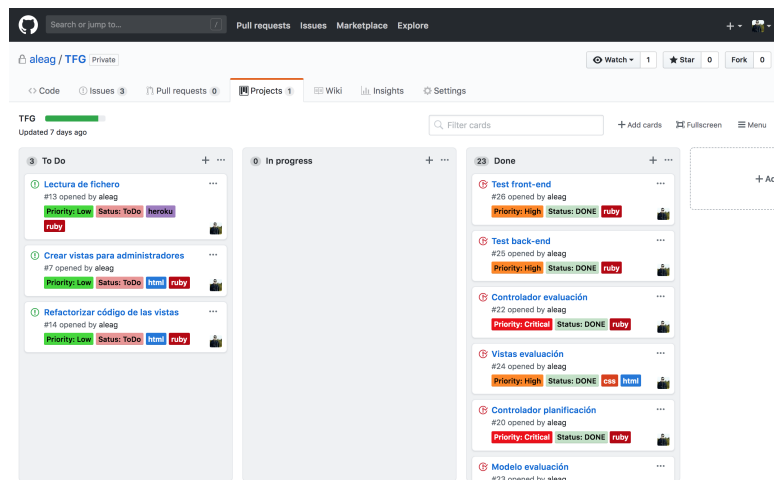


Figura 3.5: Captura de pantalla del *Project* en GitHub.

# Capítulo 4

## CloudCanteen

Una vez definidas las tecnologías utilizadas, en este capítulo se explica el funcionamiento de CloudCanteen, el servicio web desarrollado.

### 4.1. Descripción

*CloudCanteen* [6] es un servicio web para la planificación y evaluación de menús escolares. Permite a sus usuarios crear recetas y planes diarios, para posteriormente evaluar la calidad de los mismos. Para cada alimento, receta y planificación disponible en la plataforma es posible visualizar todos sus datos nutricionales, así como descargarlos en formato PDF y JSON.



Figura 4.1: Logo CloudCanteen.

Como se ha comentado en la sección 3.5, se puede acceder al prototipo mediante el siguiente enlace:

<https://cloudcanteen.herokuapp.com/>

En la Figura 4.1 se puede ver el logo de *CloudCanteen*, que ha sido diseñado utilizando la herramienta *Inkscape* [20] y hace referencia a las bandejas en las que se sirven los alimentos en los comedores escolares.

## 4.2. Página de inicio

La página de inicio es la primera imagen que tienen los usuarios de la plataforma, por lo que se ha seguido un diseño sencillo y minimalista. A través de esta página los nuevos usuarios pueden registrarse o iniciar sesión si ya tienen una cuenta creada. Como se puede ver en la Figura 4.2 en la página de inicio también se han indicado las características principales de *CloudCanteen*.

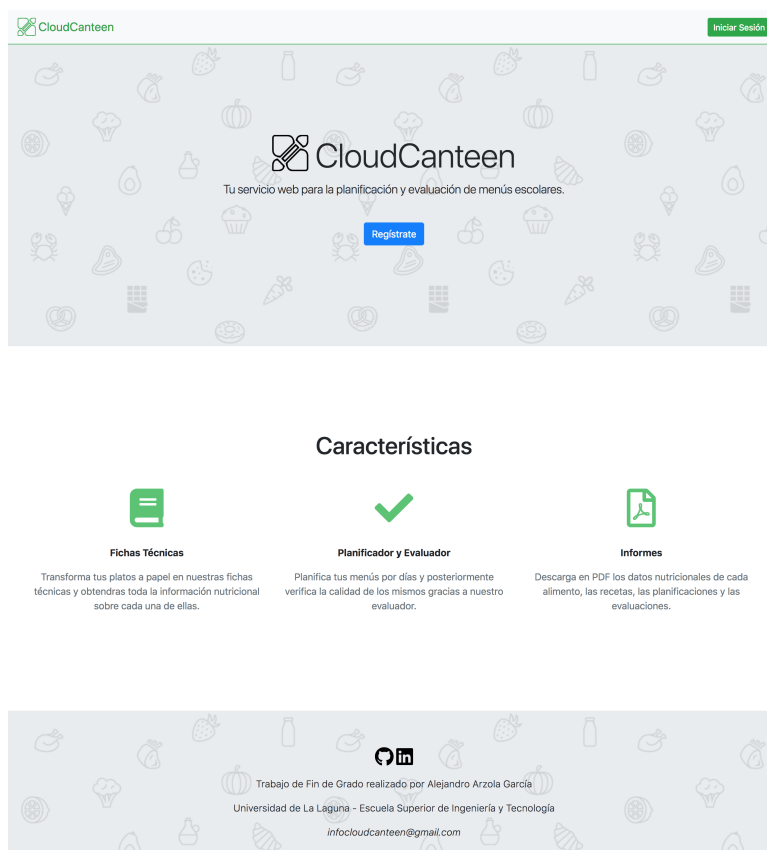


Figura 4.2: Captura de pantalla de la página de inicio de CloudCanteen.

## 4.3. Usuarios

Para poder acceder a todas las funcionalidades, los usuarios deben registrarse previamente. Para ello, deben completar un formulario en el que deben indicar su nombre y apellidos, correo electrónico, contraseña y de manera opcional, el colegio o empresa al que pertenecen. Una vez se ha enviado el formulario correctamente, se almacenan los datos en la base de datos y se genera automáticamente un correo electrónico que recibe el usuario para activar su cuenta.

Una vez activada la cuenta el usuario ya puede iniciar sesión. Al realizar este procedimiento, el usuario puede seleccionar la opción “*Recordarme en este*



ordenador”, que genera una *cookie* en el navegador con una caducidad de veinte años. De esta forma no hará falta escribir el email y la contraseña cada vez que se quiera acceder al servicio. En caso de no seleccionar esta opción y olvidar la contraseña, el usuario puede completar otro formulario y recibir un enlace a través de un correo electrónico para reiniciar la contraseña.

