

# APLICACIÓN DE PROGRAMACIÓN MATEMÁTICA PARA EL DISEÑO Y OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS Y SISTEMAS

Plan anual de actividades académicas - Ciclo lectivo 2023

## 1. DATOS GENERALES DE LA ACTIVIDAD CURRICULAR

Datos administrativos
<p><u>Departamento:</u> Ingeniería Química</p> <p><u>Carrera:</u> Ingeniería Química</p> <p><u>Duración:</u> 5 años</p> <p><u>Asignatura:</u> Aplicación de programación matemática para el diseño y optimización de procesos y sistemas (Res. CD 427/2021)</p> <p><u>Nivel de la carrera:</u> V</p> <p><u>Bloque curricular:</u> Tecnologías aplicadas</p> <p><u>Área:</u> Diseño sistémico de procesos</p> <p><u>Carácter:</u> Electiva</p> <p><u>Régimen de dictado:</u> Anual</p> <p><u>Carga horaria semanal:</u> 4 (hs. cátedra)</p> <p><u>Carga horaria total:</u> 128 (hs. cátedra)</p>
Correlatividades
<p><u>Asignaturas correlativas previas</u></p> <p>Para cursar "Aplic. de program. matem. p/ el diseño y optim. de proc. y sist." debe tener cursada:</p> <p><u>Obligatorias:</u> Termodinámica/ Operaciones Unitarias I/ Tecnología de la Energía Térmica/ Operaciones Unitarias II</p> <p>Para cursar "Aplic. de program. matem. p/ el diseño y optim. de proc. y sist." debe tener aprobada:</p> <p><u>Obligatorias:</u> No corresponde</p> <p>Para rendir "Aplic. de program. matem. p/ el diseño y optim. de proc. y sist." debe tener aprobada:</p> <p><u>Obligatorias:</u> Termodinámica/ Operaciones Unitarias I/ Tecnología de la Energía Térmica/ Operaciones Unitarias II</p> <p><u>Asignaturas correlativas posteriores</u></p> <p>No corresponde</p>
Equipo docente
<p>MUSSATI; Miguel (Prof. Adj. - DS)</p> <p>MUSSATI; Sergio (Prof. Adj. - DS)</p>

## 2. FUNDAMENTACIÓN DE LA ASIGNATURA DENTRO DEL PLAN DE ESTUDIOS

Describir el sentido de la asignatura en el plan de estudios y en la formación del ingeniero de la especialidad, el posicionamiento desde donde se enseña la disciplina, discutiendo porqué y para qué el estudiante tiene que aprender la presente asignatura en esta etapa de su carrera (hasta 200 palabras).

De la propia experiencia académica y profesional se puede advertir que el estudiante avanzado de ingeniería tiene una idea intuitiva vaga del concepto de optimización en ingeniería. El estudiante asocia “optimización” con “hacer algo más eficiente” pero no sabe cómo hacerlo, y mucho menos, qué herramientas o técnicas dispone para ello.

Dentro de este contexto, el dictado de esta asignatura se fundamenta en la necesidad de enseñar al estudiante la optimización de procesos y sistemas desde la perspectiva de la formulación, implementación y resolución de modelos matemáticos de equipos, operaciones y procesos unitarios, con base en la técnica de programación matemática, aprovechando que en las asignaturas matemáticas previas se estudian muchos de los fundamentos teóricos que se requieren para un tratamiento formal del tema.

### 3. COMPETENCIAS

Para la descripción de este punto considerar las competencias enunciadas en el ANEXO I Libro Rojo de CONFEDI (Ver documento adjunto). Copiar las que correspondan (código y texto) e indicar el nivel de aporte (Bajo / Medio / Alto) de la asignatura para cada competencia.

