



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL COMAHUE**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE Y LA SALUD**

**LICENCIATURA EN SANEAMIENTO  
Y PROTECCIÓN AMBIENTAL**

**SANEAMIENTO I I**

*Ing. Marcelo YUNES*

**AÑO 2025**



**PROGRAMA DE**

# **SANEAMIENTO II**

## **DENOMINACIÓN SEGÚN PLAN DE ESTUDIO**

- ❖ **Universidad Nacional del Comahue - UNComa.**
- ❖ **Unidad Académica:** Facultad de Ciencias del Ambiente y la Salud – FACIAS.
- ❖ **Carrera:** Licenciatura en Saneamiento y Protección Ambiental.
- ❖ **Plan de Estudio:** 1998 Ord. N° 936/98 y ordenanzas modificatorias N° 628, 629, 630 y 631/10.
- ❖ **Área:** Saneamiento
- ❖ **Asignatura:** Saneamiento II
- ❖ **Año:** 2024
- ❖ **Cursado:** Cuatrimestral (6to cuatrimestre de P.E.)



## EQUIPO DE CÁTEDRA

La cátedra estará integrada de la siguiente manera:

- |  |                              |
|--|------------------------------|
| ❖ <i>PAD Profesor Responsable de Cátedra</i> | <b>Ing. Marcelo YUNES</b>    |
| ❖ <i>ASD Jefe de Trabajos Prácticos</i>      | <b>Tec. Walter PESCE</b>     |
| ❖ <i>AYP Ayudante de Primera</i>             | <b>Ing. Margarita CESANO</b> |

## HORARIOS DE CLASE

<b>CLASES</b>	<b>PRÁCTICAS</b>	<b>TEÓRICAS</b>	<b>DE CONSULTA</b>
<b>SEMANALES</b>	<b>3.5 hs.</b>	<b>3.5 hs.</b>	<b>1 hs.</b>
<b>DIA Y HORA</b>	<b>Martes de 18.00 a 21.30</b>	<b>Jueves de 18.00 a 21.30</b>	<b>Martes 17:00</b>

## ASIGNATURAS CORRELATIVAS PRECEDENTES

- ❖ **Para cursar**
  - *Cursados de Microbiología Ambiental II y Saneamiento I*
  - *Finales de Física II y Química Ambiental*
  
- ❖ **Para rendir**
  - *Final de Microbiología Ambiental II y Saneamiento I*



## FUNDAMENTACIÓN

*Durante las últimas décadas y hasta la época actual, las ciudades de América Latina han crecido acelerada y desordenadamente. La explotación descontrolada de los recursos naturales ha tenido efectos negativos tanto en los ambientes locales como en la calidad de vida de la gente. Millones de personas se incorporan anualmente al contingente poblacional agregando nuevas presiones sobre los servicios urbanos.*

*El agua pura es uno de los recursos más profundamente afectado por este proceso. Las aguas naturales se contaminan en función de la falta de planificación de los asentamientos humanos, la falta de controles y de políticas sanitarias que acompañen los procesos de urbanización integrada al medio.*

*Toda comunidad produce residuos tanto líquidos como sólidos. La parte líquida – aguas residuales – procede esencialmente del agua suministrada a la comunidad después de haber sido contaminada por los diversos usos a que ha sido sometida. El agua residual bruta contiene, frecuentemente, numerosos microorganismos patógenos o causantes de enfermedades que habitan en el aparato intestinal humano, o que pueden estar presentes en ciertos residuos industriales. Por estas razones la eliminación inmediata y sin molestias del agua residual desde sus fuentes de generación, seguida de su tratamiento y evacuación, no es solamente deseable, sino que es necesaria en una sociedad industrializada.*

*La formación de profesionales con una fuerte conciencia ambiental para desempeñarse en actividades de saneamiento urbano, es un elemento importante en la gestión del agua residual; teniendo como objetivo final la protección del medio ambiente, mediante el empleo de medidas adecuadas a las posibilidades e inquietudes económicas, sociales y políticas.*

*El Licenciado en Saneamiento Ambiental es un profesional destacado en los equipos interdisciplinarios abocados al desarrollo de programas de saneamiento, incorporando la importancia fundamental del estado de salud y bienestar de la población.*



## OBJETIVOS

*Que el alumno logre:*

- ❖ *Identificar y comprender los elementos básicos y los procesos que se desarrollan en los sistemas de tratamientos de aguas residuales domiciliarias e industriales.*
- ❖ *Reconocer la importancia del proceso de gestión del agua residual teniendo como objetivo final la protección del medio ambiente.*
- ❖ *Identificar dentro de los procesos teóricos de saneamiento, aquellas deficiencias técnicas y operativas que perjudiquen el desarrollo de los programas sanitarios, y proponer medidas para su optimización.*
- ❖ *Interactuar con otros profesionales en temas relacionados al saneamiento de efluentes para realizar un diagnóstico sobre la situación actual en nuestra región.*

