

PLANIFICACIÓN 2021

Procesos Biológicos en Ingeniería Ambiental

INFORMACIÓN GENERAL

Carrera	Docente Responsable	
Ingeniería Ambiental	Lisandro Seluy	
Departamento	Carga Horaria	
Medio Ambiente	Carga Horaria Cuatrimestral	120 hs
Plan de Estudios	<i>TEORÍA</i>	46 hs
Plan 2006	<i>PRÁCTICA</i>	
Carácter	Formación Experimental	27 hs
Cuatrimestral	Resolución de Problemas	17 hs
Equipo Docente	Resolución de Problemas de Ingeniería	15 hs
Mariana Guadalupe Abrile	Proyectos y diseños de procesos	6 hs
Raúl Nicolás Comelli	<i>CONSULTAS Y OTRAS ACTIVIDADES</i>	0 hs
Lisandro Seluy	<i>EVALUACIONES</i>	9 hs

SITIO WEB DE LA ASIGNATURA

CONTENIDOS MÍNIMOS DE LA ASIGNATURA

Balances de materia y energía en transformaciones biológicas. Cinética de crecimiento y biodegradación. Reactores aeróbicos con biomasa suspendida (sistemas de barros activados, nitrificación, desnitrificación, lagunas de oxidación). Reactores anaeróbicos con biomasa suspendida (digestión anaeróbica, sistemas sulfato reductores). Sistemas con biomasa soportada (transporte y cinética en sistemas pelliculares, filtros percoladores, biorrotos, filtros anaeróbicos, reactores de lecho fluidizado aeróbicos y anaeróbicos). Sistemas de tratamiento avanzado de efluentes (remoción de fósforo, control de nitrógeno y carbono).

OBJETIVOS DE LA ASIGNATURA

Capacitar al alumno para realizar estudios, diseñar y/o adoptar equipos, proyectar, dirigir y supervisar la construcción, operación y mantenimiento de plantas para tratamientos de efluentes industriales y domésticos, en especial aquellos en que participan procesos y/o sistemas de carácter biológico

CONOCIMIENTOS ESPECÍFICOS PREVIOS PARA CURSAR LA ASIGNATURA

Como establece el plan de estudio de la carrera, los conocimientos específicos previos son tener aprobados los primeros cinco cuatrimestres de la carrera.

METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

Los conocimientos se imparten en clases teóricas expositivas, en las que se fomenta la interacción con los alumnos. Para consolidar y aplicar esos conocimientos, los estudiantes disponen de guías de ejercicios y problemas, algunos de los cuales son "abiertos", con niveles de dificultad creciente a medida que se avanza en el curso. Los últimos problemas de cada guía son tomados de parciales o exámenes tomados en periodos anteriores. Problemas seleccionados de las guías son resueltos en talleres, bajo la supervisión de los profesores del curso. También se desarrollan 5 trabajos prácticos en los que los estudiantes tienen una participación activa, distribuidos en comisiones. En esas actividades los alumnos adquieren destrezas en las técnicas analíticas asociadas a la medición de variables de interés para el seguimiento de ensayos directamente relacionados con los objetivos del curso. La capacidad de resolución de problemas concretos y de diseño va "in crescendo" a medida que el curso progresa y que el estudiante va consolidando los fundamentos. Entre otras actividades a desarrollar por los estudiantes, se destaca el trabajo con un material didáctico preparado ad hoc, consistente en proponer soluciones a los problemas que se le presentan a un "ingeniero virtual" a cargo de una planta de tratamiento de efluentes. También se fomenta en los alumnos la búsqueda bibliográfica y se los expone a los resultados de trabajos de investigación que llevan a cabo los integrantes de la cátedra. Hacia el final del curso, se llevan a cabo presentaciones grupales de situaciones de casos, donde el grupo expositor debe defender su alternativa frente a los demás estudiantes, fomentando la autoevaluación por pares. Por último, se realiza una introducción teórica y práctica al funcionamiento de un software de modelado de procesos biológicos adquirido por la FICH, aplicándolo al diseño y simulación de un caso de estudio.

