



# Planificación Anual Asignatura Laboratorio de Procesos Año 2019



## DOCENTE RESPONSABLE

**Nombre y Apellido** Estela Mercedes Santalla

**Categoría Docente** Profesor Titular

## MARCO DE REFERENCIA

**Asignatura** Laboratorio de Procesos **Código:** Q11.1

## Plan de estudios

Ingeniería Química 2004 - Ord.C.S.Nº 2396/04 (1)

## Ubicación en el Plan

5º año - 2º cuatrimestre (1)

|                     |              |                 |             |                      |       |
|---------------------|--------------|-----------------|-------------|----------------------|-------|
| <b>Duración (1)</b> | Cuatrimstral | <b>Carácter</b> | Obligatoria | <b>Carga horaria</b> | 120 h |
|---------------------|--------------|-----------------|-------------|----------------------|-------|

|                     |      |                             |     |                          |      |                      |     |
|---------------------|------|-----------------------------|-----|--------------------------|------|----------------------|-----|
| <b>Experimental</b> | 80 h | <b>Problemas ingeniería</b> | 0 h | <b>Proyecto - diseño</b> | 20 h | <b>Práctica sup.</b> | 0 h |
|---------------------|------|-----------------------------|-----|--------------------------|------|----------------------|-----|

|                                     |                 |  |
|-------------------------------------|-----------------|--|
| <b>Asignaturas correlativas (1)</b> | <b>Cursadas</b> | Procesos Químicos II (Q13.0) - Control de Procesos (Q10.0) |
|-------------------------------------|-----------------|--|

|                  |                           |
|------------------|---------------------------|
| <b>Aprobadas</b> | Química Analítica (Q18.0) |
|------------------|---------------------------|

**Otras cond. para cursar** Seminario de Introd. a la Ing. Qca. (X5.4) - Inglés (X1.1) - Curso de Comunicaciones Técnicas (X2.2)

## Contenidos mínimos

Normas para la interpretación de planos de equipos y plantas. Laboratorio de Procesos Químicos. Laboratorio de Operaciones Unitarias. Experiencias de Control. Aspectos de seguridad e higiene en planta piloto

|                           |  |             |          |
|---------------------------|--|-------------|----------|
| <b>Depto. responsable</b> | Ingeniería Química y Tecnología de los Alimentos | <b>Área</b> | Procesos |
|---------------------------|--|-------------|----------|

**Nº estimado de alumno** 5

## OBJETIVOS

Los objetivos de esta asignatura son:

- 1) que los alumnos aprendan a interpretar y elaborar planos de la industria química utilizando simbología y vocabulario específico de la disciplina; representar diagramas de flujos de procesos a partir de enunciados en inglés
- 2) que los alumnos se adiestren en la utilización de instrumental de medición de variables de procesos y en la operación de equipos típicos de la industria química a escala piloto.
- 3) que los alumnos se entrenen en la operación y evaluación de procesos de transferencia a través del diseño de experiencias, la posterior interpretación de los resultados experimentales y su relación con el conocimiento teórico abordando en los casos que ameriten cuestiones vinculadas a eficiencia energética y al cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero (GEIs).
- 4) que los alumnos fortalezcan la aptitud de comunicación escrita y oral mediante la organización de actividades en grupo, la elaboración de reportes técnicos y la presentación oral de los mismos.

## APORTE A LA FORMACIÓN BÁSICA Y/O PROFESIONAL

En este contexto, el alumno fortalece sus competencias tecnológicas de identificar, formular y resolver problemas de ingeniería; concebir y diseñar procesos acotados, planificar, ejecutar y controlar componentes y procesos, tomar decisiones en situaciones bajo incertidumbre, utilizar técnicas y herramientas de ingeniería, interpretar textos técnicos en inglés y producir textos técnicos utilizando distintos lenguajes (oral, escrito, visual).

En este espacio, el alumno tiene además oportunidad de consolidar competencias sociales y actitudinales al desempeñarse en un grupo de trabajo, debiendo alcanzar una comunicación eficaz, actuar responsablemente para cumplir con los objetivos del equipo, desempeñar diferentes roles y desarrollar la capacidad de análisis crítico en un contexto que incluya además de aspectos técnicos y de seguridad e higiene, componentes económicos, ambientales y legales de la actividad.

