

## ANEXO III. MEMORIA FINAL DE 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 y en la Revista. La plantilla que se utilizará será:*

DE LA TEORÍA A LA PRÁCTICA EN LA INGENIERÍA DE DISEÑO DE INDUSTRIAS AGROALIMENTARIAS  
FROM THEORY TO PRACTICE IN THE FOOD ENGINEERING PLANT DESIGN

María-Teresa Sánchez Pineda de las Infantas\*, Francisco Montes Tubio, Isabel López Infante, Jerónimo Sanz Cabrera

\*[bt1sapim@uco.es](mailto:bt1sapim@uco.es) corresponding author

Universidad de Córdoba

Received: dd/mm/yyyy

Accepted: dd/mm/yyyy

### Abstract

In this educational project, theoretical knowledge about food processing plant design was put into practice and applied to the design of processing plants of fresh vegetables. For this propose, the students of the 1st year of the Master's Degree in Agricultural Engineering carried out the design of food industries dedicated to the processing of fresh vegetables. These industries were located in an industrial area of Cordoba (Spain). This activity was done in groups of 4-5 students, with a total of 8 groups, trying to emulate the way in which the engineering offices work. In addition to this, the use of foreign languages was also promoted for the presentation of the different designs elaborated by the students.

**Keywords:** Food Industries, design, innovation. (máx. 5)

### Resumen

El proyecto docente solicitado trata de fomentar la transferencia del conocimiento teórico a la práctica en la Ingeniería de Diseño de Industrias Agroalimentarias destinadas al procesado de productos vegetales en fresco. Para ello, los estudiantes del 1er curso del Máster Universitario en Ingeniería Agronómica, constituidos en despachos de ingeniería de carácter privado, optarán a un concurso para la licitación de una planta industrial de procesado de productos vegetales en fresco que va a ser ubicada en una parcela situada en un polígono industrial de Córdoba, presentando distintas propuestas de proyectos de ejecución a la citada licitación. Se favorecerá en todo momento la realización en forma grupal de esta actividad, simulando de esta manera, la forma de trabajo de los despachos de ingeniería. Asimismo, objetivo de este Proyecto de Innovación Docente será el favorecer la defensa de los proyectos elaborados en idiomas distintos al español.

**Palabras clave:** Industria alimentaria, diseño, innovación docente.

### 1. INTRODUCCIÓN

Diseñar en ingeniería es obtener la mejor combinación de los factores: producción, hombre, maquinaria y materiales, con el objeto de conseguir la máxima economía en el trabajo, así como la seguridad y satisfacción de los trabajadores.

El diseño en ingeniería supone la búsqueda de soluciones innovadoras para satisfacer necesidades humanas por medio de la aplicación de conocimientos científicos y tecnológicos, con la máxima racionalidad en el consumo de recursos.

Se trata de una actividad creadora, en la que a partir de conjuntos elementales y previa identificación de unas restricciones y condicionantes se llega, mediante combinaciones, a concretar y definir algo superior a la suma de las partes. Es ver, imaginar, lo que todavía no existe.

El diseño supone un verdadero acto de creación, que no tiene una solución única, y en las que cada una de ellas corresponde a una interpretación diferente, pudiendo ser soluciones distintas válidas porque consiguen un mismo objetivo.

Este acto creativo que es el diseño, se ajusta a un ciclo de actividades de tres tipos diferentes: generación de soluciones alternativas, análisis de las mismas, y selección de la que se considere más interesante.

La generación de soluciones alternativas implica el conocimiento de las condiciones que definen la realidad del medio a transformar, la tecnología existente y los recursos disponibles. En todo caso, es necesario que cada solución alternativa se ajuste a la realidad y sea técnica, económica, social y medioambientalmente factible.

El diseño representa gráficamente la idea o ideas de las soluciones técnicas, con sus características más relevantes. Una vez que se ha tomado la decisión de invertir es necesario preparar un conjunto de documentos técnicos y económicos, para que la propuesta de inversión se pueda ejecutar con un máximo de garantías, es el proyecto de ingeniería. Los planos de ingeniería constituyen la representación gráfica del diseño en documentos suficientes y sistematizados, indispensables para la confección del presupuesto y ejecución de la obra.