PROGRAMA ANALÍTICO

Título: INTRODUCCION

Descripción/ Contenidos: Características de las aguas residuales. Aspectos físicos, químicos y biológicos. Su composición y caudal según su origen. Caracterización de las aguas residuales. Demanda biológica de oxígeno. Demanda química de oxígeno. Los procesos biológicos y su ubicación en el contexto de una planta de tratamiento. Tipo de microorganismos utilizados en los tratamientos.

Título: BALANCES ELEMENTALES Y ENERGETICOS EN TRANSFORMACIONES BIOLÓGICAS

Descripción/Contenidos: Transformaciones autotróficas, heterotróficas, fototróficas y quimiotróficas. El material celular como sistema reaccionante. Balances elementales para el crecimiento. Sustratos, producción de biomasa y de productos primarios y secundarios. Estequiometría del crecimiento celular y formación de productos. Compuestos estequiométricamente limitantes. Compuestos limitantes del crecimiento. Factores de rendimiento. Rendimientos aparentes y verdaderos: biomasa, crecimiento y mantenimiento. Estimación de la generación de calor y del rendimiento energético de procesos biológicos. Factores de rendimiento en mezclas de microorganismos y sustratos. Uso del concepto de grados de reductancia. Estimación de rendimientos mediante el concepto de transferencia de electrones.

Título: CINÉTICA DE FORMACION Y DEGRADACION DE BIOMASA

Descripción/Contenidos: Fases del crecimiento celular. Sustratos cinéticamente limitantes. El modelo cinético de Monod para el crecimiento celular. Otros modelos para el crecimiento, mantenimiento y muerte celular. Cinética de utilización de sustrato. Términos de biomasa, producto y mantenimiento. Determinación experimental de parámetros cinéticos. Crecimiento de múltiples microorganismos.

Título: MODELADO DE REACTORES DE BIOMASA SUSPENDIDA

Descripción/Contenidos: Modelos ideales: Reactor Tanque Continuo Perfectamente Agitado. Reactor Tubular en Flujo Pistón. Balances de materia en sistemas simples, con múltiples reactores y reciclos. Tiempo de retención de sólidos. Tiempo de residencia hidráulica. Factor de carga. Biomasa activa, sólidos suspendidos volátiles no-biodegradables y sólidos suspendidos inertes. Reactores reales. Distribuciones de tiempos de residencia. Mezclado. Secuencia de reactores tanque perfectamente agitados. Simulación de reactores no-ideales en base a elementos ideales combinados. Reactor de flujo pistón con dispersión. Reactor tanque agitado con reciclo.

Título: SISTEMAS AEROBICOS DE BIOMASA SUSPENDIDA

Descripción/Contenidos: El sistema de barros activados. Factores que afectan su rendimiento. Diseño y operación del proceso. Variantes del sistema: estabilización de contacto, aireación decreciente y otras. Tratamiento y disposición final de los barros. Aireación y transferencia de oxígeno. Secuenciamiento de reactores batch. Piletas de estabilización. Lagunas de aireación. Remoción de nitrógeno y fósforo.

Título: SISTEMAS ANAEROBICOS DE BIOMASA SUSPENDIDA

Descripción/Contenidos: Descripción del sistema. Sus variantes. Digestión anaeróbica. Variantes. Procesos de baja y alta velocidad. Diseño. Factores que afectan el rendimiento. Reactores UASB ("Upflow Anaerobic Sludge Blanket"). Biodeigestores para tratamiento de lodos y otros residuos con alto contenido de sólidos.

Título: SISTEMAS DE BIOMASA INMOVILIZADA

Descripción/Contenidos: Transferencia de masa y cinética en sistemas peliculares. Crecimiento aeróbico en torres rellenas y en discos rotativos. Bioreactores de lecho fluidizado. Filtros

percoladores. Bioreactores de lecho sumergido. Humedales Artificiales.