## DESARROLLO

### Actividades y estrategias didácticas

Las actividades que se desarrollan son:

- 1) una clase teórica semanal (martes 14-16 hs) donde se explica el marco conceptual de la actividad a desarrollar, se detallan las

capacidades existentes en infraestructura de equipamiento e instrumental para el desarrollo del trabajo, se destaca la importancia de un adecuado diseño experimental, se acentúa en el uso de bibliografía básica y de publicaciones específicas (español e inglés) como fuente de comparación de datos/resultados.

2) Una clase práctica en planta piloto y laboratorios (miércoles 8.30-14.30 hs). En esta instancia, los alumnos plasman el diseño de la experiencia a escala piloto que previamente han planificado en grupo y que comunican a la cátedra. En esta instancia la cátedra acompaña la estrategia planteada por el grupo de alumnos, analizando en conjunto el alcance de los objetivos, la organización de los recursos, los posibles riesgos y la capacidad de comprender, explicar y predecir situaciones. Se intenta que a través del trabajo grupal, el grupo cohesione, y a su vez promueva la creatividad, la tolerancia y la capacidad argumentativa.

### Recursos didácticos

Los recursos didácticos que se implementan en la asignatura tienen por finalidad proporcionar información al alumno, constituir una guía para su aprendizaje, ejercitar habilidades, motivarlo y evaluar los conocimientos en forma continua. Se utilizan:

- explicaciones en pizarrón y en la planta piloto frente a los equipos
- planos y mímicos de procesos y descripciones de procesos específicos en inglés
- un manual desarrollado por la cátedra, que contiene el enfoque que la cátedra le da a las actividades propuestas, la guía de actividades prácticas, un breve marco teórico de cada actividad, detalles del equipamiento e instrumental disponible, anexos con las fichas de seguridad de las principales sustancias que se manipulan en el laboratorio y la planta piloto, un detalle de los procedimientos para la puesta en marcha y parada de los equipos y las reglas de seguridad e higiene que los alumnos deben conocer para manejarse en la planta piloto. Estel material se encuentra disponible en la plataforma moodle de la asignatura. Además se dispone de:
- folletos y materiales específicos actuales de proveedores locales y extranjeros
- normas nacionales e internacionales
- trabajos publicados por personal de la cátedra sobre los temas a desarrollar en forma experimental
- publicaciones en revistas científicas con información específica como material de consulta de los alumnos que les permita comparar resultados y/o analizar diseños de experimentos, tecnologías, etc.

### Evaluación de los alumnos

#### Estrategia de evaluación

El sistema de evaluación se encuadra dentro del Sistema de Cursada por Presentación periódica de informes de cada actividad desarrollada en planta piloto y/o laboratorio (punto 1.3 del Anexo de la Res. CAFI 227/04).

Se aprueba la cursada de la asignatura aprobando el 80% de los informes con un mínimo de 4/10 puntos.

Previo al desarrollo de cada actividad experimental se evalúa el conocimiento previo que el alumno debe asegurar para la realización del trabajo en planta piloto a través de un cuestionario que concentra los conceptos teóricos y las herramientas que se requieren para llevar a cabo el trabajo experimental. Este cuestionario se evalúa con nota numérica (0/10) y forma parte de la nota final.

Se aprueba la asignatura a través de la defensa de uno de los trabajos experimentales desarrollados, a elección del alumno, y ampliado en otros enfoques (económico, tecnológico, ambiental, legal, etc).

#### Examen libre

N

#### Justificación

#### Evaluación del desarrollo de la asignatura

La evaluación de la asignatura se realiza en forma continua a lo largo del cuatrimestre, a través de la evaluación semanal de informes y su devolución personal, lo que permite identificar potenciales dificultades y estimular mejoras en su capacidad de organizar actividades y entrenarse en el uso de herramientas específicas de la disciplina.