En la Figura 4.3 se puede apreciar la página que se muestra al usuario una vez ha iniciado sesión. En la parte superior se encuentra la barra de navegación que permite acceder a las distintas secciones (Alimentos, Platos, Planificaciones y Evaluaciones), acceder a las opciones de usuario (Mi perfil y Modificar mi perfil), realizar una búsqueda o cerrar la sesión. La parte central de la página se divide en las diferentes secciones y se muestran accesos rápidos a distintas páginas de la plataforma.

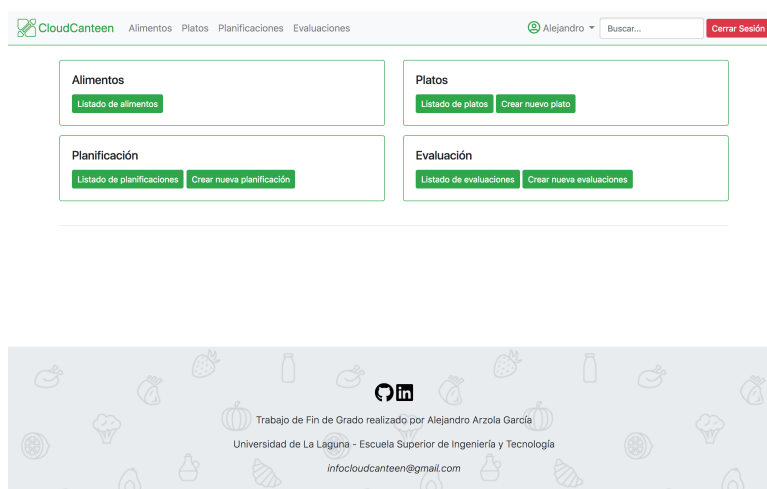


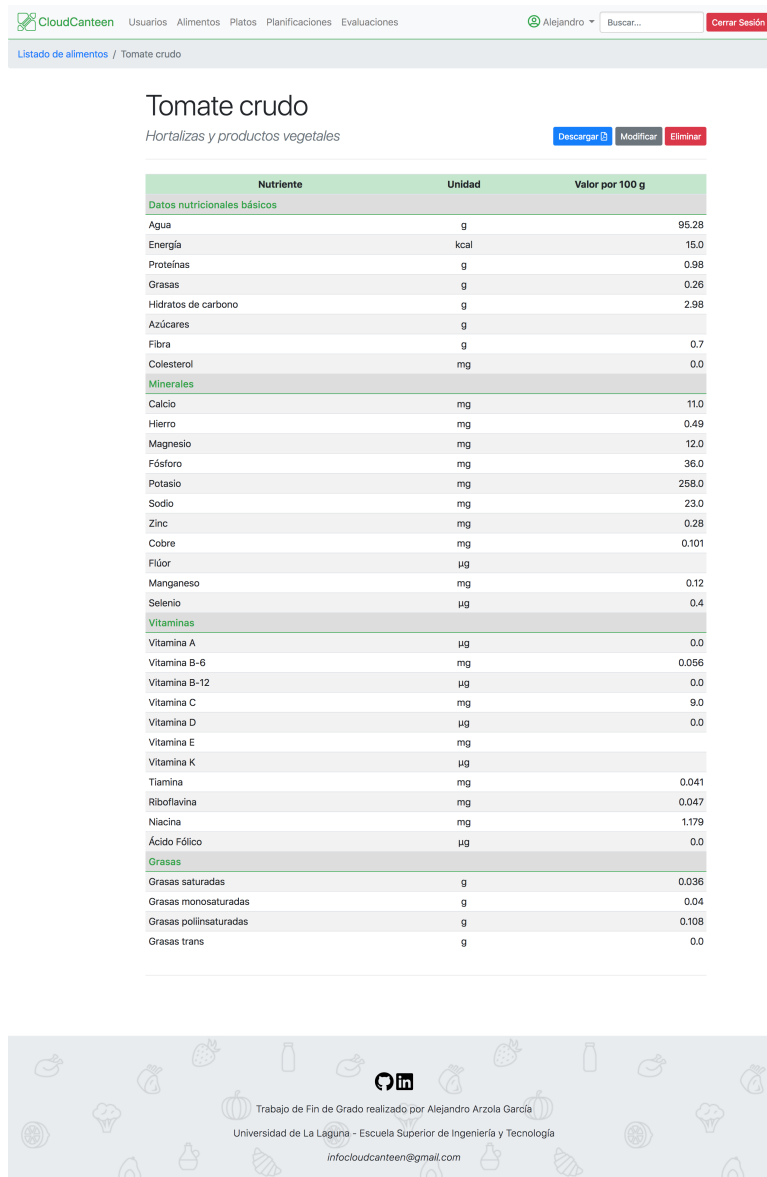
Figura 4.3: Captura de pantalla de la página tras iniciar sesión.

Como la mayoría de aplicaciones web, *CloudCanteen* dispone de unos usuarios especiales con privilegios, llamados administradores. Los administradores pueden eliminar usuarios y son los únicos que pueden añadir nuevos alimentos y sus datos nutricionales correspondientes. Los administradores solo pueden ser creados manualmente conectándose mediante conexión remota a la base de datos. Gracias a esta medida de seguridad, ningún usuario puede convertirse en administrador y falsear los datos o tomar el control de la plataforma eliminando a todos los usuarios.

## 4.4. Alimentos

Como se ha comentado en la sección 4.3, los administradores son los únicos usuarios que pueden crear y modificar los alimentos. Para ello deben rellenar un formulario indicando el nombre, el grupo alimentario y el valor por cada cien

gramos de cada nutriente. Debido a que este proceso es bastante lento, existe una alternativa para crear una gran cantidad de alimentos de forma más rápida y sencilla. Se deben crear tres ficheros de texto plano con el mismo formato que se indica en la versión descargable de la Base de Datos Nutricional del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos [41].