Título: SOFTWARE
Descripción/ SOFTWARE para el diseño, simulación y optimización de plantas de
Contenidos: tratamiento biológico. Simuladores de uso más difundido. Ventajas de su
 utilización. Información de "entrada" a proporcionar. Precauciones en su uso.

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Título: Biochemical Engineering Fundamentals
Autores: Bailey, J.E. y Ollis, D.F.
ISBN: 978-0-444-52845-2 **Editorial:** McGraw-Hill
Formato: Libro de tapa dura
Selección de No se ha especificado la selección de páginas.
Páginas:

Título: Biological Wastewater Treatment
Autores: Grady, C.P.L., Daigger, G. y Lim, H.C.
ISBN: **Editorial:** Marcel Dekker Inc.
Formato:
Selección de No se ha especificado la selección de páginas.
Páginas:

Título: Depuración de aguas Residuales
Autores: Hernández Muñoz, A.
ISBN: **Editorial:** Colegio de Ingenieros de
 Caminos, Canales y Puertos.
 Servicio de Publicaciones de
 la Escuela de Ingenieros de
 Caminos de Madrid
Formato:
Selección de No se ha especificado la selección de páginas.
Páginas:

Título: Environmental Engineering. A Design Approach
Autores: Sincero, A. P. y Sincero, G. A.
ISBN: **Editorial:** Prentice Hall
Formato:
Selección de No se ha especificado la selección de páginas.
Páginas:

Título: Environmental Science and Engineering
Autores: Henry, J. G. y Heinke, G. W.
ISBN: **Editorial:** Prentice Hall
Formato:

Selección de Páginas: No se ha especificado la selección de páginas.

Título: Sistemas de Lagunas de Estabilización
Autores: Rolim Mendonça, S.
ISBN: **Editorial:** Mc. Graw Hill
Formato:

Selección de Páginas: No se ha especificado la selección de páginas.

Título: Theory and Practice of Water and Wastewater Treatment
Autores: Droster, R. L.
ISBN: **Editorial:** Wiley
Formato:

Selección de Páginas: No se ha especificado la selección de páginas.

Título: Transport Modeling for Environmental Engineers and Scientists
Autores: Clark, M. M.
ISBN: **Editorial:** Wiley-Interscience Series
Formato:

Selección de Páginas: No se ha especificado la selección de páginas.

Título: Wastewater Engineering. Treatment, Disposal and Reuse
Autores: Metcalf & Eddy, Revisado por G. Tchobanoglous y F.L. Burton
ISBN: **Editorial:** McGraw-Hill
Formato:

Selección de Páginas: No se ha especificado la selección de páginas.

Título: Wastewater Microbiology
Autores: Bitton, G.
ISBN: **Editorial:** Wiley-Liss
Formato: Libro de tapa dura

Selección de Páginas: No se ha especificado la selección de páginas.

Título: Water Quality
Autores: Tchobanoglous, G. y Schroeder, E.
ISBN: **Editorial:** Addison-Wesley Publishing Company
Formato:

Selección de Páginas: No se ha especificado la selección de páginas.

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Título: Activated Sludge and Aerobic Biofilm Reactors
Autores: Marcos Von Sperling
ISBN: 1 84339 165 1 **Editorial:** IWA Publishing, London, UK
Formato: Digital
Selección de Páginas: Completo

Título: Anaerobic Reactors
Autores: Carlos Augusto de Lemos Chernicharo
ISBN: 1 84339 164 3 **Editorial:** IWA Publishing, London, UK
Formato: Digital
Selección de Páginas: Completo

Título: Sludge Treatment and Disposal
Autores: Andreoli, C.V., Von Sperling, M, Fernandes, F., Ronteltap, M
ISBN: 9781843391661 **Editorial:** IWA Publishing, London, UK
Formato: digital
Selección de Páginas: completo

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Actividad: INTRODUCCION
Semana: 1
Horas: 3
Tipo: T
Docentes a Cargo: Lisandro Seluy
Descripción: Presentación del curso. Concertación de horarios de consulta. Recolección de e-mail de los alumnos. Exposición de las condiciones para regularizar/promocionar. Opción por escrito. Plataforma del curso. Introducción. Los procesos biológicos. Fundamentos. Su ubicación en una planta de tratamiento. El Ing. Ambiental y las Aguas Residuales (AR). Características físicas, químicas y biológicas de las AR.

