# Guía Docente:

## PROYECTOS

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
CURSO 2011-2012

## I.- IDENTIFICACIÓN

**NOMBRE DE LA ASIGNATURA:** Proyectos
**CARÁCTER:** Obligatoria
**MATERIA:** Proyectos
**MÓDULO:** Ingeniería Industrial
**TITULACIÓN:** Grado en Ingeniería Química
**SEMESTRE/CUATRIMESTRE:** Primero (cuarto curso)
**DEPARTAMENTO/S:** Ingenieria Química

**PROFESOR/ES RESPONSABLE/S:**

| Grupo A | | |
|---|---|---|
| **Teoría**<br>**Seminario**<br>**Tutoría** | **Profesor:**<br>**Departamento:**<br>**Despacho:**<br>**e-mail:** | JULIÁN GARCÍA GONZÁLEZ<br>Ingeniería Química<br>QB-545<br>jgarcia@quim.ucm.es |

## II.- OBJETIVOS

### OBJETIVO GENERAL

Esta asignatura introducirá al alumno en la metodología, dirección, gestión y organización de proyectos en el ámbito de la Ingeniería Química con el fin de que sea capaz de combinar los conocimientos y destrezas que ha adquirido durante el curso de las demás asignaturas del Grado. Asimismo, debe constituirse en una asignatura guía para el desarrollo del Trabajo Fin de Grado.

Tras cursar la asignatura, el alumno debe ser capaz de redactar, planificar, ejecutar y dirigir proyectos industriales en el ámbito de la Ingeniería Química. Al finalizar el temario, el alumno debe de haber adquirido las destrezas y competencias que le permitan abordar con éxito el desarrollo del Trabajo Fin de Grado, que le dotará de la posibilidad de adquirir el titulo de Grado en Ingeniería Química.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conocer los aspectos básicos y la metodología, organización y gestión de proyectos de Ingeniería Química.
- Mostrar al alumno el marco legislativo y reglamentario en el que se desenvuelve la tarea de proyectar en el ámbito de la Ingeniería Química.
- Dar a conocer al alumno el sistema de tramitación técnica y administrativa de los trabajos de ingeniería.
- Capacitar al alumno para la toma de decisiones, evaluación de viabilidad y planificación de proyectos de ingeniería.

- Capacitar al alumno para el diseño, desarrollo, interpretación y evaluación de proyectos de Ingeniería Química.
- Analizar y valorar el impacto medioambiental del proyecto.
- Proporcionar al alumno el conocimiento de la Reglamentación de Seguridad Industrial aplicable y el modo de integrarla en el proyecto.
- Capacitar al alumno para la presentación formal de informes técnicos, proyectos, dictámenes y documentación técnica en general.
- Sentar las bases de conocimiento y el desarrollo de destrezas para la realización del Trabajo Fin de Grado.
- Desarrollar la capacidad de trabajo en equipo.

## III.- CONOCIMIENTOS PREVIOS Y RECOMENDACIONES

### CONOCIMIENTOS PREVIOS:

Termodinámica y cinética química. Termodinámica aplicada. Ingeniería de la reacción química. Mecánica de fluidos. Ingeniería térmica. Operaciones de separación. Ingeniería de procesos. Ingeniería mecánica. Tecnología del medio ambiente.

### RECOMENDACIONES:

Para cursar esta asignatura de manera apropiada es recomendable haber superado las asignaturas de los módulos de Ingeniería Industrial y Tecnología Química.

## IV.- CONTENIDOS

### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS CONTENIDOS:

Metodología, dirección, gestión y organización de proyectos. Normas, reglamentos y legislación. Estudio de viabilidad. Ingeniería de procesos. Impacto medioambiental. Seguridad industrial. Estudio económico y presupuesto. Elaboración y presentación de informes técnicos.

