

ANEXO III
MEMORIA FINAL DEL PROYECTO

DATOS IDENTIFICATIVOS:

1. Título del Proyecto

HERRAMIENTAS DE CÁLCULO AL SERVICIO DE LA INGENIERÍA. PROGRAMA INFORMÁTICO DE DISEÑO Y CÁLCULO DE INSTALACIONES FRIGORÍFICAS DE CONSERVACIÓN DE PRODUCTOS AGROALIMENTARIOS.

2. Código del Proyecto

2016-1-5001

3. Coordinador/es del proyecto

Nombre y Apellidos	Departamento	Código del Grupo Docente
M^a Teresa Sánchez Pineda de las Infantas	Bromatología y Tecnología de Alimentos	44

4. Memoria del Proyecto

La memoria debe contener un mínimo de cinco y un máximo de DIEZ páginas, incluidas tablas y figuras, en el formato que se publicará en la página web de innovación. Los apartados que se incluirán serán:

➤ **Titulo**

HERRAMIENTAS DE CÁLCULO AL SERVICIO DE LA INGENIERÍA. PROGRAMA INFORMÁTICO DE DISEÑO Y CÁLCULO DE INSTALACIONES FRIGORÍFICAS DE CONSERVACIÓN DE PRODUCTOS AGROALIMENTARIOS.

➤ **Resumen**

Se ha elaborado un programa informático que permite el diseño y cálculo de instalaciones frigoríficas destinadas a conservación de productos agroalimentarios.

El programa informático diseñado recoge distintos módulos necesarios para el diseño de dichas instalaciones: 1) Determinación del volumen de almacén frigorífico necesario; 2) Determinación de las necesidades de aislamiento requeridas; 3) Cálculo de la potencia frigorífica requerida. Señalar que, aunque existen programas informáticos para el diseño de dichas instalaciones, es importante tener en consideración el elevado coste de los mismos. Asimismo, el programa informático tiene un carácter muy dinámico pudiéndose incorporar el material que realmente necesitan los alumnos: los avances en maquinaria, los nuevos materiales aislantes, los nuevos refrigerantes, etc.

El proyecto docente concedido ha tratado de fomentar la transferencia del conocimiento teórico a la práctica mediante la colaboración entre ramas de la Ingeniería, en concreto entre la Ingeniería Alimentaria y la Ingeniería Informática, impartidas ambas en la Universidad de Córdoba.

➤ **Palabra clave**

Refrigeración, alimentos, diseño, cálculo

➤ **Introducción (justificación del trabajo, contexto, experiencias previas y objetivos)**

La Ingeniería Térmica es uno de los pilares básicos de la formación de los futuros Graduados en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural y de los futuros Máster en Ingeniería Agronómica, porque tanto en el ejercicio libre de la profesión como en sus trabajos como consultores deben tener un conocimiento profundo del diseño y funcionamiento de las instalaciones de refrigeración, puesto que la mayoría de las plantas industriales que diseñan y auditan dichos Graduados e Ingenieros Agrónomos cuentan con instalaciones auxiliares en las que la refrigeración de los productos agroalimentarios en ellas procesados adquiere un papel preponderante.

Para llevar a cabo el diseño de las instalaciones frigoríficas destinadas a la conservación de alimentos, es absolutamente necesario contar con programas de cálculo de software libre que permitan el dimensionamiento y cálculo de dichas instalaciones de una forma precisa y rápida, ya que son muy numerosos los elementos de diseño y ejecución que deben ser tenidos en consideración, además de ser muy alta la complejidad inherente al cálculo de los propios ciclos frigoríficos que rigen el correcto funcionamiento de las citadas instalaciones.

Lo anteriormente expuesto justifica la colaboración entre las distintas ramas de la Ingeniería para llevar a cabo el diseño y cálculo de las citadas instalaciones, mediante el uso de programas informáticos de cálculo abiertos. De una parte están los Graduados en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural y los Másteres en Ingeniería Agronómica que son los profesionales de la Ingeniería que tienen competencias para realizar el diseño y cálculo de dichas instalaciones frigoríficas, mientras que, por otra parte, los Graduados en Ingeniería Informática son excelentes profesionales para analizar, diseñar y codificar los programas informáticos que permitan el diseño de dichas instalaciones auxiliares, presentes en todas las industrias agroalimentarias.