Actividad: INTRODUCCION
Semana: 1
Horas: 3
Tipo: T
Docentes a Cargo: Lisandro Seluy
Descripción: Principales parámetros de las AR. Sólidos totales, suspendidos, volátiles, demanda química y biológica de oxígeno, etc. Determinación de esos parámetros en laboratorio. Valores típicos según el origen de las AR. Tipos de microorganismos en tratamientos biológicos. Su rol. Su clasificación según el tipo de metabolismo.

Actividad: BALANCES ELEMENTALES Y ENERGETICOS EN TRANSFORMACIONES BIOLÓGICAS

Semana: 2

Horas: 3

Tipo: T

Docentes a Cargo: Lisandro Seluy

Descripción: Los microorganismos como sistemas reaccionantes. Balances elementales en transformaciones biológicas. Estequiometría del crecimiento celular, consumo de sustrato y formación de productos. Distribución de sustrato en asimilación, energía de crecimiento y de mantenimiento. Fases del crecimiento celular. Rendimientos. Nutrientes biológicos. Estimación de los requerimientos mínimos de nutrientes.

Actividad: BALANCES ELEMENTALES Y ENERGETICOS EN TRANSFORMACIONES BIOLÓGICAS

Semana: 2

Horas: 3

Tipo: T

Docentes a Cargo: Lisandro Seluy

Descripción: Aspectos energéticos de las transformaciones biológicas. Grados de reductancia. Su utilización para estimación de calores de reacción y de rendimientos.

Actividad: CINÉTICA DE FORMACIÓN Y DEGRADACIÓN DE BIOMASA

Semana: 3

Horas: 3

Tipo: T

Docentes a Cargo: Lisandro Seluy

Descripción: Tipos de reactores biológicos. Clasificación según movilidad de la biomasa, requerimientos de oxígeno., etc. Clasificación según modo de operación: continuos, discontinuos o semicontinuos. Modelos: reactor tanque agitado ideal, tubular en flujo pistón.

Actividad: Trabajo Práctico Nº 1

Semana: 3

Horas: 4

Tipo: PL

Docentes a Cargo: Raúl Nicolás Comelli, Lisandro Seluy

Descripción: Trabajo Práctico No. 1: Determinación de la Demanda Química de Oxígeno (DQO) de una solución de un compuesto orgánico y de un efluente industrial. Determinación del contenido de Sólidos Suspendidos Totales y de Sólidos Suspendidos Volátiles de un efluente industrial

Actividad: CINETICA DE FORMACION Y DEGRADACION DE BIOMASA
Semana: 4
Horas: 4
Tipo: T
Docentes a Cargo: Lisandro Seluy
Descripción: Balances de biomasa y sustrato en reactores continuos. Importancia del reciclo de biomasa. Balances en una planta con separador y reciclo. Balances en reactores discontinuos y semi-continuos.

Actividad: MODELADO DE REACTORES DE BIOMASA SUSPENDIDA
Semana: 4
Horas: 4
Tipo: T
Docentes a Cargo: Lisandro Seluy
Descripción: Modelos cinéticos más aplicados en reactores biológicos. Modelos cinéticos basados en sustrato limitante. Diseño de un reactor tanque agitado ideal cuya cinética puede representarse con el Modelo de Monod con decaimiento.

Actividad: Trabajo Práctico N° 2
Semana: 5
Horas: 8
Tipo: PL
Docentes a Cargo: Raúl Nicolás Comelli, Lisandro Seluy
Descripción: Trabajo Práctico No. 2: Seguimiento de la evolución de la biomasa y de la DQO en un reactor aeróbico discontinuo en escala banco. Adopción del modelo cinético y ajuste de sus parámetros.