Durante la actividad experimental el cuerpo docente evalúa el funcionamiento del grupo y también el desempeño individual vinculado a la capacidad para organizar datos, aplicar herramientas y dispositivos tecnológicos para resolver y planificar soluciones, el manejo del tiempo y de los recursos, la ejecución de actividades (delimitación del problema), la planificación previa, la aptitud para manejar equipamiento y los criterios que aplica el alumno para proponer soluciones alternativas.

La asignatura también se evalúa al final de la cursada, por medio de una encuesta donde los alumnos ponderan aspectos vinculados a los objetivos planteados y al grado de entrenamiento alcanzado en las competencias específicas y genéricas.

| <b>Cronograma</b>  |  |  |                                |
|--|--|--|--------------------------------|
| <b>Semana</b>  | <b>Tema / Actividades</b>  |  |                                |
| 1  | Descripción de la asignatura (Planificación) Simbología y normalización. Diagramas de flujo.   |  |                                |
| 2  | Intercambiadores de Calor: diseño experimental, aspectos teóricos y prácticos.                 |  |                                |
| 3  | Humidificación. Enfriamiento de agua   |  |                                |
| 4  | Operación combinada Inter. Calor - Enfriamiento de agua  |  |                                |
| 5  | Absorción gaseosa  |  |                                |
| 6  | Extracción Líquido-líquido   |  |                                |
| 7  | Análisis de Informes   |  |                                |
| 8  | Extracción Sólido-líquido: operación manual  |  |                                |
| 9  | Extracción Sólido-líquido: operación por computadora y automatizada (PLC/ Práctica de Control) |  |                                |
| 10   | Reactores biológicos: estudio de un proceso de fermentación.                                   |  |                                |
| 11   | Reactores químicos: determinación de parámetros cinéticos y del proceso.                       |  |                                |
| 12   | Reactores químicos: operación de un reactor tubular.   |  |                                |
| 13   | Secado: diseño experimental. Operación de secadero en bandejas.                                |  |                                |
| 14   | Adsorción: reactores heterogéneos  |  |                                |
| 15   | Presentación de trabajos individuales  |  |                                |
| <b>Recursos</b>  |  |  |                                |
| <b>Docentes de la asignatura</b>   |  |  |                                |
| <b>Nombre y apellido</b>   | <b>Función docente</b>   |  |                                |
| Santalla Estela  | Desarrollo Teoría-Diseño Experimental  |  |                                |
| Manzur Alejandra   | JTP- Actividades en Planta piloto y Laboratorio  |  |                                |
| Pagano Ana/Córdoba Verónica  | Reactores Químicos/Reactores biológicos  |  |                                |
| <b>Recursos materiales</b>   |  |  |                                |
| <b>Software, sitios interesantes de Internet</b>   |  |  |                                |
| Software de diseño de equipos de intercambio térmico sin cambio de fase<br>* Programa en DOS (Kavlc.exe) para el diseño de torres de enfriamiento<br>* <a href="http://www.cc.oulu.fi/~pokemwww/new.htm">www.cc.oulu.fi/~pokemwww/new.htm</a><br>* <a href="http://www.che.ufl.edu">www.che.ufl.edu</a><br>* <a href="http://www.capi.ufl.edu">www.capi.ufl.edu</a><br>* <a href="http://chemengineer.about.com/science">http://chemengineer.about.com/science</a>   |  |  |                                |
| <b>Principales equipos o instrumentos</b>  |  |  |                                |
| * Instrumentos para la medición de densidad, viscosidad, velocidad, presión diferencial, caudal, temperatura, humedad relativa ambiente, etc.<br>- Estufas (vacío, circulación forzada, secado)<br>- Secadero de bandejas con control de temperatura y de velocidad del aire<br>- Intercambiadores de calor de carcasa-tubo y de placas con control manual de caudales y temperatura<br>-Torre empacada con posibilidad de cambiar el relleno, con sistema de circulación de gases y/o líquidos con instrumental para la medición de caudal, presión diferencial y temperatura<br>- Planta Piloto de Reacción para el estudio de cinéticas en reactor tubular termocontrolado con control manual de caudales y temperatura<br>- Sistema de extracción líquido-líquido por etapas a escala laboratorio<br>- Planta Piloto Modular para operaciones de extracción sólido-líquido con lazos de control de temperatura y caudales<br>- Filtro con resina comercial para el estudio de adsorción en lecho fijo, intercambio iónico<br>- Digestores con sistema de desplazamiento de volumen para estudio de fermentaciones batch. |  |  |                                |
| <b>Espacio en el que se desarrollan las actividades</b>  |  |  |                                |
| Aula <input checked="" type="checkbox"/>   | Laboratorio <input checked="" type="checkbox"/>  | Gabinete de computación <input type="checkbox"/> | Campo <input type="checkbox"/> |
| <b>Otros</b>   |  |  |                                |
| Planta Piloto de Ingeniería Química  |  |  |                                |
| <b>OTROS DATOS</b>   |  |  |                                |
| <b>Cursada intensiva</b>   | N  |  |                                |
| <b>Cursada cuatrimestre contrapuesto</b>   | N  |  |                                |