Asimismo, es muy importante considerar el hecho que no todos los estudiantes del Grado de Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural debido a la existencia de distintos itinerarios dentro de ese título cursan la asignatura Ingeniería Térmica en Industrias Agroalimentarias, mientras que, en el caso de los alumnos del Máster de Ingeniería Agronómica, el diseño de instalaciones frigoríficas es una materia obligatoria, de ahí la importancia de contar con una herramienta informática de fácil entendimiento y manejo que les facilite el diseño de instalaciones de conservación de alimentos en condiciones de refrigeración.

Igualmente debe ser tenido en cuenta el hecho que, por parte de las distintas Escuelas Técnicas, se está potenciado enormemente que sus estudiantes realicen sus Trabajos Fin de Grado llevando a cabo la resolución de problemas reales. En este sentido, la realización de programas informáticos de aplicación en el diseño de instalaciones frigoríficas de industrias agroalimentarias es un reto a satisfacer por parte de los estudiantes de Grado de Ingeniería Informática

Por lo tanto, y tras analizar la situación anteriormente expuesta, el proyecto de innovación docente solicitado ha pretendido poner a disposición de los profesionales del diseño de instalaciones frigoríficas de refrigeración una herramienta informática de software libre, de enorme utilidad para el diseño de dichas instalaciones, ya que los programas informáticos de cálculo actualmente disponibles tienen un coste económico elevado. Este proyecto además ha fomentado la transferencia del conocimiento teórico a la práctica mediante la colaboración entre ramas de la Ingeniería, en concreto entre la Ingeniería Alimentaria y la Ingeniería Informática, impartidas ambas en la Universidad de Córdoba.

Los integrantes de este proyecto de innovación han contado con su experiencia previa tanto en el diseño y cálculo de instalaciones frigoríficas destinadas a la conservación de productos agroalimentarios, como en el análisis, diseño y codificación de programas informáticos.

El objetivo general de este Proyecto de Innovación Docente ha sido el diseño de un programa informático para el cálculo de instalaciones frigoríficas de productos agroalimentarios que gestione los datos relacionados con variables constructivas (determinaciones de volúmenes necesarios y aislamiento térmico) así como de potencia frigorífica.

Dicho programa ha sido diseñado bajo el formato de software libre y es una síntesis de todos los conocimientos que los estudiantes de Ingeniería deben tener sobre el diseño y operación de una planta agroindustrial donde las instalaciones frigoríficas están invariablemente presentes.

- **Materiales y métodos** ((describir el material utilizado, exponer con suficiente detalle la experiencia realizada, así como la metodología seguida).

La metodología seguida en la realización de este proyecto de innovación docente tiene como pilar básico la experiencia docente en Ingeniería Térmica en Industrias Agroalimentarias de una profesora de Bromatología y Tecnología de Alimentos de la ETSIAM, la cual analizará los contenidos que el programa informático debe contener para llevar a cabo el diseño y cálculo de instalaciones frigoríficas de productos agroalimentarios, así como la experiencia docente en Ingeniería Informática de un profesor del departamento

de Informática y Análisis Numérico de la EPS de Córdoba, que será el encargado de supervisar el diseño y codificación de dicho programa informático, siendo ambos profesores los coordinadores de este proyecto de innovación docente.

Las fases de desarrollo del programa informático han sido:

Estudio y Análisis del Sistema.

- Familiarización con el entorno de desarrollo NetBeans, con el lenguaje de programación Java y con el gestor de bases de datos MySQL.
- Estudio de generadores de documentación, como Javadoc para generar la documentación del código.
- Análisis de requisitos:
 - Estudio de los diferentes datos necesarios para los cálculos de la cámara frigorífica: alimentos, aislantes, zonas geográficas, etc.
 - Estudio de los procesos necesarios para el diseño de la cámara frigorífica.
 - Especificación de las características de la interfaz.

Diseño.

- Diseño de datos:
 - Se transforma el modelo Entidad-Interrelación, creado durante el análisis, en el modelo Relacional que es utilizado en la implementación del sistema informático.
- Diseño arquitectónico
 - Se ha descrito la jerarquía de módulos que ha permitido la ejecución de los procesos necesarios para el diseño de las cámaras frigoríficas.
- Diseño de la interfaz
 - Se han descrito detalladamente las características gráficas para facilitar la comunicación entre el usuario y las distintas partes de la aplicación informática.

Codificación.

Se han traducido las especificaciones formales generadas en la fase de diseño a una especificación que sea entendible por el sistema de hardware, mediante codificación usando lenguaje de programación Java, junto con MySQL para la gestión de la base de datos.

