

Balances de Masa y Energía

Planificación Ciclo lectivo 2026

Datos administrativos de la asignatura			
Departamento:	Química	Carrera	Ingeniería Química
Asignatura:	Balances de Masa y Energía		
Nivel de la carrera	III	Duración	Anual
Régimen de Cursado	Anual	Plan	2023 – Ord 1875
C. Parciales	15	RTF	6
Bloque curricular:	Tecnologías Básicas	Área	Básicas de la especialidad
Carga horaria presencial semanal:	3	Carga Horaria total:	72
Carga horaria no presencial semanal (si correspondiese)		% horas no presenciales (si correspondiese)	
Profesor/es Titular/Asociado/Adjunto:	Ing. Milena Vanina Monesterolo	Dedicación:	Profesor Adj. Ded. Exclusiva
Auxiliar/es de 1º/JTP:	Ing. Paula Sarmiento	Dedicación:	Adj. Int. Ded. Exclusiva

Presentación, Fundamentación

La cátedra, *Balances de Masa y Energía*, es una de las asignaturas que constituyen el bloque de *Tecnologías Básicas*, área: *Básicas de la Especialidad* y se dicta de manera anual en el tercer nivel.

Esta cátedra relaciona contenidos propios, con otros desarrollados en distintas asignaturas que se cursan en el mismo nivel y en niveles anteriores que permitirán al alumno potenciar sus capacidades para manejar el planteo y las técnicas de resolución de diferentes tipos de balances.

- **Relación de la asignatura con el perfil de egreso.**

Contribuye a la formación del perfil profesional del egresado dotándolo de conocimientos que le permiten manejar fluidamente principios y cálculos básicos de Ingeniería Química. El dominio de estos se constituirá en la herramienta principal para abordar estudios relacionados con el diseño, cálculo, puesta en marcha y operación de plantas de procesos.

- **Relación de la asignatura con los alcances del título.**

Afianza el aprendizaje de la práctica profesional ejercitando la identificación de problemas, análisis y selección de alternativas de solución para la definición y resolución de balances de procesos a escala industrial.

Relación de la asignatura con las competencias de egreso de la carrera

Competencias específicas de la carrera (CE)	Competencias genéricas tecnológicas (CT)	Competencias genéricas sociales, políticas y actitudinales (CS)
CE1: Identificar, formular y resolver problemas relacionados a productos, procesos, sistemas, Instalaciones y elementos complementarios correspondientes a la modificación física, energética, fisicoquímica, química o biotecnológica de la materia y al control y transformación de emisiones energéticas, de efluentes líquidos, de residuos sólidos y de emisiones gaseosas incorporando estrategias de abordaje, utilizando diseños	CG1: Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería. Nivel 3	CG6: Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo. Nivel 1

experimentales cuando sean pertinentes, interpretando físicamente los mismos, definiendo el modelo más adecuado y empleando métodos apropiados para establecer relaciones y síntesis. Nivel 3		
CE2:	CG2:	CG7:
CE3:	CG3:	CG8:
CE 4:	CG4: Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería. Nivel 2	CG9:

Propósito

Profundiza el aprendizaje de la práctica profesional ejercitándolos en la identificación de problemas y análisis de alternativas de resolución, mediante la aplicación de herramientas básicas tales como balances de materia y energía.

Objetivos establecidos en el Diseño Curricular

- Modelizar matemáticamente operaciones, procesos unitarios para el cálculo de balance de masa y energía sin y con reacción química en estado estacionario.