CloudCanteen Usuarios Alimentos Platos Planificaciones Evaluaciones Alejandro Buscar... Cerrar Sesión

Listado de alimentos / Tomate crudo

### Tomate crudo

Hortalizas y productos vegetales Descargar Modificar Eliminar

Nutriente	Unidad	Valor por 100 g
<b>Datos nutricionales básicos</b>		
Agua	g	95.28
Energía	kcal	15.0
Proteínas	g	0.98
Grasas	g	0.26
Hidratos de carbono	g	2.98
Azúcares	g	
Fibra	g	0.7
Colesterol	mg	0.0
<b>Minerales</b>		
Calcio	mg	11.0
Hierro	mg	0.49
Magnesio	mg	12.0
Fósforo	mg	36.0
Potasio	mg	258.0
Sodio	mg	23.0
Zinc	mg	0.28
Cobre	mg	0.101
Flúor	µg	
Manganeso	mg	0.12
Selenio	µg	0.4
<b>Vitaminas</b>		
Vitamina A	µg	0.0
Vitamina B-6	mg	0.056
Vitamina B-12	µg	0.0
Vitamina C	mg	9.0
Vitamina D	µg	0.0
Vitamina E	mg	
Vitamina K	µg	
Tiamina	mg	0.041
Riboflavina	mg	0.047
Niacina	mg	1.179
Ácido Fólico	µg	0.0
<b>Grasas</b>		
Grasas saturadas	g	0.036
Grasas monosaturadas	g	0.04
Grasas poliinsaturadas	g	0.108
Grasas trans	g	0.0

Trabajo de Fin de Grado realizado por Alejandro Arzola García  
 Universidad de La Laguna - Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología  
 infocloudcanteen@gmail.com

Figura 4.4: Captura de pantalla de la página de información de un alimento.

La base de datos americana dispone de una gran cantidad de datos, por lo que se ha realizado una selección para mostrar únicamente los datos de aquellos nutrientes que la Agencia española de Consumo, Seguridad alimentaria y Nutrición ha definido como obligatorios en [32].

Una vez los administradores han creado los alimentos, el resto de usuarios puede acceder a ellos y consultar sus datos nutricionales, así como descargarlos en formato PDF, tal y como se muestra en la Figura 4.4.

## 4.5. Platos

Todos los usuarios registrados pueden crear nuevos platos. Para crear un plato se debe completar un formulario como el que aparece en la Figura 4.5, en el que se debe indicar el nombre del plato, una descripción opcional, el número de comensales, los pasos para su elaboración también de manera opcional y por último, añadir los ingredientes que lo componen juntos con la cantidad y la unidad de medida.

CloudCanteen Usuarios Alimentos Platos Planificaciones Evaluaciones Alejandro Buscar... Cerrar Sesión

### Crear plato

Crea tus platos indicando su nombre, una descripción opcional, el número de comensales para los que está pensada, los pasos a seguir para su elaboración y los ingredientes que la componen.

Manual Fichero

#### Datos generales

Nombre\*

Descripción

Número de comensales\*

Pasos - Separar cada paso con:

Pelar y cortar las papas en finas tiras; Poner las papas en un bol con agua; ...

#### Ingredientes

Ingrediente 1		
Nombre*	Cantidad*	Unidad*
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Añadir alimento + Borrar

\* Campos obligatorios.

Crear plato

Trabajo de Fin de Grado realizado por Alejandro Arzola García  
Universidad de La Laguna - Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología  
infocloudcanteen@gmail.com

Figura 4.5: Captura de pantalla de la página para crear un plato.

Cuando se crea un plato de manera satisfactoria cualquier usuario puede consultarlo. Como se ve en la Figura 4.6 para cada plato se muestra el nombre del autor y la fecha de creación juntos con los datos que han sido completados en el formulario. Además de esto, en la parte inferior se construye una tabla con la suma de todos los datos nutricionales de cada alimento y se divide entre el número de comensales. De esta forma, el usuario puede conocer exactamente la cantidad de cada nutriente que va a ingerir cada comensal.

CloudCanteen Usuarios Alimentos Platos Planificaciones Evaluaciones admin Buscar... Cerrar Sesión

Listado de platos / Potaje de verduras

## Potaje de verduras (150 comensales)

Descargar Modificar Eliminar

### Datos

- Plato creado por: admin (Ver perfil)
- Fecha de creación: 19-06-2018
- Fecha de última modificación: 19-06-2018

### Ingredientes

- 2 kg de Pimientos rojo dulce
- 300 g de Ajo
- 4 kg de Cebollas
- 1 kg de Puerros
- 10 g de Aceite de oliva
- 2 kg de Acelgas
- 2 kg de Espinacas
- 4 kg de Col
- 15 kg de Calabacín
- 15 kg de Calabaza
- 15 kg de Zanahorias
- 15 kg de Papas
- 500 g de Sal
- 88 l de Agua

### Datos Nutricionales

Nutriente	Unidad	Valor por persona
<b>Datos nutricionales básicos</b>		
Agua	g	1032.371
Energía	kcal	195.036
Proteínas	g	6.805
Grasas	g	1.019
Hidratos de carbono	g	44.109
Azúcares	g	13.847
Fibra	g	8.469
Colesterol	mg	0.0
<b>Minerales</b>		
Calcio	mg	186.754
Hierro	mg	3.305
Magnesio	mg	107.933
Fósforo	mg	210.193
Potasio	mg	1603.621
Sodio	mg	1434.675
Zinc	mg	1.46
Cobre	mg	0.45
Flúor	µg	3.827
Manganeso	mg	0.927
Selenio	µg	1.834
<b>Vitaminas</b>		
Vitamina A	µg	1402.133
Vitamina B-6	mg	0.843
Vitamina B-12	µg	0.0
Vitamina C	mg	90.431
Vitamina D	µg	0.0
Vitamina E	mg	2.701
Vitamina K	µg	219.887
Tiamina	mg	0.301
Riboflavina	mg	0.365
Niacina	mg	3.509
Ácido Fólico	µg	0.0
<b>Grasas</b>		
Grasas saturadas	g	0.247
Grasas monosaturadas	g	0.103
Grasas poliinsaturadas	g	0.324
Grasas trans	g	0.0