### PROGRAMA:

BLOQUE 1. INGENIERIA DE PROYECTOS

1. **Los proyectos en ingeniería.** Definición y objetivos del proyecto. Origen y clasificación de los proyectos. Características fundamentales del proyecto. El ciclo de vida del proyecto.
2. **Estudios previos**. Viabilidad del proyecto. Estudio de mercado. Tamaño del proyecto. Evaluación y selección del proceso. Localización, emplazamiento e impacto ambiental. Estimación de la inversión. Financiación. Flujos de caja. Evaluación y análisis de proyectos.
3. **La documentación del proyecto**. Memoria. Planos. Pliego de condiciones. Estudio económico y presupuesto. Estudio de seguridad y salud. Evaluación del impacto ambiental.

4. **Normas, reglamentos y legislación.** Definiciones. Normas en ingeniería. Principales reglamentos oficiales. Fuentes de normalización y reglamentación. Legislación general aplicable al proyecto industrial. Permisos y licencias.
5. **Dirección y gestión de proyectos.** Fundamentos. El director y el equipo de proyectos. Definición y alcance del proyecto. Planificación. Ejecución y control. Gestión de la calidad y del riesgo. Contratación, compras y aprovisionamiento.

BLOQUE 2. INGENIERÍA DE PROCESOS

6. **Síntesis y evaluación de procesos.** Bases del diseño. Fundamentos del diseño integrado de procesos. Reacción, separación e integración reacción-separación. Diagramas de flujo. Balances de materia y energía. Diagramas de tuberías, instrumentación y control. Listas de equipos. Distribución de equipos de proceso.
7. **Integración energética.** Fundamentos del análisis Pinch. Curvas compuestas temperatura-entalpía. Diagramas de cascadas. Cálculo de los servicios generales mínimos. Curva grand compuesta. Selección y dimensionado de servicios generales. Diagramas de trama. Construcción de redes de intercambio de calor mínimas. Simplificación y optimización de redes.
8. **Diseño de equipos.** Reglas heurísticas para el diseño rápido de equipos. Selección de materiales. Hojas de especificaciones.

BLOQUE 3. SEGURIDAD Y MEDIOAMBIENTE

9. **La seguridad en la industria química.** Historia. Definiciones y conceptos básicos. Gestión de la seguridad en la industria química. Planes de emergencia. Legislación.
10. **Análisis y evaluación de riesgos.** Consideraciones generales. Análisis funcional de operatividad (AFO/HAZOP). Árbol de fallos. Índice Dow.
11. **Seguridad inherente al diseño.** Concepto. Estrategias. La seguridad a través del ciclo de vida del proyecto.
12. **Impacto medioambiental de los procesos químicos.** Análisis medioambiental del ciclo de vida del proceso. Fuentes de emisión de residuos. Estrategias para la minimización de residuos. Química verde. Costes ambientales. Legislación.

BLOQUE 4. ANALISIS ECONOMICO DE PROCESOS QUIMICOS

13. **Inversiones del proyecto.** Concepto de inversión. Partida de máquinas y aparatos. Inmovilizado: Composición y métodos de estimación. Capital circulante: Composición y métodos de estimación.
14. **Costes de producción.** Concepto de coste. Distribución de costes. Costes de fabricación. Costes de gestión.
15. **Evaluación económica de proyectos.** Valor con el tiempo del dinero. Depreciación/Amortización. Inflación. Impuestos. Flujos de caja. Rentabilidad. Análisis de sensibilidad e incertidumbre.

BLOQUE 5. DESARROLLO DE HABILIDADES INTERPERSONALES Y DE COMUNICACIÓN

16. **Elaboración y presentación de informes técnicos.** Definiciones. Características del informe técnico. Contenidos. Estructura. Normas de estilo. Trabajo en equipo. Presentación oral de informes técnicos. Medios audiovisuales.