Las plantas de procesado de alimentos tienen como finalidad técnica la de convertir materias primas perecederas en productos alimenticios más o menos estables, utilizando métodos seguros para sus procesos de transformación y conservación y asegurando una elaboración higiénica de los alimentos.

El objetivo de la actividad industrial en las fábricas de procesado de alimentos es conseguir la máxima rentabilidad global, lo cual evidentemente se consigue con la optimización del diseño y del manejo de la planta de proceso. El primer paso, necesario para conseguir el éxito en el diseño de una planta de procesado de alimentos, es plantear correctamente el problema de partida. Evidentemente esto requiere la realización de una serie de estudios previos, antes de la realización del proyecto de ejecución.

Un diseño deficiente de la planta industrial es una fuente constante de pérdidas para la empresa. Los costes de un buen diseño de la instalación son los mismos o muy poco superiores a los de una instalación deficiente. Si el equipo empleado es el mismo, el coste adicional de un buen diseño es solamente el gasto del estudio necesario para desarrollarlo.

Es un hecho que la implantación de una industria supone una inversión importante, debiendo funcionar al mismo nivel durante los 20 años que pueden suponer su periodo de amortización. Los gastos de producción y los precios de venta pueden presentar grandes variaciones, según el modelo elegido. Es muy importante, por tanto, no equivocarse en las grandes líneas del diseño y no efectuar falsas economías en la fase de concepción y diseño. La realización de un cuidadoso estudio en esta fase permite controlar el futuro de la inversión a realizar y reducir al máximo el riesgo de una mala inversión. Los estudios de concepción y diseño deben considerarse como inversiones inmateriales que conviene realizar con todo el detenimiento necesario.

El proceso de implantación de una industria agroalimentaria incluye varias fases antes de su realización. Estas fases se refieren a niveles de concreción. Se comienza con el diseño a nivel de idea (concepción), se pasa después al diseño a nivel de boceto, posteriormente al diseño detallado y por último al diseño definitivo y al proyecto ejecutivo de ingeniería. Para cada uno de los niveles de diseño, tiene lugar el ciclo indicado anteriormente: generación, análisis y selección de la alternativa más adecuada.

Los alumnos de 1<sup>er</sup> curso del Máster Universitario en Ingeniería Agronómica de la Universidad de Córdoba, para complementar su formación en Ingeniería de Alimentos, deben cursar la asignatura obligatoria denominada "Diseño e Ingeniería en Industrias Agroalimentarias", de 6 créditos, teniendo asignados la parte práctica de grupo reducido de dicha asignatura un total de 2,7 créditos, siendo una de las competencias específicas de la citada asignatura el que los alumnos sean capaces de obtener los conocimientos adecuados y adquirir capacidad para desarrollar y aplicar tecnología propia en: sistemas productivos de las industrias agroalimentarias. Dado que este curso académico no se ha impartido el Máster Universitario en Ingeniería y Gestión de la Cadena Alimentaria, no ha sido posible contar con la participación de los citados alumnos en este proyecto de innovación docente, aunque en la memoria de petición del proyecto se menciona la participación de los citados alumnos.

La realización del diseño de una planta industrial destinada a la producción de alimentos es una actividad muy compleja que requiere aplicar de forma detallada y minuciosa multitud de conocimientos teóricos adquiridos previamente. Sin embargo, en Ingeniería como ocurre en otras disciplinas a veces resulta muy difícil pasar de la teoría a la práctica. Es por ello que para favorecer esa transición, no exenta de dificultades, por lo que se planteó en este Proyecto de Innovación Docente la posibilidad de que los alumnos de dicha titulación universitaria constituidos en grupos multidisciplinares, de forma semejante a lo que podría ser un despacho de ingeniería donde se realiza el ejercicio libre de la profesión, optasen a participar en la licitación de una supuesta planta industrial de productos vegetales procesados en fresco, situada en un polígono industrial de Córdoba, optando a dicha licitación con un proyecto de diseño de dicha planta. La participación en la licitación ha implicado la realización por parte de los grupos de estudiantes de los elementos más importantes de un proyecto de ingeniería de diseño de una industria alimentaria (anejos de materias primas, ingeniería de proceso, instalación auxiliar de refrigeración, plano de planta).