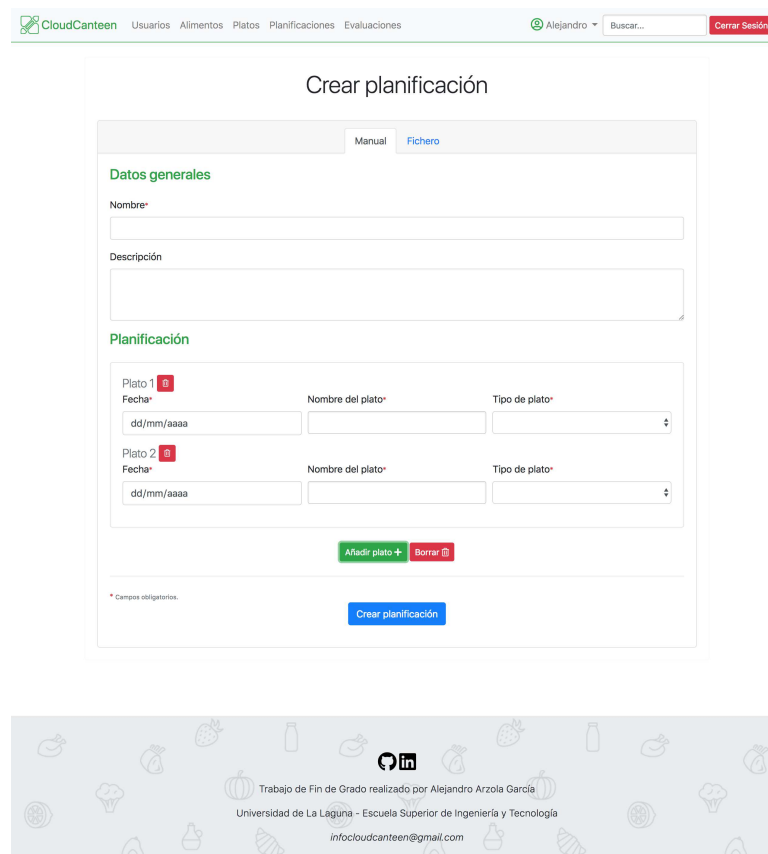
Trabajo de Fin de Grado realizado por Alejandro Arzola García  
 Universidad de La Laguna - Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología  
 infocloudcanteen@gmail.com

Figura 4.6: Captura de pantalla de la página que muestra un plato.

Los platos pueden descargarse en formato PDF y también en formato JSON. Los platos también pueden crearse de forma alternativa subiendo un fichero JSON con el formato adecuado.

## 4.6. Planificaciones

Al igual que en el caso de los platos, cualquier usuario puede crear todas las planificaciones que quiera, pero con una diferencia, las planificaciones son privadas ya que únicamente el autor es el único que puede visualizarla. Sin embargo, como los platos son públicos, en una planificación se pueden añadir platos creados por otros usuarios.



La imagen muestra una captura de pantalla de la interfaz de usuario de CloudCanteen para crear una planificación. El encabezado de la página incluye el logo de CloudCanteen, un menú de navegación con 'Usuarios', 'Alimentos', 'Platos', 'Planificaciones' y 'Evaluaciones', el nombre de usuario 'Alejandro', un campo de búsqueda y un botón 'Cerrar Sesión'. El título principal de la sección es 'Crear planificación'. Debajo de este título hay dos pestañas: 'Manual' (seleccionada) y 'Fichero'. El formulario está dividido en dos secciones: 'Datos generales' y 'Planificación'. En 'Datos generales', hay un campo obligatorio para 'Nombre' y un campo opcional para 'Descripción'. La sección 'Planificación' contiene una lista de platos. Cada plato tiene un campo para 'Fecha' (formato dd/mm/aaaa), un campo para 'Nombre del plato' y un menú desplegable para 'Tipo de plato'. Hay botones 'Añadir plato +' y 'Borrar' para gestionar la lista. Al final del formulario, hay un botón 'Crear planificación' y un asterisco que indica que los campos marcados con \* son obligatorios. En la parte inferior de la imagen, hay un banner con un fondo decorativo de alimentos y el texto: 'Trabajo de Fin de Grado realizado por Alejandro Arzola García', 'Universidad de La Laguna - Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología' y el correo electrónico 'infocloudcanteen@gmail.com'.

Figura 4.7: Captura de pantalla de la página para crear una planificación.

Como se puede observar en la Figura 4.7 el método para crear una planificación también consiste en un formulario. Este formulario está compuesto por un nombre, una descripción opcional y finalmente los platos junto a la fecha y el tipo de plato (Primer Plato, Segundo Plato o Postre).

Del mismo modo que los platos, las planificaciones se pueden descargar en PDF y JSON y crear nuevas planificaciones mediante JSON.

CloudCanteen Usuarios Alimentos Platos Planificaciones Evaluaciones Alejandro Buscar... Cerrar Sesión

### Crear planificación

Manual Fichero

**Datos generales**

Nombre\*

Descripción

**Planificación**

Plato 1 ✖

Fecha\* dd/mm/aaaa Nombre del plato\* Tipo de plato\*

Plato 2 ✖

Fecha\* dd/mm/aaaa Nombre del plato\* Tipo de plato\*

Añadir plato + Borrar

\* Campos obligatorios.