## V.- COMPETENCIAS

- **GENERALES:**
  - **CG2-MII1:** Desarrollar la organización y gestión de proyectos.
- **ESPECÍFICAS:**
  - **CE15-P1:** Evaluar la posibilidad real de colocar un producto químico en el mercado.
  - **CE15-P2:** Analizar los factores que influyen en la decisión de fijar el tamaño de una planta química, los procedimientos para su cálculo y los criterios para buscar su optimación.
  - **CE15-P3:** Definir, describir y diseñar el proceso productivo óptimo para la utilización eficiente y eficaz de los recursos disponibles para la obtención de un compuesto químico.
  - **CE15-P4:** Reconocer y valorar las partidas fundamentales de los costes de producción de una planta o unidad de proceso químico.
  - **CE16-P1:** Identificar y analizar las principales situaciones de riesgo respecto a los contaminantes químicos, físicos y biológicos generados por un proceso químico.
  - **CE17-P1:** Estimar a través de la información aportada por los estudios de mercado, técnico y organizacional la cuantía de las inversiones de un proyecto industrial.
  - **CE18-P1:** Identificar y definir los aspectos básicos y la metodología, organización y gestión de un proyecto de ingeniería de procesos.
  - **CE18-P2:** Reconocer la normativa legal aplicable a los proyectos industriales.
  - **CE18-P3:** Utilizar los principales criterios y técnicas de evaluación de localización de un proyecto industrial.
  - **CE18-P4:** Recordar la normativa en materia de seguridad y la aplicación de protocolos en el campo de la seguridad e higiene industrial.
  - **CE18-P5:** Utilizar técnicas de medición de la rentabilidad para evaluar la viabilidad económica de un proyecto industrial.
  - **CE18-P6:** Elaborar informes técnicos, bien estructurados y redactados, y presentarlos utilizando los medios audiovisuales más habituales.
- **TRANSVERSALES:**
  - **CT2-II1:** Demostrar capacidad de análisis y síntesis en la Ingeniería Industrial.
  - **CT3-II1:** Organizar y planificar documentos y proyectos en el ámbito de la Ingeniería.
  - **CT4-II1:** Comunicarse en español utilizando los medios audiovisuales habituales.

- **CT5-II1:** Consultar, utilizar y analizar fuentes bibliográficas.
- **CT5-II2:** Usar bibliografía y bases de datos especializadas y de recursos accesibles a través de Internet.
- **CT6-II1:** Utilizar programas informáticos para calcular, diseñar, simular, aproximar y predecir.
- **CT7-II1:** Trabajar en equipo.
- **CT9-II1:** Demostrar compromiso ético profesional.
- **CT10-II1:** Integrar los conocimientos adquiridos y aplicarlos a la resolución de problemas en la Ingeniería Industrial.

## VI. – HORAS DE TRABAJO Y DISTRIBUCIÓN POR ACTIVIDAD

Se establece un total de 9 créditos ECTS teóricos y prácticos a impartir a lo largo del curso completo. De acuerdo con el criterio de 25 h trabajo alumno/crédito, la distribución horaria queda del siguiente modo:

| Actividad | Presencial (horas) | Trabajo autónomo (horas) | Créditos |
|---|---|---|---|
| **Clases teóricas** | 36 | 54 | 3,6 |
| **Seminarios/Trabajos dirigidos** | 36 | 54 | 3,6 |
| **Tutorías** | 4 | 11 | 0,6 |
| **Preparación de trabajos y exámenes** | 3 | 27 | 1,2 |
| **Total** | **79** | **146** | **9** |

## VII.- METODOLOGÍA

La práctica docente seguirá una metodología mixta basada en el aprendizaje cooperativo, el aprendizaje colaborativo y el autoaprendizaje. Esta metodología se desarrollará a través de clases teóricas, de seminarios y de tutorías programadas:

- Las **clases de teoría** se impartirán al grupo completo. Consistirán en lecciones magistrales en las que se expondrá de forma ordenada el temario de la asignatura. Al comienzo de cada tema se expondrá claramente el contenido y objetivos principales de dicho tema. Al final del tema se hará un breve resumen de los contenidos más relevantes y se plantearán nuevos objetivos que permitirán interrelacionar contenidos ya estudiados. Para facilitar la labor de seguimiento por parte del alumno de las clases presenciales se le proporcionará con antelación el material docente utilizado por el profesor. La exposición de cada uno de los temas se hará haciendo uso de la pizarra y de presentaciones de imágenes tipo PowerPoint.