Resultados de aprendizaje

- *RA1: Modeliza matemáticamente operaciones unitarias y procesos para el cálculo de balances de masa y energía sin y con reacción química, en condiciones de estado estacionario y no estacionario, resolviendo problemas de aplicación.*
- *RA2: Aplica diferentes herramientas informáticas tales como software, bases de datos y recursos bibliográficos para la resolución de problemas representativos de la práctica profesional.*
- *RA3: Participa de actividades grupales para la realización de trabajos prácticos, actividades experimentales en planta piloto y elaboración de informes, desarrollando hábitos de trabajo en equipo.*

Asignaturas correlativas previas

Para cursar y rendir debe tener cursada:

- Asignatura: *Química*
- Asignatura: *Sistemas de Representación*
- Asignatura: *Fundamentos de Informática*
- Asignatura: *Introducción a Equipos y Procesos*
- Asignatura: *Física II*

Para cursar y rendir debe tener aprobada:

- Asignatura: *Introducción a la Ingeniería Química*
- Asignatura: *Álgebra y Geometría Analítica.*
- Asignatura: *Análisis Matemático I*

Asignaturas correlativas posteriores

Debe tener cursada la asignatura para poder cursar y rendir:

- *Diseño, simulación, optimización y seguridad de procesos*

- *Operaciones Unitarias I*
- *Tecnología de la Energía Térmica*
- *Ingeniería de las Reacciones Químicas*
- *Procesos Biotecnológicos*
- *Higiene y seguridad en el trabajo*

Debe tener aprobada la asignatura para poder cursar y rendir:

- *Control Automático de Procesos*
- *Ingeniería Ambiental*

Debe tener aprobada la asignatura para poder cursar:

- *Proyecto Final*

Programa analítico, Unidades temáticas

Contenidos mínimos (s/ordenanza 1875):

- *Definición cuantitativa del proceso a escala industrial.*
- *Las operaciones y procesos unitarios representativos.*
- *Balances de masa sin y con reacción química en estado estacionario.*
- *Balances de energía sin y con reacción química en estado estacionario.*
- *Balances combinados.*

Programa Analítico:

Unidad I: Procesos Químicos a Escala Industrial

1. Procesos Químicos: Definición cuantitativa a escala industrial. 2. Dimensionamiento preliminar. 3. Necesidad de aplicación de las Operaciones unitarias. 4. Servicios: agua, vapor, aire y vacío. 5. Mediciones en operaciones y procesos. 6. Control de Procesos.

Tiempo estimado: 6 horas cátedra

Unidad II: Balance de Materiales sin Reacción Química

1. Balance de materiales sin reacción química. 2. Grados de libertad, análisis. 3. Configuración con unidades múltiples. 4. Estrategias de resolución. 5. Tratamiento de sistemas con recirculación, by-pass y purga. 7. Resolución de problemas de aplicación.

Tiempo estimado: 15 horas cátedra

Unidad III: Balance de Materiales con Reacción Química

1. Balance de materiales con reacción química. 2. Ley de conservación de masa. 3. Reactivo limitante y reacciones incompletas. 4. Conversión por paso y total. 5. Grado de conversión 6. Selectividad y Rendimiento. 7. Cinética química. 8. Resolución de problemas de aplicación.

Tiempo estimado: 18 horas cátedra

Unidad IV: Balance de Energía

1.-Balance de energía: térmica, mecánica y electroquímica. 2. Estados de referencia. 3. Calor de reacción. 4. Calor de disolución y de mezclado. 5. Resolución de problemas de aplicación.

Tiempo estimado: 15 horas cátedra

Unidad V: Balances Combinados de Materia y Energía

1. Balances combinados de materia y energía. 2. Diagramas entalpía-concentración. 3. Estado estacionario y no estacionario. 4. Diferentes métodos de resolución. 5. Resolución de problemas de aplicación.

Tiempo estimado: 18 horas cátedra.

Metodología de enseñanza

Para los diferentes ejes temáticos desarrollados en la cátedra se abarcarán contenidos conceptuales que permiten comprender e interpretar principios básicos relacionados con balances y su utilización en procesos. Los contenidos procedimentales incluyen el uso de técnicas y recursos disponibles; elaboración de estrategias y desarrollo de destrezas aplicadas al estudio de situaciones problemáticas concretas que permitan ampliar el horizonte de conocimientos. Como contenidos actitudinales se propone priorizar la capacidad de desarrollar trabajos grupales en un marco de cooperación y respeto por las normativas establecidas.