Crear planificación

Trabajo de Fin de Grado realizado por Alejandro Arzola Garcia  
Universidad de La Laguna - Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología  
infocloudcanteen@gmail.com

Figura 4.8: Captura de pantalla de la página para mostrar una planificación.

La Figura 4.8 muestra un ejemplo de planificación. Para mejorar la usabilidad de la plataforma se ha añadido a un enlace para poder acceder rápidamente a la información de cada plato y para mantener un estilo de visualización claro y sencillo, si el plan supera los cinco días se genera una nueva fila.

## 4.7. Evaluaciones

Dado que los planes son privados, las evaluaciones solo se pueden realizar sobre planificaciones creadas por el usuario. En ningún caso se podrán realizar o visualizar evaluaciones de otros usuarios.

Para crear una nueva evaluación se debe cumplimentar otro formulario en el que se indica el nombre de la evaluación, una descripción opcional, la planificación a evaluar y el rango de edad. Indicar el rango de edad es obligatorio, ya que dependiendo de la edad de los comensales la cantidad de nutrientes que deben ingerir es diferente.

Para conocer la cantidad adecuada para cada rango de edad se ha seguido las recomendaciones definidas en PIPO [26]. Por ejemplo, del total de *kcal* recomendadas al día el 30 % corresponden al almuerzo. En cuanto a los hidratos de

carbono se recomienda entre 50-55 %, las grasas entre 25-35 % y las proteínas entre 15-20 %.

The screenshot shows the 'Evaluación sobre junio 2018' page in the CloudCanteen system. At the top, there is a navigation bar with 'CloudCanteen' logo and menu items: 'Usuarios', 'Alimentos', 'Platos', 'Planificaciones', 'Evaluaciones'. A user profile 'Alejandro' and a search bar are also visible. Below the navigation, the page title is 'Evaluación sobre junio 2018' with buttons for 'Descargar', 'Modificar', and 'Eliminar'. A list of evaluation criteria is shown: 'Evaluación realizada sobre: Plan de junio 2018' and 'Dirigida a niños de: 9 a 13 años.' The main content is a table of five days, each with a date, a status icon, and a list of meals categorized by 'Primer Plato', 'Segundo Plato', and 'Postre'.

Fecha	Estado	Primer Plato	Segundo Plato	Postre
08-06-2018	Rojo	Potaje de verduras	Chicharos, mojo y papas guisadas	Fruta natural
11-06-2018	Verde	Sopa de pescado	Estofado de ternera y cuscús con verduras	Fruta natural
12-06-2018	Amarillo	Tallarines a la boloñesa	Pechuga de pollo con queso	Fruta natural
13-06-2018	Rojo	Arroz a la cubana	Fruta natural	
14-06-2018	Verde	Puré de calabaza	Tortilla española con jamón	Fruta natural

Figura 4.9: Captura de pantalla de la página para mostrar una evaluación.

Siguiendo estas recomendaciones se ha procedido a evaluar la calidad de las planificaciones. Para ello se ha generado un código de colores para que el usuario entienda perfectamente el resultado de la evaluación. El color verde indica que las cantidades de los valores nutricionales están dentro de los márgenes adecuados, el color amarillo supone que los valores nutricionales están hasta un 5 % por encima de los valores recomendados y el color rojo implica que está muy alejado de los valores saludables. En la Figura 4.9 se puede ver una evaluación de ejemplo, en la que hay dos días correctos (color verde), un día ligeramente fuera de los márgenes (color amarillo) y dos días fuera de los márgenes (color rojo).

Para aportar mayor información al usuario, si se hace *click* en la fecha se despliega un *popup* tal y como se muestra en la Figura 4.10. En este *popup* se muestra la suma de todos los datos nutricionales de los platos para ese día y se resaltan con el mismo código de color explicado anteriormente los nutrientes evaluados.

Las evaluaciones también se pueden descargar en formato PDF, con el código de color y las tablas con los detalles de los datos nutricionales para cada día.

19-06-2018

### Datos Nutricionales

Nutriente	Unidad	Valor por persona
<b>Datos nutricionales básicos</b>		
Agua	g	1032.371
Energía	kcal	195.036
Proteínas	g	6.805
Grasas	g	1.019
Hidratos de carbono	g	44.109
Azúcares	g	13.847
Fibra	g	8.469
Colesterol	mg	0.0
<b>Minerales</b>		
Calcio	mg	186.754
Hierro	mg	3.305
Magnesio	mg	107.933
Fósforo	mg	210.193
Potasio	mg	1603.621
Sodio	mg	1434.675
Zinc	mg	1.46
Cobre	mg	0.45
Flúor	µg	3.827
Manganeso	mg	0.927
Selenio	µg	1.834
<b>Vitaminas</b>		
Vitamina A	µg	1402.133
Vitamina B-6	mg	0.843
Vitamina B-12	µg	0.0
Vitamina C	mg	90.431
Vitamina D	µg	0.0
Vitamina E	mg	2.701
Vitamina K	µg	219.887
Tiamina	mg	0.301
Riboflavina	mg	0.365
Niacina	mg	3.509
Ácido Fólico	µg	0.0
<b>Grasas</b>		
Grasas saturadas	g	0.247
Grasas monosaturadas	g	0.103
Grasas poliinsaturadas	g	0.324
Grasas trans	g	0.0

Figura 4.10: Captura de pantalla del *popup* con los detalles de una evaluación.



# Capítulo 5

## Verificación y pruebas

En este capítulo se detallarán las pruebas realizadas para verificar el correcto funcionamiento del servicio web así como los resultados obtenidos al evaluar menús reales de colegios de Canarias.

### 5.1. Pruebas Unitarias

En informática las Pruebas Unitarias o *Unit Testing* en inglés, son un método que permite probar y validar fragmentos de código individualmente.