Actividad: BALANCES ELEMENTALES Y ENERGÉTICOS EN TRANSFORMACIONES BIOLÓGICAS, CINETICA DE FORMACION Y DEGRADACION DE BIOMASA y MODELADO DE REACTORES DE BIOMASA SUSPENDIDA
Semana: 5
Horas: 5
Tipo: PI
Docentes a Cargo: Lisandro Seluy
Descripción: Taller: Resolución de los Capítulos I, II y III del material didáctico "Los sobresaltos del Ing. Weist", de M. A. Isla.

Actividad: CINETICA DE FORMACION Y DEGRADACION DE BIOMASA y MODELADO DE REACTORES DE BIOMASA SUSPENDIDA
Semana: 6
Horas: 4
Tipo: EP
Docentes a Cargo: Lisandro Seluy

Descripción: Taller de discusión de los resultados del TP No. 2 y resolución de problemas de la Guía No. 2. Diseño de un sistema de secuenciación de reactores batch

Observaciones: Además de EP se realizarán actividades en el campo PI.

Actividad: MODELADO DE REACTORES DE BIOMASA SUSPENDIDA

Semana: 6

Horas: 4

Tipo: T

Docentes a Lisandro Seluy

Cargo:

Descripción: Reactores reales. Distribuciones de tiempos de residencia en reactores reales. Mezclado. Efectos de corrientes "by-pass". Uso de trazadores para la caracterización de reactores reales. Balances de trazador en distintos tipos de reactores. Análisis de la respuesta a la inyección de un trazador. Funciones de distribución. Su aplicación para la caracterización de los reactores reales.

Actividad: BALANCES ELEMENTALES Y ENERGÉTICOS EN TRANSFORMACIONES BIOLÓGICAS, CINÉTICA DE FORMACIÓN Y DEGRADACIÓN DE BIOMASA Y MODELADO DE REACTORES DE BIOMASA SUSPENDIDA

Semana: 7

Horas: 4

Tipo: EP

Docentes a Lisandro Seluy

Cargo:

Descripción: Taller: Discusión de la resolución de las guías 1 y 2, y resolución de problemas de distribución de tiempos de residencia.

Observaciones: También se desarrollarán actividades PI.

Actividad: Primer parcial

Semana: 7

Horas: 3

Tipo: E

Docentes a Mariana Guadalupe Abrile, Lisandro Seluy

Cargo:

Observaciones: Primer parcial de la asignatura

Actividad: BALANCES ELEMENTALES Y ENERGÉTICOS EN TRANSFORMACIONES BIOLÓGICAS, CINÉTICA DE FORMACIÓN Y DEGRADACIÓN DE BIOMASA Y MODELADO DE REACTORES DE BIOMASA SUSPENDIDA

Semana: 8

Horas: 4

Tipo: EP

Docentes a Lisandro Seluy

Cargo:

Descripción: Revisión de los resultados del primer parcial. Taller: resolución de un problema abierto de ingeniería.

Actividad: Trabajo Práctico N° 3

Semana: 8

Horas: 3

Tipo: PL

Docentes a Cargo: Raúl Nicolás Comelli, Lisandro Seluy

Descripción: Trabajo práctico No. 3: Estudio de la distribución de tiempos de residencia en un reactor real en escala banco mediante uso de trazadores

Actividad: SISTEMAS AEROBICOS DE BIOMASA SUSPENDIDA

Semana: 9

Horas: 3

Tipo: T

Docentes a Cargo: Lisandro Seluy

Descripción: Procesos de tratamiento que usan reactores de biomasa suspendida. El proceso de barros activados. Microorganismos más comunes. Separador y reciclo. Balances de biomasa y sustrato. Dimensionamiento del biorreactor. Parámetros típicos: factor de carga, tiempo de residencia hidráulica, tiempo de residencia de biomasa, etc.. Variantes del proceso: aireación decreciente, zanjas de oxidación, etc