En razón de lo antes citado resulta entonces que para el desarrollo de la asignatura se implementarán diferentes estrategias didácticas que abarcarán:

1. *Clases interactivas en modalidad expositiva – dialogado, a cargo de los docentes de la cátedra en donde se relacionan aspectos teóricos con la práctica ingenieril, utilizando diferentes recursos informáticos y audiovisuales, que se complementaran con actividades de cálculo. Luego de su desarrollo se fomentará el análisis y la discusión grupal de las estrategias utilizadas para la resolución de situaciones problemáticas de interés.*
2. *Aporte de guías de ejercitación complementarias para fomentar actividades de trabajo grupal extra áulico.*
3. *Aplicación de recursos informáticos disponibles que serán utilizados como herramientas para el cálculo (MATLAB, MATHCAD; ORIGIN, etc.) y para el acceso a la información (bases de datos, INTERNET) utilizados en la resolución de ejercicios.*
4. *Desarrollo de un trabajo experimental integrador que implica, inicialmente, una visita técnica a la planta piloto. En esta se propondrá el reconocimiento de equipos existentes, evaluación de sus características y análisis de la información que deberá relevarse para el desarrollo de los correspondientes balances de materia y energía de un sistema integrado de termotransferencia. Luego de su discusión y análisis y ya en una segunda instancia, se procederá a la realización la actividad experimental y elaboración del respectivo informe.*
5. *Visita técnica a la Empresas PORTA Hnos. S.A. (Córdoba), a efectos de tomar conocimiento de diferentes procesos productivos y evaluar las características de los principales equipos.*

Recomendaciones para el estudio

Para un mejor aprovechamiento de la asignatura se recomienda a los alumnos:

1. *Para lograr un mejor abordaje de las diferentes unidades realizar en forma paralela a su desarrollo una revisión de temas que ya fueron tratados en cátedras de niveles anteriores los cuales, a su criterio, entiende que no maneja con la solidez necesaria y, por ende, dificultan su aprendizaje. Como ejemplos, se cita: estequiometria, concentración y conversión de unidades, entalpía, entre otros.*

2. Seguimiento de la cátedra durante su desarrollo cumpliendo con las actividades áulicas y extra áulicas que se proponen.

Metodología de evaluación

- **Condiciones de aprobación:**

Momentos: Evaluación continua y final

Instrumentos: seguimiento en clases – dos Instancias de Evaluación Escritas – IEE- y una Instancia de Recuperación Integradora -IRI – informe técnico de trabajo experimental.

Un Seminario- Taller Integrador -STI – con presentación y análisis de resultados del trabajo experimental a planta piloto (para su corrección se utilizará la implementación de rúbricas que serán puestas en conocimiento del alumno a efectos de su facilitar su autoevaluación).

Código	Configuración de IEE e IRI	Cantidad			
		IEE	IRI	STI	Notas
15	2 (dos) IEE y 1 (uno) IRI	2 (dos)	1 (uno)	1 (uno)	2 a 4 (dos a cuatro)

Se plantea una relación entre las metodologías de evaluación implementadas respecto de los resultados de aprendizaje (RA), de acuerdo a:

Instrumento de evaluación	RA
Instancias de Evaluación Escritas - IEE - e Instancia de Recuperación Integradora - IRI -	RA1 y RA2
Seminario- Taller Integrador - STI -	RA1, RA2 y RA3
Evaluación continua - Seguimiento de clases	RA1, RA2 y RA3

Actividades: Para la evaluación continua se tendrá en consideración aspectos tales como intervención en clases teóricas, discusión y desarrollo de estrategias de resolución de problemas

de trabajos grupales, dominio de lenguaje técnico, nivel de participación en las actividades desarrolladas, etc.

Paralelamente se considerará además el grado de cumplimiento de las normas establecidas por la cátedra.