Existen una gran cantidad de *frameworks* para realizar pruebas unitarias, pero como se ha mencionado en la Sección 3.4, en este trabajo se han escogido dos de las más populares: *Rspec* y *Capybara*.

*Rspec* se ha utilizado para realizar todas las pruebas relacionadas con los modelos del servicio web. Para organizar correctamente las pruebas, se ha utilizado la palabra reservada `describe`, que permite agrupar una serie de pruebas y para definir la prueba individualmente se utiliza la palabra reservada `it`. En la Figura 3.3 se puede ver una ejemplo de una de las pruebas realizadas para el modelo de los usuarios.

Por otro lado, *Capybara* se ha utilizado para simular el comportamiento de usuarios al intentar acceder y realizar diferentes acciones con la plataforma.

Este lenguaje de dominio específico sigue la misma dinámica que *Rspec* utilizando `describe` para agrupar y `it` para definir las pruebas. Sin embargo, añade nuevas funcionalidades muy útiles, como poder visitar una página y comprobar que se puede acceder correctamente o rellenar un formulario. En la Figura 3.4 se muestra una prueba definida mediante *Capybara* utilizando algunas de estas funcionalidades añadidas: `visit` y `fill_in`.

```

Randomized with seed 22611

Evaluation
Se puede crear una nueva evaluación
Se puede editar una evaluación existente
Debe tener nombre
Debe tener rango de edad
Se puede eliminar una evaluación existente
Debe pertenecer a un plan

Recipe
Se pueden crear dos platos con el mismo nombre
Se puede eliminar un plato existente
Debe tener nombre
Debe pertenecer a un usuario
Debe indicarse el número de comensales
Se pueden eliminar los alimentos
Se puede editar un plato existente
Se pueden añadir alimentos indicando cantidad y unidad
Se puede crear un nuevo plato

User
Debe tener nombre
No puede existir dos usuarios con el mismo email
Se puede eliminar un usuario existente
Debe tener un email válido
Se puede crear un nuevo usuario
Debe tener apellidos
Debe tener email
Se puede editar un usuario existente

Plan
Se puede eliminar un plan existente
Se puede editar un plan existente
Se pueden añadir platos al plan
Debe tener nombre
Se puede crear un nuevo plan
Debe pertenecer a un usuario
Se pueden eliminar platos de un plan

Ingredient
Debe tener grupo de alimento
Se puede crear un nuevo alimento
Se puede eliminar un alimento existente
Se puede editar un alimento existente
Debe tener nombre
No puede existir dos alimentos con el mismo nombre

Control de accesos
Se puede acceder a la página principal sin iniciar sesión
No se puede acceder al listado de usuarios al iniciar sesión sin ser administrador
No se puede acceder al listado de evaluaciones sin iniciar sesión
No se puede acceder al listado de planificaciones sin iniciar sesión
No se puede acceder al listado de usuarios sin iniciar sesión
Se puede acceder al listado de usuarios al iniciar sesión como administrador
Se puede acceder al listado de recetas al iniciar sesión
No se puede acceder al listado de recetas sin iniciar sesión
Se puede acceder al listado de alimentos al iniciar sesión
Se puede acceder al listado de evaluaciones al iniciar sesión
Se puede acceder al listado de planificaciones al iniciar sesión
Al introducir una contraseña incorrecta no se inicia sesión
Al iniciar sesión se redirige al usuario a la página inicial
No se puede acceder al listado de alimentos sin iniciar sesión
Al cerrar sesión se redirige al usuario a la página principal

Finished in 1.42 seconds (files took 1.01 seconds to load)
51 examples, 0 failures

```

Figura 5.1: Resultados obtenidos al ejecutar las expectativas.

Los resultados obtenidos al ejecutar ambos *frameworks* de prueba se pueden observar en la Figura 5.1. Se han realizado un total de 51 pruebas, todas ellas superadas con éxito. En general, para los modelos se ha verificado que se pudieran crear y eliminar registros y que no se podían añadir registros a las tablas sin alguno de los atributos obligatorios. En el caso de *Capybara* se ha comprobado que los usuarios solo podían acceder a aquellas páginas para las que tenían permiso.

## 5.2. Resultado de pruebas en entorno real

Al finalizar las pruebas de software se ha procedido a probar algunos menús reales de colegios de Canarias. Gracias al convenio firmado con el Instituto Canario de Calidad Agroalimentaria (ICCA) se ha tenido acceso a los menús de los siguientes colegios:

- C.E.I.P. Capellanía del Yágabo (Lanzarote).
- C.E.I.P. Princesa de Tejina (Tenerife).

CloudCanteen Usuarios Alimentos Platos Planificaciones Evaluaciones admin Buscar... Cerrar Sesión

Listado de evaluaciones / Evaluación c.e.i.p. capellanía del yágabo

### Evaluación c.e.i.p. capellanía del yágabo

Descargar Modificar Eliminar

- Evaluación realizada sobre: [Plan c.e.i.p. capellanía del yágabo](#)
- Dirigida a niños de: 14 a 18 años.

19-06-2018

Primer Plato  
**Potaje de verduras**

Segundo Plato  
**Calamares en salsa con arroz**

Postre  
**Fruta natural (plátano)**

Trabajo de Fin de Grado realizado por Alejandro Arzola García  
Universidad de La Laguna - Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología  
infocloudcanteen@gmail.com

Figura 5.2: Evaluación a un menú del C.E.I.P. Capellanía del Yágabo.

En la Figura 5.2 se muestra una de las pruebas realizadas sobre un menú real del C.E.I.P. Capellanía del Yágabo compuesto por: un primer plato, segundo plato y postre. Como se puede ver, el resultado obtenido indica que el menú no se encuentra dentro de los márgenes saludables ya que está resaltado con el color rojo.