Actividad: SISTEMAS AEROBICOS DE BIOMASA SUSPENDIDA

Semana: 9

Horas: 3

Tipo: T

Docentes a Cargo: Lisandro Seluy

Descripción: Cálculo de los requerimientos de oxígeno en reactores aeróbicos que integran una planta de tratamiento. Estimación de las necesidades de agitación. Distintos sistemas de aireación / agitación: mecánicos, difusores, jet, etc. Adopción del sistema de aireación a partir de información técnica suministrada por los fabricantes de equipos de aireación/agitación

Actividad: SISTEMAS AEROBICOS DE BIOMASA SUSPENDIDA

Semana: 10

Horas: 5

Tipo: EP

Docentes a Cargo: Lisandro Seluy

Descripción: Taller: Diseño de una planta de barros activados para tratamiento de efluentes de una planta de una industria alimenticia. Adopción del sistema de aireación/agitación de la planta

Actividad: SISTEMAS AEROBICOS DE BIOMASA SUSPENDIDA
Semana: 10
Horas: 4
Tipo: T
Docentes a Cargo: Lisandro Seluy
Descripción: Otros procesos de biomasa suspendida: sistema de lagunas de tratamiento. Procesos de remoción de nutrientes

Actividad: UTILIZACION DE SOFTWARE DE DISEÑO Y SUMULACION DE PLANTAS
Semana: 11
Horas: 6
Tipo: PI
Docentes a Cargo: Lisandro Seluy
Descripción: Taller: Resolución de un caso de estudio mediante la utilización de software de diseño, simulación y optimización de plantas aeróbicas de tratamiento biológico.

Actividad: SISTEMAS ANAEROBICOS DE BIOMASA SUSPENDIDA
Semana: 11
Horas: 3
Tipo: T
Docentes a Cargo: Lisandro Seluy
Descripción: Sistemas anaeróbicos de biomasa suspendida. Variantes. Procesos de alta y baja velocidad. Reactores UASB. Microbiología de los procesos anaeróbicos. Taller: Diseño de un reactor UASB para el tratamiento de efluentes de una industria alimenticia.

Actividad: Presentación grupal de casos
Semana: 12
Horas: 6
Tipo: P/D
Docentes a Cargo: Mariana Guadalupe Abrile, Lisandro Seluy
Descripción: Taller: Exposición de casos, evaluación por pares.

Observaciones: Se realizará un taller, donde los estudiantes en forma grupal deberán exponer una solución al tratamiento de efluentes de una ciudad/industria, que será asignada luego del segundo parcial, y defender la solución frente a un jurado integrado por otros estudiantes.

Actividad: Trabajo Práctico N°4
Semana: 12
Horas: 4
Tipo: PL
Docentes a Cargo: Raúl Nicolás Comelli, Lisandro Seluy

Observaciones: Trabajo Práctico N° 4: Tratamiento anaeróbico de un efluente industrial.

Actividad: SISTEMAS DE BIOMASA INMOVILIZADA
Semana: 12
Horas: 3
Tipo: T
Docentes a Cargo: Lisandro Seluy
Descripción: Sistemas de biomasa inmovilizada. Transferencia de masa y modelos cinéticos. Filtros percoladores. Ecuaciones empíricas y semiempíricas de diseño. Tipos de relleno. Sistema de distribución de la alimentación. Torres rellenas y discos biológicos rotativos (RBC). Su diseño y/o adopción a partir de información suministrada por los fabricantes. Biorreactores de lecho fluidizado y de lecho sumergido.

Actividad: Trabajo Práctico N° 5
Semana: 13
Horas: 4
Tipo: PL
Docentes a Cargo: Raúl Nicolás Comelli, Lisandro Seluy
Observaciones: Trabajo Práctico N° 5. Seguimiento de la DQO en un filtro percolador a escala piloto funcionando en circuito cerrado

Actividad: Tratamiento de efluentes con producción o recuperación de productos.
Semana: 13
Horas: 3
Tipo: T
Docentes a Cargo: Raúl Nicolás Comelli, Lisandro Seluy
Descripción: Tratamiento no convencional de efluentes, con recuperación o producción de productos con valor agregado. Casos de estudio: efluentes de cervecerías y de fábricas de bebidas azucaradas.