Criterios de:

- **Promoción:** la aprobación directa de la materia será alcanzada por los alumnos que:

1. Han aprobado cada IEE con una nota mínima de 8 (ocho).
2. Aquellos que han aprobado las dos IEE, pero han alcanzado una calificación mínima de 8 solo en una de ellas. En este caso, podrán promocionar si aprueban con una calificación de 8 (ocho) o más el IRI, el que podrá realizar de manera voluntaria.

- **Aprobación indirecta con coloquio:** Los alumnos que no alcancen los objetivos de aprobación directa, podrán acceder a la condición de regular con acceso a coloquio. En este caso se aprueba la materia con un coloquio final en modalidad oral que abarca contenidos teórico-prácticos.

1. Es válida para alumnos que han aprobado las dos IEE, pero han alcanzado una calificación mínima de 8 solo en una de ellas y NO OPTARON por presentarse a la IRI o habiéndose presentado la APROBARON sin alcanzar el mínimo de 8 (ocho).

- **Regularidad:** Los alumnos que no alcancen los objetivos de aprobación directa o indirecta con acceso a coloquio antes indicadas, alcanzarán condición de regulares cuando:

1. No han alcanzado ninguna de las condiciones anteriores, pero han aprobado la(s) IEE y/o IRI según corresponda, con una nota mínima de 6 (seis).

Además, en todos los casos es condición obligatoria tener aprobado el TP y cumplir con los restantes requisitos establecidos en el respectivo plan de estudios vigente (ej: asistencia).

Cronograma de clases/trabajos prácticos/exámenes (tentativo)																
Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Unidad n° 1																
Unidad n° 2																
Unidad n° 3												IEE				
Semana	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
Unidad n° 4							X									
Unidad n° 5								IEE	X		X	©		IRI		

 **Desarrollo de contenidos teórico - prácticos**
IEE **Instancia de evaluación escrita**
IRI **Instancia de recuperación integradora**
X **Actividades en planta piloto y laboratorio informático (desarrollo integral de trabajo práctico)**
© **Visita a fábrica**

Se propone un presupuesto de tiempo de:

- 38 % de la carga horaria para desarrollo y aplicación de contenidos teóricos,
- 40 % para modelado y resolución de ejercicios de aplicación,
- 6 % para evaluación escrita,
- 4 % recuperación integradora
- 9 % actividades experimentales y modelado (TP), y
- 3 % visita técnica.

Recursos necesarios
Disponibilidad de infraestructura a) Aula de clases con equipamiento específico, disponibilidad de acceso a INTERNET, cañón de imágenes, etc. b) Planta piloto de Ing. Qca de la FRVM - Equipamiento y elementos de seguridad específicos. Para desarrollo de trabajo experimental se utilizarán equipos de termotransferencia de estructura modular disponibles para cumplir dos etapas del trabajo práctico planificado. Actividades de la 1° etapa: identificación de los equipos disponibles en planta piloto, relevamiento de información específica, análisis de su operatoria y evaluación de sistemas de servicios auxiliares.

Actividades de la 2° etapa: obtención de datos de operación que serán relevados del sistema de termotransferencia en operación, luego de lo cual se propondrá el planteo y resolución de los balances de materiales y energía, sobre el modelo a desarrollar.

c) Laboratorio de Informática de la FRVM – (aula virtual)

Disponibilidad de infraestructura y equipamiento: 25 equipos PC completos, conectados en red, con acceso a INTERNET y software específico (última etapa del TP).

Actividades de la 3° etapa: desarrollo del modelo de balance de masa y energía del sistema de termotransferencia evaluado experimentalmente mediante aplicación de software comercial, resolución y comparación de resultados teóricos vs. experimentales.

d) Otros recursos requeridos:

Acceso a campus virtual mediante plataforma MOODLE,

Videos didácticos sobre temáticas específicas,

Gestiones de contratación y tramitaciones a desarrollar por las respectivas Secretarías para disponibilidad de sistema de transporte, cobertura de seguro, etc. requeridos para la visita a fábrica prevista y resguardo de alumnos y docentes para el desarrollo de actividades que demanden estas tipo de cuestiones puntuales.