Pruebas.

Se han realizado pruebas para verificar el correcto funcionamiento del software, así como para comprobar el buen comportamiento de los algoritmos que se han implementado.

Documentación.

Durante las fases anteriores, se han ido generando un conjunto de documentos que conforman la documentación del proyecto. Estos son: el Manual Técnico, Manual de Código y Manual de Usuario.

Los recursos utilizados en la realización de este proyecto de innovación docente han sido:

• Recursos de hardware:

- Equipo portátil Acer Aspire 1810TZ:
 - Procesador Intel U4100 1.3Ghz.

- Memoria Ram 3Gb.
- Tarjeta Gráfica Intel Mobile GMA 4500 M.

- **Recursos de software:**

- Sistema operativo para el desarrollo: Sistema Operativo Windows 7 64bits.
- Lenguaje de programación: Java 1.6.
- Entorno de desarrollo: NetBeans 8.0.1.
- Gestor de base de Datos: MySql.
- Herramientas para la documentación: Microsoft Word, Javadoc.
- Herramientas complementarias: cualquier visor de documentos PDF (como Adobe Reader).
- Herramientas para creación de diagramas entidad-relación (como DIA).

- **Recursos Humanos:**

- Los solicitantes de este proyecto de innovación docente y estudiantes de la ETSIAM.

➤ **Resultados y conclusiones** (concretar y discutir los resultados obtenidos con aportación de evidencias).

Se ha diseñado y ejecutado un programa informático en formato de software libre, que recoge los datos necesarios para realizar el diseño y ejecución de instalaciones auxiliares de refrigeración en industrias agrarias por parte de los estudiantes que cursan Ingeniería Térmica en Industrias Agroalimentarias en el Grado de Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural o Diseño e Ingeniería de Industrias Agroalimentarias en el Máster de Ingeniería Agronómica, futuros profesionales de la Ingeniería. El diseño y uso de dicho programa informático evidentemente ha estado guiado por los solicitantes de este proyecto. Además, el programa está a disposición de los alumnos de Ingeniería de la Universidad de Córdoba que inician su labor como proyectistas, una vez alcanzadas las competencias que sus estudios de Grado o Máster les otorgan.

Asimismo, es importante destacar la reducción de tiempo en la búsqueda de datos para el diseño de instalaciones frigoríficas que dicho programa informático va a proporcionar. Se trata de un programa de cálculo que puede suponer para los alumnos de Ingeniería de la Universidad de Córdoba el contar con una herramienta que les facilitará la realización de sus Trabajos Fin de Grado y/o de Máster.

Aunque existen programas informáticos para el diseño de dichas instalaciones, es importante tener en consideración el elevado coste de los mismos. Asimismo, el programa informático destaca que dicho programa tiene un carácter muy dinámico, incorporando el material que realmente necesitan los alumnos: los avances en maquinaria, los nuevos materiales aislantes, los nuevos refrigerantes, etc.

En la realización de este proyecto de innovación docente se han distinguido dos fases, una de desarrollo de desarrollo de la aplicación informática que permite el diseño y cálculo de instalaciones frigoríficas de conservación de productos agroalimentarios, y otra de evaluación docente y difusión.

1. Desarrollo de la aplicación informática

Se ha realizado el análisis, el diseño y la codificación de una aplicación informática que permita gestionar toda la información relacionada con el cálculo de instalaciones frigoríficas de productos agroalimentarios.

La aplicación informática está compuesta por los siguientes módulos:

- Módulo I. Gestión de datos e información.

Este módulo se encargará de la gestión de toda la información auxiliar necesaria para el diseño de las cámaras frigoríficas. Este módulo está compuesto por los siguientes sub-módulos:

- Gestión de los alimentos.
 - Gestión de la mercancía.
 - Gestión del aislamiento.
 - Gestión de las zonas geográficas.
- **Módulo II. Cámara frigorífica.**

Este módulo se encarga del principal proceso de la aplicación: el diseño de la cámara frigorífica. Este diseño se realizará mediante el desarrollo de una serie de pasos y utilizando la información gestionada en los procesos del módulo I.

 - Gestión de la cámara frigorífica: altas,
 - Diseño de la cámara frigorífica
 - Determinación de volumen de almacén frigorífico necesario.
 - Determinación de las necesidades de aislamiento requeridas.
 - Cálculo de la potencia frigorífica requerida.
 - **Módulo III. Explotación del sistema.**
 - Generación de listados e informes.