- Los **seminarios** se impartirán al grupo completo. Tendrán una doble finalidad. Primero, profundizar en algunos aspectos concretos de la asignatura tratados con un carácter más general en las clases de teoría. Para ello, se trabajará en la resolución de casos prácticos relacionados con el desarrollo de proyectos y unidades de proceso, y se introducirá también al estudiante en la búsqueda bibliográfica específica y en la evaluación y discusión de la misma. Como segundo objetivo, los seminarios han de servir para presentar y discutir los resultados parciales y finales de un anteproyecto de diseño de una planta química que los alumnos en equipos reducidos han de realizar a lo largo del curso. Este anteproyecto será evaluado como una actividad de trabajo autónomo o no presencial.
- Las **tutorías** se programarán con grupos reducidos. En ellas se resolverán las dudas planteadas por los alumnos durante la realización autónoma de las tareas necesarias para la elaboración del anteproyecto en equipo.

Se utilizará el **Campus Virtual** para permitir una comunicación fluida entre el profesor y los alumnos y como instrumento para poner a disposición de los alumnos el material que se empleará tanto en las clases teóricas como en los seminarios.

## VIII.- BIBLIOGRAFÍA


- **BÁSICA:**
  - de Cos Castillo, M., *"Teoría General del Proyecto. Volumen I: Dirección de Proyectos."*, Ed. Síntesis, 1ª ed., 1999.
  - de Cos Castillo, M., *"Teoría General del Proyecto. Volumen II: Ingeniería de Proyectos."*, Ed. Síntesis, 1ª ed., 1998.
  - Smith, R., *"Chemical Process Design and Integration"*. Ed. John Willey and Sons, 1ª ed., 2005.
  - Turton, R., Bailie, R. C., Whiting, W. B., Shaeiwitz, J. A., *"Analysis, Synthesis, and Design of Chemical Processes"*, Ed. Prentice Hall, 2ª ed., 2003.
  - Storch de Gracia, J. N., *"Manual de Seguridad Industrial en Plantas Químicas y Petroleoquímicas"*, Ed. McGraw-Hill, 1ª ed., 1998.
  - Klett T., *"¿Qué fallo?...Desastres en Plantas con Procesos Químicos ¿Cómo evitarlos?"*, Ed. McGraw-Hill, 4ª ed., 2002.
  - Peters, M. S., Timmerhaus, K. D., West, R. E., *"Plant Design and Economics for Chemical Engineers"*, Ed. McGraw-Hill, 5ª ed., 2003.
- **COMPLEMENTARIA:**
  - *"Ullman's Encyclopaedia of Chemical Technology"*, Ed. Wiley-VCH, 6ª ed., 2002.
  - *"Kirk-Othmer Encyclopaedia of Chemical Technology"*, Ed. Wiley, 4ª ed., 2001.
  - Perry, R.H., Green, D., *"Perry's Chemical Engineer's Handbook"*, Ed. McGraw-Hill, 7ª ed., 1998.
  - Project Management Institute, *"Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos"*, Ed. PMI Inc., 3ª ed., 2004.