Si se entra en detalle en los datos nutricionales evaluados (véase la Figura 5.3), se puede comprobar que en cuanto a las *kcal* el menú está dentro de los márgenes correctos, pero en la distribución de porcentajes de grasas, hidratos y proteínas existe un desequilibrio que se debe solucionar, especialmente la cantidad de grasas y proteínas.

19-06-2018 ×

---

Datos Nutricionales

Nutriente	Unidad	Valor por persona
Datos nutricionales básicos		
Agua	g	1263.19
Energía	kcal	734.185 <span>✓</span>
Proteínas	g	67.457 <span>✗</span>
Grasas	g	7.933 <span>✗</span>
Hidratos de carbono	g	100.323 <span>!</span>

Figura 5.3: Detalle de evaluación a C.E.I.P. Capellanía del Yágabo.

# Capítulo 6

## Conclusiones y líneas futuras

En este capítulo se plasman las conclusiones obtenidas al finalizar este trabajo y se plantean una serie de líneas futuras de mejora del servicio web.

### 6.1. Conclusiones

Llevar una dieta saludable y equilibrada es uno de los pilares básicos para mejorar nuestra calidad de vida. Sin embargo, el sobrepeso, la obesidad o la diabetes son claros ejemplos de que no estamos cuidando nuestra alimentación y la tendencia que muestran los datos estadísticos es aún más alarmante, especialmente en el caso de los niños.

*CloudCanteen* es una herramienta que nace con el objetivo de ayudar a los colegios a planificar y evaluar los menús de sus comedores para tratar de crear buenos hábitos alimentarios en los niños y adolescentes y tratar de combatir problemas derivados de una mala alimentación.

Realizar este Trabajo Fin de Grado me ha permitido afianzar todos los conocimientos adquiridos durante estos años en el Grado en Ingeniería Informática, especialmente los relacionados con las tecnologías web. He aprendido a utilizar una gran cantidad de tecnologías y herramientas que no conocía previamente como *Ruby on Rails* o  $\text{\LaTeX}$  que han supuesto un verdadero reto para mí.

### 6.2. Líneas futuras

Aunque *CloudCanteen* es un prototipo completamente funcional todavía es posible añadir una gran cantidad de nuevas características en el futuro:

- **Planificación automática.** Añadir un sistema de planificación automática que genere menús saludables y variados que cumplan con las condiciones necesarias para superar las evaluaciones.
- **Alérgenos.** Para cada receta indicar los alimentos o sustancias que suponen un riesgo para las personas que sufren alergias o intolerancias alimentarias.
- **Valoraciones y comentarios.** Permitir a los usuarios calificar las recetas, marcarlas como favoritas o escribir comentarios al autor.
- **Idiomas.** Añadir, como mínimo, una versión en inglés con vistas a una expansión futura de la plataforma a nuevos mercados.
- **Accesibilidad.** Realizar los cambios necesarios para superar una auditoría de accesibilidad web y obtener el nivel de conformidad AA en base a las pautas WCAG 2.0.

# Capítulo 7

## Summary and Conclusions

This chapter presents the conclusions and future work of improving the web service.

### 7.1. Conclusions

Eating a healthy and balanced diet is one of the basic pillars to improve our quality of life. However, overweight, obesity or diabetes are clear examples that we are not taking care of our diet and the tendency shown by statistical data is even more alarming, especially in the case of children.

CloudCanteen is a tool born with the aim of helping schools to plan and evaluate the menus of their school canteens to try to create good eating habits in children and teenagers and try to combat problems arising from poor diet.

Carrying out this Final Degree Project has allowed me to consolidate all the knowledge acquired during these years in the Computer Engineering Degree, especially those related to web technologies. I have learned to use a lot of technologies and tools that I did not know previously such as Ruby on Rails or Latex that have been a real challenge for me.

### 7.2. Future works

Although *CloudCanteen* is a fully functional prototype it is still possible to add a lot of new features in the future:

- **Automatic planning.** Add an automatic planning system that generates healthy and varied menus that meet the necessary conditions to pass the evaluations.

- **Allergens.** Add, at least, an English version for future expansion of the platform to new markets.
- **Ratings and comments.** Allow users to rate recipes, mark them as favorites or write comments to the author.
- **Languages.** For each recipe indicate foods or substances that pose a risk to people suffering from food allergies or intolerances.
- **Accessibility.** Make the necessary changes to pass a web accessibility audit and obtain the AA compliance level based on the WCAG 2.0 guidelines.



# Capítulo 8

## Presupuesto

En este capítulo se presenta una estimación del presupuesto necesario para la realización de este proyecto.

### 8.1. Presupuesto

Tarea	Horas	Precio	Subtotal
Revisión bibliográfica	60h	15€/h	900€
Diseño del sistema	30h	20€/h	600€
Implementación del sistema	150h	20€/h	3000€
Evaluación del sistema	30h	15€/h	450€
Total			4950€

Tabla 8.1: Estimación de presupuesto.

Tal y como se indica en la Tabla 8.1, el presupuesto para desarrollar este proyecto ascendería a un total de 4950€, invirtiendo 270 horas.