Competencias Tecnológicas	Nivel de Aporte
<p><b>1 Competencia para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.</b></p> <p>1.a. Capacidad para identificar y formular problemas.</p> <p>1.a.2. Ser capaz de identificar y organizar los datos pertinentes al problema.</p> <p>1.a.4. Ser capaz de delimitar el problema y formularlo de manera clara y precisa.</p> <p>1.b. Capacidad para realizar una búsqueda creativa de soluciones y seleccionar criteriosamente la alternativa más adecuada.</p> <p>1.b.1. Ser capaz de generar diversas alternativas de solución a un problema ya formulado.</p>	Alto
<p><b>4 Competencia para utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería.</b></p> <p>4.b.2. Ser capaz de interpretar los resultados que se obtengan de la aplicación de las diferentes técnicas y herramientas utilizadas</p>	Alto
Competencias Sociales, Políticas y Actitudinales	Nivel de Aporte
2. Comunicarse con efectividad. Deberá ser capaz de manejar las herramientas informáticas apropiadas para la elaboración de informes y presentaciones	Alto
Competencias Específicas	Nivel de Aporte
(insertar una fila por cada una)	

### 4. OBJETIVOS/ RESULTADOS DE APRENDIZAJE

#### Objetivos

Transcribir los objetivos de la asignatura establecidos en el DC. Señalar los objetivos de la asignatura, entendidos como la intencionalidad de los docentes con respecto a lo que esperan que el alumno logre como consecuencia de la propuesta de enseñanza (por ejemplo: Que el alumno logre plantear estrategias de eficiencia energética para diferentes procesos ingenieriles).

Objetivos establecidos en el DC

El alumno deberá adquirir la capacidad de:

- ✓ Distinguir entre un modelo de simulación y un modelo de optimización.
- ✓ Saber formular, implementar, resolver y analizar las soluciones de un modelo de optimización de un caso de estudio típico de ingeniería química considerando funciones objetivo-energéticas, económicas o ambientales, de acuerdo a la naturaleza del caso de estudio examinado.
- ✓ Adquirir los conocimientos indispensables del manejo del software de modelado y optimización de propósito general GAMS (General Algebraic Modelling System)
- ✓ Distinguir el tipo de soluciones que se pueden obtener al resolver un problema de optimización lineal, no lineal, mixto entero lineal y mixto entero no lineal, aplicando programación matemática.

**Resultados de Aprendizaje**

Definir los resultados de aprendizaje (RA), entendidos como una declaración muy específica que describe exactamente y de forma medible (posibles de evidenciar) qué es lo que un estudiante será capaz de hacer, expresados como [Verbo de Desempeño]+ [Objeto de Conocimiento]+ [Finalidad]+ [Condición(es) de Referencia/Calidad] (por ejemplo: Plantea estrategias para mejorar las prestaciones y eficiencia energética de diversas actividades ingenieriles mediante la utilización de los principios de la disciplina, considerando el contexto socioeconómico y medioambiental en el que se encuentran insertas), y considerando:

- ✓ incluir únicamente aquellos RA que se consideren elementales para definir el aprendizaje esencial de la asignatura o programa en el contexto de la carrera
- ✓ no necesariamente debe haber una relación biunívoca RA- Unidad Temática
- ✓ se sugiere contar como máximo con 4-5 RAs para la asignatura

Plantear modelos matemáticos que describan diferentes operaciones unitarias de Ingeniería Química y/o procesos con vista de simular u optimizar el diseño y condiciones de operación de los mismos.

Implementar y resolver modelos matemáticos en una herramienta de modelado de alto nivel para programación y optimización matemática (GAMS)

**5. CONTENIDOS DEL PROGRAMA ANALÍTICO (UNIDADES TEMÁTICAS)**

Unidad 1: Aspectos teóricos de optimización lineal y no-lineal. Conjuntos convexos y funciones convexas. Propiedades básicas de las funciones convexas.

Unidad 2: Programación matemática lineal LP. Optimización lineal con restricciones de desigualdad. Introducción y formulación del problema. Teoremas básicos de la programación lineal. Generación de soluciones. Método del simplex: formas geométrica y algebraica. Técnica de las variables artificiales: métodos de las penalizaciones y método de las dos fases. Forma revisada del método simplex. Implementación y solución de modelos en GAMS.

Unidad 3: Programación matemática no lineal NLP. Problemas con restricciones de igualdad.