Permite generar informes consultando la información disponible en la base de datos del sistema: cámaras frigoríficas diseñadas y datos auxiliares (alimentos, mercancías, etc.).
 - **Módulo IV. Módulo de ayuda**

Proporciona información al usuario sobre el uso de la aplicación informática.
 - **Módulo V. Copias de seguridad.**

Permite realizar tanto la copia de todos los datos almacenados en la aplicación, como recuperar los datos ya guardados anteriormente en un medio externo de la aplicación.

2. Evaluación docente y difusión

El programa informático desarrollado ha sido destado por los integrantes de este proyecto así como por alumnos de la ETSIAM, difundándose posteriormente entre los estudiantes de dicho centro. Asimismo, se anexa el CD-rom elaborado con todo el material generado en este proyecto de innovación educativa.

➤ **Bibliografía.**

- Artés-Calero, F., Alique-López, R., Lamúa, M. 1999. Ciencia y Tecnología de la Aplicación del Frío a los Alimentos. Mundi-Prensa, ed. Madrid.
- Cabeza, F. 2009. Las Bases del Frío. De la Teoría a la Práctica. AMV, ed. Madrid.
- Casp, A. 2005. Diseño de Industrias Agroalimentarias. Mundi-Prensa, ed. Madrid.
- Casp, A., Abril, J. 1998. Procesos de Conservación de Alimentos. Mundi-Prensa, ed. Madrid.
- Coulson, J.M., Richardson, J.F., Sinnott, R.K. 2005. Coulson & Richardson's Chemical Engineering, Volume 6, 4th Edition. Chemical Engineering Design. Elsevier Butterworth-Heinemann, ed. Oxford.
- Coulson, J.M., Richardson, J.F., Backhurst, J.R., Harker, J.H. 1994. Coulson & Richardson's Chemical Engineering, Volume 3, 3rd Edition. Chemical & Biochemical Reactors & Process Control. Butterworth-Heinemann, ed. Oxford.
- Coulson, J.M., Richardson, J.F., Backhurst, J.R., Harker, J.H. 1999. Coulson & Richardson's Chemical Engineering, Volume 1, 6th Edition. Fluid Flow, Heat Transfer and Mass Transfer. Butterworth-Heinemann, ed. Oxford.

- Coulson, J.M., Richardson, J.F., Backhurst, J.R., Harker, J.H. 2002. Chemical Engineering, Volume 2, 5th Edition. Particle Technology and Separation Processes. Butterwoth-Heinemann, ed. Oxford.
- Dinçer, I., Kanaglu, M. 2010. Refrigeration Systems and Application. 2nd Edition. John Wiley & Sons, ed. Chichester.
- Dossat, R.J. 1991. Principles of Refrigeration. 3rd Edition. Prentice-Hall International Inc., ed. London.
- Ibarz-Ribas, A., Barbosa-Cánovas, G.V. 2005. Unit Operations in Food Engineering (Operaciones Unitarias en la Ingeniería de Alimentos). 2nd Edition. (Spanish version). Mundi-Prensa, ed. Madrid.
- Lamúa-Soldevilla, M. 2000. Aplicación del Frío a los Alimentos. Mundi-Prensa, ed. Madrid.
- López, A. 1990. Diseño de Industrias Agroalimentarias. AMV, ed. Madrid.
- López-Gómez, A., Barbosa-Cánovas, G.V. 2005. Food Plant Design. CRC Press, ed. Boca Raton, FL.
- Richardson, P. 2001. Thermal Technology in Food Processing. Woodhead, ed. Cambridge.
- Sánchez, M.T. 2001. Ingeniería del Frío: Teoría y Práctica. Mundi-Prensa-AMV, ed. Madrid.
- Sánchez, M.T. 2003. Procesos de Elaboración de Alimentos y Bebidas. Mundi-Prensa-AMV, ed. Madrid.
- Sánchez, M.T. 2004. Procesos de Conservación Poscosecha de Productos Vegetales. AMV, ed. Madrid.
- Singh, R.P. 1995. Food Process Design and Evaluation. Technomic, ed. Lancaster.
- Singh, R.P., Heldman, D.R. 2009. Introduction to Food Engineering. 4th Edition. Academic Press Inc., ed. San Diego.

Córdoba, a 24 de mayo de 2017



Sra. Vicerrectora de Estudios de Postgrado y Formación Continua