- Lemus P. F., *"Process Plant Design: Project Management from Inquiry to Acceptance"*, Ed. Wiley-VCH, 1ª ed., 2008.
- Plumier, F. B., *"Project Engineering: The Essential Toolbox for Young Engineers"*, Ed. Elsevier Science & Technology Books, 1ª ed., 2007.
- Sapag Chain, N., Sapag Chain, R., *"Preparación y Evaluación de Proyectos"*, Ed. McGraw-Hill Interamericana, 4ª ed., 2000.
- Coulson, J.M., Richardson, J.F., Sinnott, R.K. (1999) *"Chemical Engineering - Volume 6: An Introduction to Chemical Engineering Design"*, Ed. Butterworth Heinemann, 3ª ed., 1999.
- Baasel, W. D., *"Preliminary Chemical Engineering Plant Design"*, Ed. Van Nostrand Reinhold, 2ª ed., 1990.
- Walas, S.M., *"Chemical Process Equipment Selection and Design"*, Ed. Butterworth-Heinemann, 1ª ed., 1990.
- Branan, C.R., *"Rules of Thumb for Chemical Engineers"*, Ed. Gulf Professional Publishing, 3ª ed., 2002.
- Bausbacher, E., Hung, R., *"Process Plant Layout and Piping Design"*. Ed. Prentice Hall, 1ª ed., 1993.
- Ulrich, G. D., Vasudevan, P. T., *"Chemical Engineering Process Design and Economics: A Practical Guide"*, Ed. Process Publishing, 2ª ed., 2004.
- Vian, A., *"El Pronóstico Económico en Química Industrial"*, Ed. Eudema, 1ª ed., 1991.
- Couper, J. R., *"Process Engineering Economics"*, Ed. Marcel Dekker, 1ª ed., 2003.
- Ray, M. S., Sneesby, M. G., *"Chemical Engineering Design Project: a Case Study Approach"*, Ed. Gordon and Breach Science Publishers, 2ª ed., 1998.


## IX.- EVALUACIÓN

El rendimiento académico del alumno y la calificación final de la asignatura se computarán de forma ponderada atendiendo a los siguientes porcentajes, que se mantendrán en todas las convocatorias:

### ■ EXÁMENES ESCRITOS: 40%

Se realizará un examen final de toda la asignatura, que contribuirá en un 40% a la nota. El examen contemplará cuestiones teóricas y prácticas relacionadas con el temario de la asignatura para evaluar las competencias CG2-MII1, CE15-P2, CE15-P3, CE15-P4, CE16-P1, CE17-P1, CE18-P1, CE18-P3, CE18-P5, CT2-II1, CT10-II1.

### ■ TRABAJO PERSONAL Y ACTIVIDADES DIRIGIDAS: 60%

La evaluación del trabajo de aprendizaje individual realizado por el alumno se realizará teniendo en cuenta dos factores:

- Valoración del trabajo en las clases presenciales de seminarios.

- Presentación y defensa de un proyecto de diseño de una planta química. Los alumnos desarrollarán y defenderán oralmente en equipos reducidos un anteproyecto de diseño de una planta química propuesto por el profesor. Tras la exposición, cada grupo se someterá a las preguntas del profesor y sus compañeros sobre el tema. El profesor valorará la pulcritud, claridad en los contenidos, ortografía y redacción de la memoria presentada, así como también la claridad en la exposición y en las respuestas durante la presentación y defensa oral del trabajo.

Las competencias evaluadas en esta actividad serán las siguientes: CGII-MII1, CE15-P1, CE15-P2, CE15-P3, CE15-P4, CE16-P1, CE17-P1, CE18-P1, CE18-P2, CE18-P3, CE18-P4, CE18-P5, CE18-P6, CT2-II1, CT3-II1, CT4-II1, CT5-II1, CT5-II2, CT6-II1, CT7-II1, CT9-II1, CT10-II1.

## ASISTENCIA Y PARTICIPACIÓN ACTIVA EN LAS CLASES:

La asistencia a todas las actividades presenciales es obligatoria, y la participación activa del alumno en todas las actividades docentes se valorará positivamente en la calificación final; podrá penalizarse la falta de asistencia reiterada a las clases (10% o más).

## PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES – CRONOGRAMA

| TEMA | ACTIVIDAD | HORAS | GRUPOS | INICIO | FIN |
|---|---|---|---|---|---|
| *1. Los proyectos en ingeniería* | Clases Teoría | 2 | 1 | 1ª Semana | 1ª Semana |
| *2. Estudios previos* | Clases Teoría | 4 | 1 | 1ª Semana | 2ª Semana |
| *3. La documentación del proyecto* | Clases Teoría | 1 | 1 | 2ª Semana | 2ª Semana |
| *4. Normas, reglamentos y legislación* | Clases Teoría | 1 | 1 | 2ª Semana | 2ª Semana |
| *5. Dirección y gestión de proyectos* | Clases Teoría | 2 | 1 | 2ª Semana | 3ª Semana |
| | Seminarios | 4 | 1 | | |
| *6. Síntesis y evaluación de procesos* | Clases Teoría | 6 | 1 | 4ª Semana | 5ª Semana |
| | Seminarios | 2 | 1 | | |
| *7. Integración energética* | Clases Teoría | 2 | 1 | 5ª Semana | 6ª Semana |
| | Seminarios | 2 | 1 | | |
| *8. Diseño de equipos* | Clases Teoría | 2 | 1 | 6ª Semana | 7ª Semana |
| | Seminarios | 5 | 1 | | |
| *9. La seguridad en la industria química* | Clases Teoría | 1 | 1 | 7ª Semana | 8ª Semana |
| *10. Análisis y evaluación de riesgos* | Clases Teoría | 2 | 1 | 8ª Semana | 8ª Semana |
| *11. Seguridad inherente al diseño* | Clases Teoría | 2 | 1 | 8ª Semana | 8ª Semana |
| *12. Impacto medioambiental de los proyectos* | Clases Teoría | 2 | 1 | 9ª Semana | 10ª Semana |
| | Seminarios | 4 | 1 | | |
| *13. Inversiones del proyecto* | Clases Teoría | 2 | 1 | 10ª Semana | 10ª Semana |
| | Seminarios | 1 | 1 | | |
| *14. Costes de producción* | Clases Teoría | 2 | 1 | 10ª Semana | 11ª Semana |
| | Seminarios | 1 | 1 | | |
| *15. Evaluación económica de proyectos* | Clases Teoría | 4 | 1 | 12ª Semana | 12ª Semana |
| | Seminarios | 5 | 1 | | |
| *16. Elaboración y presentación de informes técnicos* | Clases Teoría | 1 | 1 | 13ª Semana | 13ª Semana |
| *Presentación y defensa del proyecto* | Seminarios | 12 | 1 | 13ª Semana | 15ª Semana |
| | Tutorías | 4 | 4 | Semanas 2ª, 5ª, 9ª y 13ª | |

## RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES

| Actividad docente | Competencias asociadas | Actividad Profesor | Actividad alumno | Procedimiento de evaluación | P | NP | Total | C |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Clases de teoría** | CGII-MII1, CE15, CE16-P1, CE17-P1, CE18, | Exposición de conceptos teóricos. | Atención y participación activa en el desarrollo de la clase. | Examen escrito. | 36 | 54 | 90 | -- |
| **Seminarios/Trabajos dirigidos** | CGII-MII1, CE15, CE16-P1, CE17-P1, CE18, CT2-II1, CT3-II1, CT4-II1, CT5-II1, CT5-II2, CT6-II1, CT7-II1, CT9-II1, CT10-II1 | Ampliación de los conceptos teóricos y resolución de casos prácticos. Elaboración y propuesta de trabajos. | Discusión y resolución de los casos prácticos. Presentar y defender el proyecto realizado en equipo. | Valoración de las respuestas y soluciones aportadas por los alumnos. Valoración de la presentación y defensa del proyecto. | 36 | 54 | 90 | 60% |
| **Tutorías** | CGII-MII1, CE15, CE16-P1, CE17-P1, CE18, CT2-II1, CT3-II1, CT4-II1, CT5-II1, CT5-II2, CT6-II1, CT7-II1, CT9-II1, CT10-II1. | Ayuda al alumno a dirigir su estudio con explicaciones y recomendaciones bibliográficas. | Consulta al profesor sobre las dificultades conceptuales y metodológicas que encuentra al estudiar la materia. | Examen escrito y trabajo dirigido. | 4 | 11 | 15 | -- |
| **Exámenes** | CG2-MII1, CE15, CE16-P1, CE17-P1, CE18-P1, CE18-P3, CE18-P5, CT2-II1, CT10-II1 | Propuesta, vigilancia y corrección del examen. Calificación del alumno. | Preparación y realización de los exámenes. | Calificación de los exámenes. | 3 | 27 | 30 | 40% |
| **P : Presenciales; NP: no presenciales (trabajo autónomo); C: calificación** | | | | | | | | |