Introducción y formulación del problema. Condiciones de existencia de extremos. Multiplicadores de Lagrange. Problemas con restricciones de igualdad y desigualdad. Introducción y formulación del problema. Condiciones de Kuhn-Tucker. Algoritmos de optimización: Búsqueda en la línea por ajuste de curvas. Método del gradiente conjugado. Métodos tipo cuasi-Newton. Métodos de penalización. Métodos de multiplicadores de Lagrange. Método del gradiente reducido. Método de proyección del gradiente. Implementación y solución de modelos en GAMS.

Unidad 4: Programación matemática mixta entera lineal MILP. Introducción y formulación del problema. Metodología de solución. Implementación y solución de modelos en GAMS.

Unidad 5: Programación matemática mixta entera no lineal MINLP. Introducción y formulación del problema. Metodología de solución. Implementación y solución de modelos en GAMS.

Unidad 6: Aplicaciones clásicas y en ingeniería. Programación lineal LP: Transporte. Planificación de producción. Dieta. Flujo en red. Suministro económico de centrales termogeneradoras.

Unidad 7: Programación mixta entera lineal MILP: Localización de plantas productoras. Programación de centrales térmicas generadoras de electricidad.

Unidad 8: Programación no lineal NLP: Diseño óptimo de plantas batch. Optimización de la operación de sistemas de tratamiento de efluentes. Diseño y operación óptimos de sistemas de evaporadores. Acoplamiento óptimo de ciclo combinado de calor y potencia a sistema de evaporadores.

Unidad 9: Programación mixta entera no lineal MINLP: Síntesis óptima y optimización de la operación de sistemas para reducción de las emisiones. Caso de estudio: Planta de tratamiento de efluentes para eliminación de nitrógeno por barros activados / Síntesis, diseño y optimización de la operación de sistemas duales para la generación de calor y potencia. Caso de estudio: Sistemas para desalinización de agua de mar por sistema doble propósito incluyendo turbinas de gas.

## 6. METODOLOGÍAS DE ENSEÑANZA- APRENDIZAJE

### Descripción de la metodología

Listar las metodologías didácticas activas empleadas para garantizar la adquisición de las competencias antes mencionadas, con relación al propósito y objetivos que desarrolla la asignatura, y para promover el desarrollo de los resultados de aprendizaje.

Describir el enfoque de enseñanza adoptado, así como las estrategias de trabajo en equipos colaborativos, aula invertida y otras metodologías de aprendizaje activo y centrado en el estudiante aplicadas para promover el desarrollo de los resultados de aprendizaje. Detallar las características de las actividades prácticas a desarrollar, el uso de laboratorios físicos y/o remotos/virtuales (si correspondiese) y la utilización significativa del Campus Virtual Global (u otro entorno virtual de enseñanza y aprendizaje) y otros recursos basados en TIC.

En la primera clase se presentan los objetivos y alcances de la asignatura, y se ilustra el tipo de desafíos que se pretenden abordar. Para su ejemplificación, se enuncia un problema clásico de ingeniería química

y se pone en evidencia la necesidad de su optimización; por ejemplo, optimizar un sistema reaccionante catalítico multi-componente. Se introduce la noción de modelo matemático fenomenológico (simplificado y riguroso) determinístico del sistema, con las correspondientes ecuaciones de balance de masa, energía y cantidad de movimiento, la presencia de restricciones operativas, de materiales y de diseño, y la identificación de la métrica a optimizar. De este modo se introduce de manera natural el concepto de variables de decisión, restricciones de igualdad y de desigualdad, y función objetivo de un problema de optimización de objetivo único o simple. Se explica que esta metodología se puede extender hasta la síntesis óptima de procesos (obtener el flowsheet del proceso con criterio de óptimo), generando modelos de diferente naturaleza matemática según el tipo de variables involucradas (continuas/discretas).

Según se explicó previamente, los fundamentos y aspectos teóricos de los contenidos de la asignatura se introducen mediante una exposición oral del docente, basada en un caso de aplicación (referencia) sobre el que se extienden o establecen generalizaciones. Se aclara al estudiante que no se trata de una clase de Matemática sino que se enseñan los conceptos necesarios para formular, resolver y analizar las soluciones de un problema de optimización -lineal o no lineal- en base a la técnica de programación matemática. Previo al comienzo de cada clase, se realiza un repaso de los contenidos introducidos en la clase anterior.