## 2. OBJETIVOS

El objetivo de este Proyecto de Innovación Docente ha sido el de favorecer la transición de la teoría a la práctica en la Ingeniería de Diseño de Industrias Agroalimentarias destinadas al procesado de alimentos. Para ello, los estudiantes del 1er curso del Máster Universitario en Ingeniería Agronómica constituidos en despachos de ingeniería de carácter privado, han optado a un concurso para la licitación de una planta industrial de procesado de productos vegetales en fresco ubicada en una parcela situada en un polígono industrial de Córdoba, presentando distintas propuestas de proyectos de ejecución a la citada licitación. Dicha actividad se han realizado en forma grupal, simulando de esta manera, la forma de trabajo de los despachos de ingeniería.

Un segundo objetivo de este Proyecto ha sido el uso de idiomas distintos al español. Para ello se estableció en el Pliego de Condiciones Técnicas de la citada licitación una cláusula en la que se indicó que obtendrán una valoración de 10 puntos extra sobre la puntuación final obtenida, aquellas propuestas de proyectos de plantas industriales de procesado en fresco de productos vegetales que realizasen la defensa de los mismos en un idioma distinto al español.

## 3. MATERIAL Y MÉTODOS

Los estudiantes de 1er Curso del Máster Universitario en Ingeniería Agronómica de la Universidad de Córdoba constituidos en despachos de ingeniería de carácter privado han optado al concurso de licitación establecido para diseñar una planta de elaboración de productos vegetales en fresco, elaborando los anejos de materias primas, ingeniería de proceso, instalación frigorífica y plano de planta de la citada planta industrial.

Previamente a la participación de los estudiantes en dicha licitación, los profesores participantes en este Proyecto de Innovación Docente han establecido el Pliego de Condiciones Técnicas de la citada licitación indicando entre otros detalles: productos a elaborar, capacidad de la industria, ubicación de la parcela industrial en un polígono industrial de Córdoba capital, superficie, accesos, disponibilidad de recursos energéticos e hídricos, etc., que explicaron detalladamente a los estudiantes antes de éstos comenzaran sus diseños.

A continuación, los distintos grupos de estudiantes constituidos en ocho grupos de trabajo manifestaron a los profesores su interés por participar en la citada licitación industrial, y se comprometieron a entregar en el plazo de tiempo establecido su proyecto de diseño. Los estudiantes optaron por diseñar las siguientes plantas industriales de procesado en fresco de las frutas y hortalizas siguientes: lechuga, naranja, manzana, espárrago, tomate, limón, fruta del dragón y pimiento.

Una vez recibidas y aceptadas las participaciones de los distintos despachos de ingeniería (grupos de trabajo de los estudiantes) en la licitación industrial, éstos comenzaron a preparar su participación en la misma. Lógicamente para realizar dicha labor, los despachos de ingeniería participantes contaron con herramientas informáticas de diseño asistido por ordenador y de cálculo tanto de ingeniería de proceso e instalaciones auxiliares (programa Coolpack, autocad 2016, etc.).

El calendario de defensa de los citados proyectos de diseño realizados para poder optar a la licitación fue publicado en el aula virtual, estando a disposición de los alumnos durante todo el cuatrimestre. La defensa de los proyectos realizados se ha llevado a cabo en español, habiendo defendido los estudiantes todas las decisiones de diseño adoptados. Los profesores participantes en el proyecto han velado durante todo el cuatrimestre por la calidad de los diseños realizados y por la correcta aplicación práctica de los conocimientos que sobre Ingeniería de Diseño de Industrias Agroalimentarias dichos estudiantes han adquirido en dicho máster.

Una vez finalizadas las exposiciones de los distintos proyectos de ingeniería realizados, los profesores participantes en este Proyecto constituidos en Comité técnico responsable de la licitación han elegido como mejores proyectos de ejecución de entre los presentados, las plantas de manipulación en fresco de naranjas, lechugas y de pimientos.