## Programa Analítico Asignatura Laboratorio de Procesos (Q11.1)



|                          |  |      |          |
|--------------------------|--|------|----------|
| Departamento responsable | Ingeniería Química y Tecnología de los Alimentos | Área | Procesos |
| Plan de estudios         | Ingeniería Química 2004                          |      |          |

### Programa Analítico de la Asignatura - Año 2019

#### Unidad 1: VARIABLES DE PROCESO

Plantas pilotos de Ingeniería Química. Instrumentos de medición: de propiedades físicas, de transporte, de caudal, de presión, de nivel, de temperatura. Manejo, medición, calibración. Metodologías analíticas. Curvas de calibración. Productos químicos. Normas de seguridad e higiene para su manipuleo, descarga o disposición final. Aspectos de seguridad e higiene a mantener durante las actividades en Planta Piloto.

#### Unidad 2: SIMBOLOGIA, DIAGRAMAS DE FLUJO

Diagramas de Procesos. Diagramas P&I. Simbología normalizada para: manejo de fluidos, intercambio de calor, transferencia de masa, recipientes, transportadores, alimentadores, separadores, mezcladores, drivers. Simbología de unidades típicas y de condiciones de operación. Simbología de instrumental de control. Análisis de planos de plantas industriales. Representaciones de elementos y equipos de una planta.

#### Unidad 3: TRANSMISION DE CALOR

Intercambiador de tubos. Intercambiador de placas. Características. Puesta en marcha: procedimientos. Simulación del transitorio. Operación en estado estacionario: efecto de las variables de operación sobre la eficiencia térmica. Determinación del coeficiente global de transmisión de calor, de coeficientes convectivos peliculares y factores de ensuciamiento. Balances de energía.

#### Unidad 4: REACTORES QUIMICOS

Puesta en marcha y parada de reactor batch (RTAD) y tubular (RT). Determinación de las condiciones de operación. Termodinámica y Equilibrio químico del sistema. Tiempo de residencia: perfiles de concentración. Medición del grado de conversión. Métodos analíticos. Utilización de reciclaje. Determinación experimental de parámetros cinéticos y rendimiento de una reacción. Comparación RTAD-RT.

Unidad 5: INTRODUCCIÓN A LOS REACTORES BIOLÓGICOS. Fermentación como proceso biotecnológico. Introducción al concepto de agentes biológicos, sustratos, inóculos (microorganismos), y biomasas. Cinética de crecimiento de biomasas en bioreactores batch. Relación con la formación de productos. Factores que influyen: T, pH, Oxígeno disuelto. Aplicación a la producción de cerveza: control de sustratos y evaluación del producto. Rendimiento.