Actividad: SISTEMAS DE BIOMASA INMOVILIZADA
Semana: 14
Horas: 4
Tipo: PI
Docentes a Cargo: Lisandro Seluy
Descripción: Taller: Diseño de un sistema de filtros percoladores y de un RBC para el tratamiento de un efluente industrial. Análisis de los resultados del seguimiento de la performance del filtro percolador en escala banco (T.P. No. 5). Resolución ejercicios Guía 4.

Actividad: Visita a la planta de tratamiento: Consorcio para la preservación de la ecología de la Ciudad de Esperanza
Semana: 14
Horas: 4
Tipo: PC
Docentes a Cargo: Lisandro Seluy, Lisandro Seluy

Actividad: Segundo Parcial
Semana: 15
Horas: 3
Tipo: E
Docentes a Cargo: Mariana Guadalupe Abrile, Lisandro Seluy
Descripción: Recuperatorios

Actividad: Recuperatorio
Semana: 15
Horas: 3
Tipo: E
Docentes a Cargo: Lisandro Seluy
Observaciones: Segundo Parcial

REQUERIMIENTOS DE LA ASIGNATURA

Detallar cuanto sea necesario para que los alumnos no tengan dudas sobre cada uno de estos requerimientos:

Para Regularizar: Requisitos para regularizar (Artículo 32º Régimen de Enseñanza)

- a) Asistencia no inferior al ochenta por ciento (80 %) de las actividades prácticas y teórico-prácticas efectivamente dictadas.
- b) Obtener un porcentaje no menor a cuarenta por ciento (40%) en cada uno de los dos exámenes parciales o en sus respectivos recuperatorios.
- c) Cumplir con el 40 % de las actividades de seguimiento previstas en la planificación de la asignatura (resolución de problemas, informes de ensayos, control de lecturas, trabajos grupales, etc.).

Luego de agotadas las instancias de evaluación y recuperación, los estudiantes que no satisfagan alguno de los requisitos para regularizar quedarán en condición de libre.

Para Promocionar: **Requisitos para promover (Artículo 33º Régimen de Enseñanza)**

- a) Asistencia no inferior al ochenta por ciento (80 %) de las actividades prácticas y teórico-prácticas
- b) Aprobación de dos (2) exámenes parciales de teoría y práctica (o teórico-prácticos), debiendo obtener un promedio mínimo del 70 % y una calificación no inferior a 60 % en cada uno de ellos o en sus respectivos recuperatorios.
- c) Cumplir con el 70 % de las actividades de seguimiento previstas en la planificación de la asignatura (resolución de problemas, informes de ensayos, control de lecturas, trabajos grupales, etc.).

Luego de agotadas las instancias de evaluación y recuperación, los estudiantes que no satisfagan alguno de los requisitos establecidos para la promoción directa de la asignatura, quedarán en condición de regular o libre de acuerdo a lo establecido en el artículo 32º.

La nota final se compondrá de la siguiente manera:

Parciales: 80 %

Otras actividades: 20 %

EXAMEN FINAL

Para Alumnos Regulares: El examen final consiste en una prueba escrita de tres horas de duración consistente en la resolución de problemas, a libro abierto.

Para Alumnos Libres: El examen final consiste en una prueba escrita de tres horas de duración consistente en la resolución de problemas, a libro abierto, a la que se agrega la realización de uno de los trabajos prácticos y la confección del correspondiente informe.

EVALUACIONES

PARCIALES

Fecha: 14-10-2021 **Título:** Primer parcial

Temas / Descripción:

Fecha: 25-11-2021 **Título:** Segundo parcial

Temas /

Descripción:

RECUPERATORIOS

Fecha: 02-12-2021

Título: Recuperatorios

Temas /

Descripción:

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

No se ha ingresado información complementaria para esta asignatura