Referencias bibliográficas (citadas según Normas APA)

a) Obligatoria o básica:

Corrales Pérez, J. (1989). **Aprenda a Redactar Informes**. Ingeniería Química. Vol. 21 (248), 233-236. (rep. Inf. Tecnológica, Vol 1, N°1, 46-49, 1990).

Felder, R. and Rousseau R. (2004). **Principios Elementales de los Procesos Químicos**. (3° ed.) México. Editorial. Limusa Wiley.

Felder, R. y Rousseau, R. (1981). **Principios Básicos de los Procesos Químicos**. México. Editorial El Manual Moderno S.A.

Ghasem, N. and Henda, R. (2015). **Principles of Chemical Engineering Processes: Material and Energy Balances**. (2nd ed). Boca Ratón. USA. Editorial: CRC Press. Taylor & Francis Group.

Himmelblau, D. (1996). **Principios y Cálculos Básicos de la Ingeniería Química**. (6° ed.) México. Editorial Prentice Hall Hispanoamérica S.A.

Himmelblau, D. and Riggs, J. (2012). **Basic Principles and Calculations in Chemical Engineering**. (8th ed.). Michigan, USA. Editorial Prentice Hall Int. S.A.

Murphy, R. M. (2007). **Introducción a los Procesos Químicos: Principios, Análisis y Síntesis**. México. Editorial McGraw Hill S.A.

Perry, R.H. Green, D.W. and Maloney, J. (1998). **Perry Manual del Ingeniero Químico**. (6[°]ed. y 3[°] ed. en español) Editorial McGraw Hill S.A. (y anteriores).

Reklaitis, G.V. (1991). **Balances de Materia y Energía**. México. Editorial McGraw Hill S.A.

Valiente Barderas, A. (1999). **Problemas de Balance de Materia y Energía en la Industria Alimentaria**. México. Editorial Limusa, Noriega Editores.

b) Complementaria:

Álvarez Zapata, H.D. (2011). **Balances de Materia y Energía. Formulación, solución y usos en Procesos Industriales. Corregida y aumentada**. Medellín. Editorial ArtBox. (Versión electrónica gratuita disponible en INTERNET).

Cerro, R.L. Higgings, B.H. and Whitaker, S. (2014). **Material Balances for Chemical Engineers**. USA. Editorial: CRC Press. Taylor Francis Group.

Goldbort, R. (2006). **Writing for Science**. New Haven & London, Editorial: Yale University Press.

Henley, E. J. y Rosen, E. M. (1973). **Cálculo de Balances de Materia y Energía**. Barcelona, España. Editorial Reverté S.A.

Morris, A.E. Geiger, G. and Fine. H. A. (2011). **Handbook on Material and Energy Balance Calculations in Material Processing**. (3rd ed). Singapur. Editorial. John Wiley Sons, Inc.

Thompson, E. y Ceckler W. (1979). **Introducción a la Ingeniería Química**. México. Editorial McGraw Hill Latinoamericana S.A.

Ulrich, G.D. (1986). **Diseño y Economía de los Procesos de Ingeniería Química**. México, Editorial Interamericana S.A. de C.,

Valderrama, J. O. (2022- Versión revisada). **Publicar en Revistas Científicas de Corriente Principal: Antecedentes, Definiciones y Recomendaciones**. La Serena – Chile. Editorial Universidad de La Serena.

Yaws, C.L. (1996). **Handbook of Thermodynamic Diagrams, Library of Physico-Chemical Property Data** - Volúmenes 1 a 4 - Houston, Texas. Editorial Gulf Publishing Company.

c) Otros:

Acceso a bibliotecas electrónicas y/o bases de datos:

Biblioteca Electrónica de Ciencia y Tecnología. MINCyT. <https://biblioteca.mincyt.gob.ar/>

Composition of Foods Raw, Processed, Prepared USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 28 (2015).

FOODPROP V1.0,

Libro del Web de Química del NIST. <http://webbook.nist.gov/chemistry>.