#### Unidad 6: OPERACIONES CON TRANSFERENCIA DE MASA - CONTROL DE PROCESOS

Torres rellenas. Circulación de fluidos a través de medios porosos. Fase fluida única. Caída de presión e inundación en torres rellenas. Determinación de coeficientes de transporte, de transferencia de masa. Absorción gaseosa: parámetros característicos, balances de materia, efectos del empaque, flujos, coeficiente de transferencia de masa global, determinación del número y altura de unidades de transferencia. Eficiencia, inundación y recargo. Extracción líquido-líquido: parámetros característicos, condiciones de operación, efecto de la agitación mecánica. Factores que influyen en el grado de separación, composición de refinado y extracto. Eficacia de mezcla. Consumo de potencia. Extracción sólido-líquido: condiciones de operación, características del sólido, efectos de los caudales de alimentación sobre el rendimiento, tiempo de contacto, velocidad de extracción, métodos analíticos de determinación del grado de recuperación. Puesta en marcha, operación y parada de la planta: operación manual y computarizada. Experiencias de control: identificación de los parámetros de un controlador, evolución del estado transitorio e identificación del estado estacionario. Perturbaciones. Programación de los parámetros en un controlador PID. Identificación de los diferentes lazos incluidos. Programación de un lazo de control de temperatura en un extractor sólido-líquido. Análisis de la respuesta del controlador frente a modificaciones de los parámetros. Adsorción, intercambio iónico. Evaluación de la capacidad de lecho y curva de traspaso en filtros comerciales utilizados para el tratamiento de agua.

#### Unidad 7: OPERACIONES CON TRANSFERENCIA SIMULTÁNEA DE CALOR Y MATERIA

Humidificación, enfriamiento de agua: determinación de parámetros característicos, balances de materia y energía, coeficiente global de transferencia de masa, determinación del número y altura de unidades de transferencia, estudio de performance de una torre empacada, eficiencia térmica. Efecto de las condiciones de operación sobre el coeficiente global de transferencia de masa. Secado: balances de materia, parámetros característicos, cinética, determinación de etapas, difusividad. Sistemas de monitoreo continuo de temperatura: programación y registro de la información. Efecto de la granulometría del material, de la velocidad y temperatura del aire sobre el tiempo de secado. Determinación de coeficientes de transferencia de masa.

### Bibliografía Básica

- Couldson J. y Richardson J. (1988). Ingeniería Química. Reverté. 3° ed..
- Foust A.S., Wenzel, Clump, Maus y Anderson. (1985). Principios de Operaciones Unitarias. CECSA. John Wiley & Sons, New York.

- Geankoplis C. (1985). Procesos de Transporte y Operaciones Unitarias. CECSA.
- Kern D.Q. (1950). Process Heat Transfer. Mc Graw Hill, New York.
- Levenspiel O. (1979). Ingeniería de las Reacciones Químicas. Reverté.
- Mc Cabe W.L. Smith J.C. Harriot P. (1995). Ingeniería Química. 4ed. Mc Graw Hill.
- Mills A.F. (1995). Transferencia de Calor. Ed. Irwin
- Ocon J. y Tojo G. (1984). Ingeniería Química. Aguilar.
- Perry R.H. y Chilton C.H. (1991). Manual del Ingeniero Químico. 5th. Ed. Mc Graw Hill.
- Smith. Ingeniería de la Cinética Química.
- Sherwood T.K., Pigford R.L. and Wilke C.R. Mass Transfer. (1983). Mc Graw Hill, New York.
- Shinskey. Process Control Systems.
- " Stephanopoulos. Chemical Process Control.
- " Treybal R. (1980). Operaciones de Transferencia de Masa. 2/e. Ed. Mc Graw Hill.
- " Walas S.M. (1990). Chemical Process Equipment. Selection & Design. Ed. Butterwood.

## Bibliografía de Consulta

Material disponible en el Area de Procesos y en la Biblioteca del Campus:

- ABB Automation Products GmbH. Operating Instructions Digitric 500 Industrial Controller. ABB
- AOAC Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis. 1980. 13th Ed. Washington DC 20044.
- AOCS (1997). Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society. AOCS Press. Champaign, Illinois.
- ASAE Standards (1999). Standards Engineering Practices Data. American Society of Agricultural Engineers. 46th Ed. St. Joseph, MI.
- Cap M. y Tonel (2003). Proyecto Final de carrera: Manual de Operación para la Planta Piloto de Reacción. Facultad de Ingeniería UNCPBA.
- Chirife J. y Cachero R. (1970). Tecnología del secado de mandioca por circulación transversal de aire. Universidad de Buenos Aires. Universidad Nacional del Nordeste. 27 p
- Chobadindeguy A.M. (2003). Proyecto Final de carrera. Automatización de un secadero de bandejas experimental. Facultad de Ingeniería UNCPBA.
- Considine D.M. (1993). Process Instrument and Controls Handbook. Mc Graw Hill. New York. 4° ed
- Doran Pauline. Principios de Ingeniería de los bioprocesos. Editorial Acribia S.A, Zaragoza, España. 1995. (Traducido 1998).
- Dyomaz I. Convective drying kinetics of strawberry. Chemical Engineering and Processing 47 (2008) 914-919.
- ElettronicaVeneta. (1998). Unidad de transferencia de Calor con cambiador de placas y de tubos en U. Mod. UTC-1/EV. Copyright by Elettronica Veneta & Inel Spa. 67 p.
- ElettronicaVeneta. (1998). Unidad Piloto de Reacción. Mod. REC-2/EV. REC20-1S.MAN REV 0. Copyright by Elettronica Veneta & Inel Spa. 62 p
- Engineering Teaching and Research Equipment. (1998). Instruction Manual. UOP8. Tray Dryer. ISSUE 12.
- IRAM 5562. Semillas Oleaginosas. Método de determinación de aceite.
- Kaymak-Ertekin F., Gedik A. Kinetic modeling of quality deterioration in onions during drying and storage. Journal of Food Engineering 68 (2005) 443-453.
- López A., Virseda P. Abril J. Influence of dry matter content and drying conditions on effective diffusion coefficient of onion. Drying Technology, 13 (8&9), 2181-2190. 1995
- Martínez de la Cuesta, P., Martínez E. Operaciones de Separación en Ing. Química. Métodos de cálculo. Person Prentice Hall. 2004.
- Mc Conville Francis X. The Pilot Plant Real Book. A Unique Handbook for the Chemical Process Industry. FXM Engineering and Desing. Worcester Massachusetts. 2002.
- Molyneux F. (1967). Ejercicios de Laboratorio de Ingeniería Química. Ed. Blume.
- Pagano A., Santalla E., Crozza D., Gely M. Producción de biodiesel en reactor tubular a escala piloto. Cap. 4 Energía en la Agricultura CADIR 2007. IX Congreso Argentino de Ingeniería Rural y I del MERCOSUR "La ingeniería rural y el cambio climático". Facultad de Ciencias Agropecuarias Universidad Nacional de Córdoba. Av. Valparaíso s/n - Ciudad Universitaria Córdoba, República Argentina. 19-22 de septiembre de 2007. Córdoba, Argentina. Libro: Avances en Ingeniería Rural. Capítulo: IV Energía en la Agricultura, pp 369-375. ISBN: 978-987-1253-29-6. Editores: Bocco M., Cosiansi J. 2007.
- Schweitzer P. (1979). Handbook of Separation Techniques for Chemical Engineers. Mc Graw Hill.
- Shuler, Michael L., Fikret. Kargi, Bioprocess Engineering. Basic concepts, Prentice Hall Int. Series, 2 Ed. 2002.

Bibliografía científica relacionada con los temas experimentales.

- Park. K., Bin A., Reis Brod F. Drying of pears d'Anjou sith and without osmotic dehydration. Journal of Food Engineering 67 (2002), 97-103.
- Pathare P., Sharma G. Effective Moisture Diffusivity of Onions Slices undergoing Infrared Convective Drying. Biosystems Engineering (2006) 93(3) 285-291.
- Santalla E.M. (1998). Performance de un equipo piloto para la purificación de aire contaminado con amoníaco, XIII Congreso Chileno de Ingeniería Química, II Encuentro Latinoamericano de Ingeniería Química, 61-66.
- Santalla E. M. (2018). Manual de Laboratorio de Ingeniería Química..
- Santalla E. M. y Riccobene I.C. (1998). Torre de enfriamiento de agua: Performance de una columna empacada, MERCOFRIO'98, Feria y Congreso de Aire Acondicionado, Refrigeración, Calentamiento y Ventilación del Mercosur, Porto Alegre, Brasil

|                           |                          |
|---------------------------|--------------------------|
| Docente Responsable       |                          |
| Nombre y Apellido         | Estela Mercedes Santalla |
| Firma                     |                          |
| Dirección de Departamento |                          |
| Firma                     |                          |
| Secretaría Académica      |                          |
| Firma                     |                          |