Para cada tema abordado, se destinan una o más clases prácticas (según corresponda) para la realización de guías de trabajos prácticos. En ellas, primero se formula (modela) el problema de optimización tratado, y posteriormente se implementa y resuelve en el entorno de modelado y optimización GAMS en el gabinete de Informática, con el seguimiento presencial de los docentes. Se discute en clase las ventajas y desventajas comparativas de las estrategias seguidas por diferentes alumnos para modelar un mismo problema de optimización y las soluciones obtenidas según el escenario definido en cada caso. Se adopta la misma metodología de trabajo y seguimiento para las clases prácticas destinadas a la realización de las actividades integradoras (ver ítem anterior).

### **Recomendaciones para el estudio**

Describir las principales recomendaciones que se les pueden hacer a las y los estudiantes para abordar el aprendizaje de la asignatura, teniendo en cuenta la experiencia del cuerpo docente respecto de desarrollos anteriores.

Se aconseja asistir a todas las clases.

Efectuar un repaso de todo lo actuado en clases anteriores.

## **7. RECURSOS NECESARIOS**

Detallar los recursos necesarios para el desarrollo de la asignatura. Considerar todos los aspectos docentes, institucionales y estudiantiles de manera de prever y planificar las necesidades para alcanzar los Resultados de Aprendizaje previstos, incluyendo los siguientes ítems: Espacios Físicos (aulas, laboratorios, equipamiento informático, etc.), Recursos tecnológicos de apoyo (proyector multimedia, software, equipo de sonido, aulas virtuales, etc.), Transporte, seguro, y elementos de protección para desarrollar actividades en laboratorios, empresas, fábricas, entre otros.

Para un mejor aprendizaje de manejo del software GAMS se organizan grupos de trabajo de tres

integrantes asegurando que cada grupo cuente al menos con una computadora. En este sentido, la experiencia indica que cada alumno prefiere asistir a las clases con su computadora personal.

También, es importante mencionar que la versión académica y libre de GAMS es suficiente para resolver los modelos que se plantean en la materia, sin requerir ninguna licencia en especial. Finalmente, para el dictado de las clases teóricas se dispone de proyectores y computadoras.

Recursos para desarrollar actividades en laboratorios, empresas, entre otros

## 8. EVALUACIÓN

### Metodologías/ estrategias de evaluación

Detallar las estrategias de evaluación que permitan medir el grado de logro de las competencias que aborda la asignatura y los resultados de aprendizaje definidos, que podrán ser diagnósticas, formativas, sumativas, de proceso, autoevaluación o evaluación por pares, indicando la forma en que los alumnos acceden a los resultados de sus evaluaciones. Describir los instrumentos y recursos que se utilizarán en cada instancia de evaluación (como ser clases, trabajos prácticos, proyectos, exposiciones orales, cuestionarios, portafolios, exámenes parciales) y todo instrumento que permita al estudiante demostrar su nivel de desempeño y obtener una retroalimentación significativa para mejorar.

Indicar la modalidad mediante la cual se informa a los alumnos sobre las condiciones de regularización y aprobación directa de la asignatura.

La evaluación de los alumnos consiste de dos partes fundamentales:

- Seguimiento personalizado del alumno durante el dictado de las clases teóricas y teóricas-prácticas. El grado de interacción que manifieste el alumno frente a diferentes planteos sin implicar una evaluación concreta será considerado como un indicador del aprendizaje.
- ✓ Realización de trabajos prácticos y actividades propuestas con fechas de entrega con sus correspondientes devoluciones. Dichos trabajos serán corregidos y devueltos a los alumnos para su información. Las devoluciones incluirán comentarios y/o sugerencias que permitan consolidar el conocimiento. En caso, que no se alcance el nivel esperado por el docente, el alumno deberá realizar y entregar nuevamente la guía o actividad en particular.
- ✓ Según se explicará más adelante, se considera la posibilidad que, en caso de que sea necesario, el alumno deberá realizar un trabajo recuperatorio relacionado con la parte teórica en la que haya mostrado deficiencia y otro trabajo recuperatorio orientado a la parte teórica-práctica.