Función Docencia

El desarrollo total de contenidos está a cargo del responsable de cátedra, pero, con participación abierta de ambos docentes. Las clases se dictan con la presencia simultánea de los mencionados, quienes también contribuyen y supervisan de manera permanente el trabajo referido a la elaboración de las guías de modelado y resolución de problemas.

Reuniones de asignatura y área

Desde la cátedra se plantean reuniones y contactos periódicos informales con docentes de asignaturas del mismo nivel y también de niveles inferiores y superiores a efectos de ajustar metodologías y tratamiento de contenidos vinculados. Paralelamente se mantendrán las pautas establecidas en las reuniones de coordinación, principalmente, con las cátedras constituyentes del área de Básicas de la Especialidad.

Ambos docentes de la asignatura comparten actividad diaria en la institución como parte de sus actividades de I+D. Esto permite una coordinación continua en relación con la asignatura que no requiere, prácticamente, la necesidad de reuniones formales al respecto. No obstante, de plantearse una situación de tales características que generara tal demanda la misma sería respondida de inmediato.

Atención y orientación a las y los estudiantes

La atención de consultas extra áulicas se realiza de manera presencial o virtual participando ambos, de acuerdo a necesidades.

No se establece un cronograma específico, en razón de existir fluctuaciones de requerimientos muy marcados durante el desarrollo del año lectivo.

Se mantiene una condición de consultas abiertas en donde el alumno tiene acceso permanente a los docentes quienes están presentes en la institución desarrollando actividades de I+D en el Grupo GISIQ, además de su función docente. La respuesta a consultas de tipo individual es casi inmediata.

En momentos de máxima demanda, la cátedra coordina con los estudiantes reuniones grupales de tipo presencial o vía ZOOM.

En términos generales, estas responden a requerimientos para la ejecución de las guías de ejercitación complementaria, dudas previas y/o posteriores propias de las distintas etapas del trabajo práctico y atención de consultas de tipo general vinculadas con el desarrollo de contenidos de la asignatura, bibliografía y demás recursos utilizados durante el año lectivo.



Handwritten signature of Milena Vanina Monesterolo, with the text "MONESTEROLO M.V." written below it.

Milena Vanina Monesterolo

DNI: 28614008

ANEXO 1: FUNCIÓN INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN (si corresponde)

Lineamientos de Investigación de la cátedra

Ambos docentes de la cátedra se desempeñan como investigadores. En el caso del docente a cargo, se desempeña como integrante del Grupo de Investigación Simulación de Procesos para Ingeniería Química – GISIQ – que desarrolla actividades de I+D, en la línea temática de modelado y simulación de procesos de industrias químicas y de alimentos, con desarrollos conjuntos y/o transferencia efectiva a la industria.

Como resultado de las actividades derivadas, la cátedra y la cohorte reciben una serie de prerrogativas que favorecen su desarrollo de manera directa o indirecta, como acceso y facilidades tales como visitas técnicas a plantas de procesos de reciente desarrollo (Ej: mini destilerías, planta de producción de bioetanol y/o primera planta de producción de concentrados proteicos de la Argentina – Porta S.A.) con posibilidad de utilización de laboratorios, elementos, materiales y equipamiento de la empresa, (establecido por convenio específico para actividades académicas e I+D, vigente entre las partes desde 2015) además de los que dispone el Grupo.

Lineamientos de Extensión de la cátedra

Se plantea una condición semejante a la indicada en el apartado anterior.-

Actividades en las que pueden participar las y los estudiantes

Desde la cátedra se orienta al alumno a participar en actividades vinculadas con I+D.

Se alienta a los integrantes de las cohortes a trabajar de manera incipiente con distintas herramientas para acceder a publicaciones científicas, desarrollar actividades experimentales y/o de modelado en relación con operaciones unitarias y procesos de interés alentando su participación en eventos formadores como IDETEC (FRVM) y otros congresos/jornadas de CyT para alumnos. Se induce al aprendizaje de modos y formas de redacción científico-tecnológica.