#### 4. RESULTADOS OBTENIDOS Y DISCUSIÓN

Con el Proyecto de Innovación Docente propuesto se ha favorecido la transición de la teoría a la práctica en Ingeniería de Diseño de Plantas Industriales destinadas a la producción de alimentos. Se ha fomentado tanto el trabajo en grupo por parte de los estudiantes del Máster Universitario Oficial en Ingeniería Agronómica como la creatividad, ya que como se ha indicado en el apartado “Introducción” de este Proyecto, el diseño es la actividad más creativa que desarrolla un ingeniero. Al mismo tiempo, este Proyecto ha favorecido la adquisición de las competencias establecidos en la asignatura “Diseño e Ingeniería de Industrias Agroalimentarias” establecidas en el plan de estudios del Máster universitario anteriormente citado.

Se ha fomentado el uso de las TICs, ya que la realización del diseño de una industria agroalimentaria como las de procesado en fresco requiere el manejo de programas de diseño asistido por ordenador. En este caso, los estudiantes han utilizado Autocad 2016. Asimismo, el diseño de las instalaciones de proceso y auxiliares ha requerido el manejo de programas de ordenador diseñados para tal fin (Coolpack, algoritmos de diseño en planta, etc.).

Los estudiantes han mejorado sus habilidades lingüísticas y de exposición en público, haciendo la presentación técnica de las industrias proyectadas.

#### 5. CONCLUSIONES

El presente proyecto de innovación docente ha permitido poner en práctica los conocimientos teóricos que sobre ingeniería de diseño e industrias de procesado de vegetales en fresco han adquirido los estudiantes del Máster Universitario en Ingeniería Agronómica de la Universidad de Córdoba. Los estudiantes han llevado a cabo el cálculo y diseño de plantas industriales de procesado en fresco de hortalizas (lechuga, espárrago, tomate y pimiento) y de frutas (naranja, manzana, limón y fruta del dragón), así como de sus instalaciones auxiliares, centrando su atención principalmente en la instalación frigorífica, la cual es clave en este tipo de industria.

#### AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento a la Universidad de Córdoba y especialmente, al Vicerrectorado de Estudios de Posgrado y Formación Continua por la oportunidad dada al grupo de profesores integrantes de este Proyecto de Innovación Docente, a través de la aprobación del mismo, de reflexionar, organizar y diseñar una actividad docente destinada a favorecer y mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje, poniendo en práctica los conocimientos teóricos adquiridos respecto al diseño de plantas industriales, la adquisición de competencias del Máster Universitario en Ingeniería Agronómica de la Universidad de Córdoba y el trabajo en grupo.

#### BIBLIOGRAFÍA

La bibliografía empleada en la elaboración de este Proyecto de Innovación Docente es la indicada a continuación:

Casp, A. *Diseño de Industrias Agroalimentarias*, Mundi-Prensa, ed, Madrid, 2005.

Dossat, R.J. *Principles of Refrigeration*, 3rd Edition, Prentice-Hall International Inc., ed, London, 1991.

García-Vaquero, E., Ayuga, F. *Diseño y Construcción de Industrias Agroalimentarias*, Mundi-Prensa, ed, Madrid, 1993.

Gutiérrez-López, G.F., Barbosa-Cánovas, G.V., Welti-Chanes, J., Parada-Arias, E. (Eds.). *Food Engineering: Integrated Approaches*, Springer, ed, N.Y., 2008.

Sánchez, M.T. *Ingeniería del Frío: Teoría y Práctica*, Mundi-Prensa-AMV, ed, Madrid, 2001.

Sánchez, M.T. *Procesos de Elaboración de Alimentos y Bebidas*, Mundi-Prensa-AMV, ed, Madrid, 2003.

Sánchez, M.T. *Procesos de Conservación Postcosecha de Productos Vegetales*, AMV, ed, Madrid, 2004.

Singh, R.P., Heldman, D.R. *Introduction to Food Engineering*, 4th Edition. Academic Press Inc., ed. San Diego, 2009.

Referencias bibliográficas mediante el uso de Internet:

- Biblioteca Virtual de Proyectos de Ingeniería. 2003. Profesora responsable: María Teresa Sánchez Pineda de las Infantas.

<<http://www.uco.es/dptos/bromatologia/tecnologia/bib-virtual/>>

- Laboratorio y Plantas Piloto Virtuales en Ingeniería de los Alimentos. 2000. Profesora responsable: María Teresa Sánchez Pineda de las Infantas.

<<http://www.uco.es/dptos/bromatologia/tecnologia/laboratorio/>>