### Criterios de Ponderación

- La entrega en tiempo y forma y aprobación de las guías prácticas como así también la participación del alumno en clase y actividades propuestas formarán parte de los criterios de ponderación para la formación práctica. Mientras que el grado de conocimiento del alumno adquirido durante el cursado de la materia y sus habilidades para comunicarlos en forma oral y escrita se tendrán en cuenta en las instancias de evaluación.

### Condiciones de aprobación

### Condiciones de Aprobación Directa

Describir las condiciones de aprobación directa, fundamentando brevemente su elección. Describir los instrumentos y recursos que se utilizarán.

El estudiante deberá ser capaz de resolver, analizar y justificar los resultados que se obtengan de la aplicación de las técnicas enseñadas. El caso de estudio será proporcionado por los docentes de la asignatura o a propuesta del alumno con la aceptación del cuerpo docente. En la evaluación del trabajo para optar para la aprobación directa el alumno deberá mostrar capacidad de poder desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo y en forma individual.

El alumno deberá presentar y comunicar los resultados en forma efectiva, utilizando un lenguaje técnico específico y apropiado.

Se prevé la presentación final del trabajo para optar por la aprobación directa la última clase del año lectivo. En caso de ser necesaria una fecha de recuperación, será la semana siguiente, en el mismo día de la semana y horario. La instancia de recuperación consistirá en corregir y/o re-elaborar el informe presentado atendiendo las correcciones, observaciones y/o sugerencias de los docentes.

### Condiciones de Aprobación No Directa

Describir las condiciones de aprobación no directa, fundamentando brevemente su elección. Describir los instrumentos y recursos que se utilizarán.

En caso de que el alumno haya optado por la Aprobación Directa y que en la instancia de recuperación no incluya las correcciones sugeridas y/o no haya re-elaborado correctamente el informe presentado para la Aprobación Directa.

En caso de que se trate de un alumno regular. El estudiante regularizará la asignatura mediante la aprobación de un trabajo práctico que se desarrollará a lo largo del año. La desaprobación del trabajo requerirá la realización de dos trabajos recuperatorios: un trabajo relacionado con la teoría propiamente dicha y otro consistente en una nueva presentación del trabajo con las correcciones y/u observaciones realizadas en la primera instancia de presentación. Las presentaciones de los trabajos recuperatorios tendrán lugar antes de la finalización del año lectivo (en el día y horario habituales de dictado de la materia).

### Modalidad de Examen Final

Describir la modalidad utilizada en el examen final, fundamentando brevemente su elección. Describir los instrumentos y recursos que se utilizarán.

Se tomará un examen final de los contenidos proporcionados durante el año lectivo.

## **9. BIBLIOGRAFÍA**

Detallar la bibliografía utilizada y recomendada en la asignatura (se sugiere citar según Normas APA).

### Bibliografía obligatoria

Biegler L., I. Grossmann, A. Westerberg. Systematic methods of chemical process design. 1997. ISBN: 0134924223.

Taha H. A. Investigación de operaciones. Editor Pearson Educación, 2004. ISBN: 9702604982,

9789702604983.

Winston W.L. Investigación de operaciones: aplicaciones y algoritmos. Editor Thomson, 2005. ISBN: 9706863621, 9789706863621.

Brooke A, Kendrick D, Meeraus A. GAMS-A user's guide, release 2.25. The Scientific Press: South San Francisco, CA., 1992

Página de General Algebraic Modeling System (GAMS) <http://www.gams.com/>.

Bibliografía optativa

## 10. PROGRAMACIÓN DE ACTIVIDADES Y CARGA HORARIA

### Cronograma

Detallar el cronograma semanal de clases, trabajos prácticos y evaluaciones previstos para el desarrollo de la asignatura. Marque el/los tipo/s de actividad/es que se realiza/n.