# Bibliografía

- [1] Alimentador. <http://www.alimentador.es/>. Accedido en mayo de 2018.
- [2] Balsamiq. <https://balsamiq.com/>. Accedido en abril de 2018.
- [3] Base de datos española de composición de alimentos. <http://www.bedca.net/bdpub/>. Accedido en mayo de 2018.
- [4] Bootstrap. <https://getbootstrap.com/>. Accedido en junio de 2018.
- [5] Capybara. <https://github.com/teamcapybara/capybara>. Accedido en junio de 2018.
- [6] Cloudcanteen. <http://cloudcanteen.herokuapp.com/>. Accedido en junio de 2018.
- [7] Cook smarts. <https://www.cooksmarts.com/>. Accedido en mayo de 2018.
- [8] European food information resource. <http://www.eurofir.org/>. Accedido en mayo de 2018.
- [9] Gema bcrypt. <https://rubygems.org/gems/bcrypt>. Accedido en mayo de 2018.
- [10] Gema bootstrap. <https://rubygems.org/gems/bootstrap>. Accedido en mayo de 2018.
- [11] Gema easy\_translate. [https://rubygems.org/gems/easy\\_translate](https://rubygems.org/gems/easy_translate). Accedido en mayo de 2018.
- [12] Gema jquery-rails. <https://rubygems.org/gems/jquery-rails>. Accedido en mayo de 2018.
- [13] Gema pg. <https://rubygems.org/gems/pg>. Accedido en mayo de 2018.
- [14] Gema sqlite3. <https://rubygems.org/gems/sqlite3>. Accedido en mayo de 2018.

- [15] Gema wicked\_pdf. [https://rubygems.org/gems/wicked\\_pdf](https://rubygems.org/gems/wicked_pdf). Accedido en mayo de 2018.
- [16] Gema will\_paginate. [https://rubygems.org/gems/will\\_paginate](https://rubygems.org/gems/will_paginate). Accedido en mayo de 2018.
- [17] Git. <https://git-scm.com/>. Accedido en junio de 2018.
- [18] Github. <https://github.com/>. Accedido en junio de 2018.
- [19] Heroku. <https://www.heroku.com/>. Accedido en junio de 2018.
- [20] Inkscape. <https://inkscape.org/es/>. Accedido en junio de 2018.
- [21] Kanban. <https://kanbantool.com/kanban-board>. Accedido en junio de 2018.
- [22] Latex. <https://www.latex-project.org/>. Accedido en junio de 2018.
- [23] Mealime. <https://www.mealime.com/>. Accedido en mayo de 2018.
- [24] Menuterraneus. <http://menuterraneus.com/>. Accedido en mayo de 2018.
- [25] Nestlé menú planner. <https://www.nestlemenuplanner.es/>. Accedido en mayo de 2018.
- [26] Programa pipo. <http://www.programapipo.com/>. Accedido en mayo de 2018.
- [27] Rspec. <http://rspec.info/>. Accedido en junio de 2018.
- [28] Ruby on rails. <https://rubyonrails.org/>. Accedido en junio de 2018.
- [29] Rubygems. <https://rubygems.org/>. Accedido en junio de 2018.
- [30] Scopus. <https://www.scopus.com/home.uri>. Accedido en febrero de 2018.
- [31] G. Agapito, M. Simeoni, B. Calabrese, I. Caré, T. Lamprinoudi, P.H. Guzzi, A. Pujia, G. Fuiano, and M. Cannataro. Dietos: A dietary recommender system for chronic diseases monitoring and management. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 153:93–104, 2018.
- [32] Seguridad alimentaria y Nutrición Agencia española de Consumo. El etiquetado cuenta mucho. <http://eletiquetadocuentamucho.aecosan.msssi.gob.es/nutricional.html>. Accedido en junio de 2018.
- [33] Dan M. Brown. *Communicating Design: Developing Web Site Documentation for Design and Planning*. September 2010.

- [34] Organización Mundial de la Salud. Obesidad y sobrepeso. <http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>. Accedido en junio de 2018.
- [35] Organización Mundial de la Salud. Obesidad y sobrepeso infantil. <http://www.who.int/dietphysicalactivity/childhood/es/>. Accedido en junio de 2018.
- [36] M. Gurinovic, J. Milesevic, A. Kadvan, M. Nikolic, M. Zekovic, M. Djekic-Ivankovic, E. Dupouy, P. Finglas, and M. Glibetic. Development, features and application of diet assess & plan (dap) software in supporting public health nutrition research in central eastern european countries (ceec). *Food Chemistry*, 238:186–194, 2018.
- [37] Y.-C. Kan, K.-H. Chen, and H.-C. Lin. Developing a ubiquitous health management system with healthy diet control for metabolic syndrome health-care in taiwan. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 144:37–48, 2017.
- [38] T. Kashima, S. Matsumoto, and H. Ishii. Evaluation of menu planning capability based on multi-dimensional 0/1 knapsack problem of nutritional management system. *IAENG International Journal of Applied Mathematics*, 39(3), 2009.
- [39] Cultura y Deporte del Gobierno de España Ministerio de Educación. Las cifras de la educación en españa, curso 2015-2016 (edición 2018). <https://www.mecd.gob.es/servicios-al-ciudadano-mecd/estadisticas/educacion/indicadores-publicaciones-sintesis/cifras-educacion-espana/2015-16.html>. Accedido en junio de 2018.
- [40] H.C. Ngo, Y.-N. Cheah, O.S. Goh, Y.-H. Choo, H. Basiron, and Y.J. Kumar. A review on automated menu planning approaches. *Journal of Computer Science*, 12(12):582–596, 2016.
- [41] United States Department of Agriculture. Usda national nutrient database for standard reference. <https://www.ars.usda.gov/northeast-area/beltsville-md-bhnrc/beltsville-human-nutrition-research-center/nutrient-data-laboratory/docs/usda-national-nutrient-database-for-sta>. Accedido en junio de 2018.
- [42] Juan Manuel Ramos Pérez. Técnicas de optimización multi-objetivo aplicadas al problema de planificación de menús. Technical report, Universidad de La Laguna, Departamento de Ingeniería Informática y de Sistemas, 06 2016. <http://riull.ull.es/xmlui/handle/915/2611>.

- [43] A. Rocha, C. Afonso, M.C. Santos, C. Morais, B. Franchini, and R. Chilo. System of planning and evaluation of school meals. *Public Health Nutrition*, 17(6):1264–1270, 2014.
- [44] Japan Science and Technology Agency. Food composition datase. <http://fooddb.jp/>. No accesible a fecha marzo de 2018.