Semana	Descripción de la Actividad	Tipo de Actividad		
		Teoría	Práctica	Evaluación
01	Viernes 24/03: Día Nacional de la Memoria por la Verdad y Justicia.			
02	Viernes 31/03: Cuestionario diagnóstico anónimo. Unidad 1: Introducción a los aspectos teóricos de optimización lineal y no-lineal. Ejemplos de conjuntos convexos y funciones convexas.	X		
03	Viernes 07/04: Viernes Santo Festividad Cristiana.			
04	Viernes 14/04: Unidad 2: Programación matemática lineal LP. Teoremas básicos de la programación lineal	X		
05	Viernes 21/04: Unidad 2: Método del simplex: formas geométrica y algebraica. Técnica de las variables artificiales: métodos de las penalizaciones y método de las dos fases. Forma revisada del método simplex.	X		
06	Viernes 28/04: 1er. llamado a examen.			
07	Viernes 05/05: Unidad 2: Implementación y solución de modelos en GAMS.		X	
08	Viernes 12/05: 2do. llamado a examen.			
09	Viernes 19/05: Unidad 3: Programación matemática no lineal NLP. Condiciones de Kuhn-Tucker. Diferentes algoritmos de optimización.	X		
10	Viernes 26/05: Día no laboral con fines turísticos.			
11	Viernes 02/06: Unidad 3: Uso de la herramienta GAMS		X	
12	Viernes 09/06: Unidad 3: Implementación y solución de modelos en GAMS		X	
13	Viernes 16/06: Unidad 4: Introducción y formulación de problemas del tipo mixto entero lineal MILP. Metodología de solución.	X		
14	Viernes 23/06: Unidad 4: Implementación y solución de modelos en GAMS		X	
15	Viernes 30/06: Unidad 5: Introducción y formulación de problemas	X		



	del tipo mixto entero no lineal MINLP. Metodología de solución.			
16	Viernes 07/07 Unidad 5: Implementación y solución de modelos en GAMS.		X	
R I	Viernes 14/07 y Viernes 21/07: Receso invernal.			
17	Viernes 28/07: Unidad 6: Aplicaciones clásicas y en ingeniería (modelos del tipo lineal LP): Planificación de producción. Dieta. Análisis de los grados de libertad. Formulación y solución de un problema de optimización basado en costo.		X	
18	Viernes 04/08: 3er. llamado a examen.			
19	Viernes 11/08:-Unidad 6: Aplicaciones clásicas y en ingeniería (modelos del tipo lineal LP): Suministro económico de centrales termo generadoras. Análisis de los grados de libertad. Formulación de diferentes problemas de optimización considerando diferentes funciones objetivo, por ejemplo: máx. eficiencia, min. costo total, máx. eficiencia/costo total.		X	
20	Viernes 18/08: Unidad 7: Aplicaciones clásicas y en ingeniería (modelos del tipo no lineal MILP): Localización de plantas productoras. Programación de centrales térmicas generadoras de electricidad. Análisis de los grados de libertad.		X	
21	Viernes 25/08: Unidad 8: Aplicaciones clásicas y en ingeniería (modelos del tipo mixto entero no lineal NLP): Formulación de un modelo para optimizar el diseño de plantas batch. Análisis de los grados de libertad.	X		
22	Viernes 01/09: 4to. llamado a examen.			
23	Viernes 08/09: Unidad 8: Formulación de un modelo para optimizar un sistema de generación de electricidad considerando una turbina de gas con recuperador de calor. Formulación de un modelo para optimizar sistemas de evaporadores	X	X	
24	Viernes 15/09: Unidad 8: Formulación de un modelo para optimizar una caldera de recuperación de calor.		X	
25	Viernes 22/09: Formulación de un modelo para optimizar turbinas de vapor.		X	
26	Viernes 29/09: Unidad 9: Sistemas para desalinización de agua de mar por sistema doble propósito incluyendo turbinas de gas. Implementación del modelo de la turbina de gas y modelo de la caldera.		X	
27	Viernes 06/10): Unidad 9: Implementación del acoplamiento del modelo de la turbina de gas, modelo de la caldera, modelo de turbina de vapor y modelo de evaporadores.		X	
28	Viernes 13/10: Día no laboral con fines turísticos.			
29	Viernes 20/10: Unidad 9: Formulación y solución de problemas de optimización considerando distintas funciones objetivo.		X	
30	Viernes 27/10: Análisis y comparación de las diferentes soluciones óptimas obtenidas para el sistema de cogeneración de electricidad y agua.		X	
31	Viernes 03/11: Descripción de los lineamientos básicos para la confección del informe de resultados.	X		
32	Viernes 10/11: Defensa del trabajo realizado.		X	

#### Distribución de la carga horaria total

Estimar la carga horaria destinada a cada tipo de actividad a desarrollar en la asignatura, tanto áulica como extra-áulica (no debe superar el 100% de la carga áulica).

	Carga horaria áulica	Carga horaria extra-áulica
Formación teórica	40	20
Ejercitación de aula y problemas tipo	40	20
Formación experimental	0	0
Análisis y resolución de problemas de ingeniería y estudio de casos	48	20
Formulación, análisis y desarrollo de proyectos	0	0
<i>Total</i>	128	60

### Cronograma de las instancias de evaluación parciales e integración

Indicar las fechas tentativas de las instancias de evaluación previstas (parcial, globalizador, trabajo práctico, coloquio, exposición oral, proyecto, etc.) y sus respectivos recuperatorios (si corresponde).

Tipo de evaluación	Fecha	Observaciones
Presentación del trabajo final para acceder a Aprobación Directa o Regularización.	10/11/2023	Oral+ informe + archivo GAMS (gms)
Instancia de recuperación para acceder a la Aprobación Directa	17/11/2023	Oral+ informe + archivo GAMS (gms)
Instancia de recuperación para acceder a la Regularización	17/11/2023	Oral+ informe + archivo GAMS (gms)

## 11. MODALIDAD Y HORARIOS DE CONSULTAS

Especificar modalidad, días, horarios y lugar de las consultas de la asignatura.

En función de las necesidades de los alumnos, se prevé realizar clases de consultas semanales presenciales y/o virtuales las que serán consensuadas convenientemente por ambas partes (alumnos-profesores).

## 12. ACTIVIDADES DE CÁTEDRA

### Actividades de Docencia

Detallar las actividades previstas respecto a la función docencia en el marco de la asignatura; reuniones de asignatura y área, indicando cronograma previsto; dirección y supervisión de los y las estudiantes en trabajos de campo, pasantías, visitas a empresas, indicando cronograma previsto; atención y orientación al estudiantado; etc.

Reuniones periódicas de los docentes con el fin de evaluar el cumplimiento del cronograma previsto, atender las inquietudes que puedan plantear los alumnos y analizar las dificultades presentadas durante

el dictado de la materia.

Actividades de Investigación y/o Extensión (si corresponde)

Detallar las actividades de los docentes de la asignatura respecto a la función investigación/extensión; propuestas de la cátedra para introducir a las y los estudiantes a actividades de investigación/extensión.

Los docentes de esta cátedra realizan tareas de investigación en CAIMI (Centro de investigación y Desarrollo) el cual está conformado por numerosos docentes-investigadores del Departamento de Ingeniería Química. En dicho centro, ambos docentes dirigen y co-dirigen proyectos de investigación integrados por otros docentes-investigadores, alumnos avanzados que se encuentran cursando la carrera de Ingeniería Química y quienes participan en los proyectos con becas otorgadas por la UTN y CIN (por ejemplo con becas del tipo BIAA y CIN). También, los proyectos de investigación brinda el marco apropiado para que jóvenes graduados participen como integrantes por ejemplo con Becas BINID. Además, en caso de no disponer ningún tipo de beca, cualquier interesado en tareas de investigación puede participar mediante adscripciones a los proyectos.

A su vez, ambos docentes son miembros de la Carrera del Investigador Científico de CONICET (CIC) desempeñándose como Investigador Principal (Sergio Mussati) e Investigador Independiente (Miguel Mussati).

Por último, se destaca que los docentes integran diferentes comisiones de CONICET, desde comisiones integradas para evaluar otorgamientos de becas, ingresos a CIC, evaluación de proyectos y promociones. También, participan en la evaluación de proyectos presentados en diferentes instituciones educativas (UTN, UNL, UNSa, UNS, entre otras) e integran jurados de tesis de maestría y doctorado.

### 13.OBSERVACIONES

Detallar cualquier otra observación no incluida en los apartados anteriores

.....  
Firma y aclaración del titular de cátedra  
o responsable del equipo docente