## CONTENIDOS MINIMOS (S/Ordenanza)

- ❖ *Caracterización físico-química de efluentes.*
- ❖ *Sistemas de recolección de efluentes.*
- ❖ *Tratamientos físicos.*
- ❖ *Tratamientos químicos.*
- ❖ *Tipos de procesos biológicos.*
- ❖ *Lagunas de estabilización.*
- ❖ *Lodos activados.*
- ❖ *Efluentes industriales, caracterización y tratamientos.*



## PROPIUESTA METODOLOGICA

**DICTADO:** cuatrimestral, a razón de **siete** horas semanales.

El mismo se compondrá de un 50 % de clases teóricas y un 50 % de clases prácticas. Estas últimas incorporarán al desarrollo de trabajos prácticos individuales, relevamientos de campo a obras de saneamiento de la región\* y la confección de informes técnicos grupales, seminarios y trabajos en talleres.

Durante este cursado se desarrollarán jornadas de intercambio con profesionales relacionados con la temática de la gestión del agua y saneamiento.

## SISTEMA DE EVALUACIÓN

### ALUMNOS REGULARES

**Para la obtención del cursado los alumnos deberán:**

- ❖ Participar de las clases con una asistencia obligatoria mínima del 80%
- ❖ Aprobar dos parciales escritos de los contenidos prácticos de la materia, con una calificación mínima de 7 (siete) puntos sobre un total de 10 (diez); con una única instancia de recuperación posterior a cada examen parcial.
- ❖ Aprobar los informes técnicos correspondientes a los relevamientos de campo realizados y/o desarrollos de gabinete.

**Para la aprobación final**

- ❖ Aprobar un examen oral y/o escrito de los contenidos teóricos de la materia.



## PROGRAMA ANALÍTICO

### **Unidad 1. Introducción. Caracterización del Agua Residual**

*Presentación. Esquema conceptual del saneamiento de aguas residuales. Concepto de agua residual. Composición del agua residual de una comunidad: domiciliaria o doméstica. Industrial. Infiltraciones y conexiones no controladas. Agua pluvial. Caracterización del Agua residual: Características organolépticas: Color y olor. Temperatura. Contenido orgánico: proteínas. Carbohidratos. Grasas. Determinación del contenido de materia orgánica. DBO, DQO, COT, DTO, DT<sub>e</sub>O. Demanda bioquímica de oxígeno. Demanda química de oxígeno. Carbono orgánico total. Demanda total de oxígeno. Demanda teórica de oxígeno. Sólidos totales. Sólidos suspendidos volátiles y fijos. Sólidos filtrables coloidales y disueltos. Cono Imhoff. Gases. Microorganismos. Organismos patógenos. Organismos coliformes. Laboratorio de DBO. Desarrollo conceptual. Obtención y conservación de muestras. Determinación de las diluciones adecuadas en función a la muestra. Medición de la concentración de oxígeno en muestras. Caracterización de las aguas residuales industriales. Diferencia entre residuo industrial y residuo doméstico. Vertidos que generan contaminación. Efectos de los vertidos industriales en las estaciones depuradoras de aguas residuales domiciliarias. Tabla comparativa de carga orgánica de principales industrias. Costos de los tratamientos vs beneficios. Inversión en tratamiento industrial vs servicio público.*

### **Unidad 2. Conducción del Agua Residual**

*Tipos de sistemas de alcantarillado: unitario y separativo. Otros tipos: por desborde, combinado. Ventajas y desventajas de cada sistema. Determinación de caudales de agua residual. Expresión de velocidad de Manning para escurrimiento de canales a cielo abierto. Adecuación del radio hidráulico a cañerías parcialmente llenas. Coeficiente de Woodward y Posey, AwP. Coeficiente de retorno. Criterios. Variables en la conducción de AR: diámetro, pendiente, material, relación h/d. Esquemas de caudales y velocidades relativas a sección llena. Velocidades optimas de escurrimiento. Criterios de verificación. Velocidad de autolimpieza. Tipos de*



pendiente del terreno: favorable, negativa, escasa o nula y excesivamente positiva. Estrategias de resolución de cada escenario. Cámaras de registro. Tanques de inundación. Estaciones elevadoras. Caudales de aguas pluviales. Método racional. Sistema pluvial menor: cordón cuneta y calles. Concepto de calle canal. Sistema pluvial mayor. Canales y conducciones. Conexiones domiciliarias. Materiales. Diámetros 40, 50, 63 y 110. Aguas grises y negras. Sifones: cierres hidráulicos. Acometida a red colectora comunitaria. Diseño de estaciones elevadoras: casos de necesidad de bombeo del agua residual. Cámara de toma reguladora de la aspiración. Cámara húmeda y cámara seca. Conductos de aspiración. Edificio destinado a proteger las bombas. Bombas. Cañería de impulsión: caudal de bombeo. Altura manométrica de elevación ( $H_{bombeo}$ ). Potencia de las electrobombas. Pérdida de carga. Diámetro económico. Golpe de ariete. Instalaciones complementarias. Accesorios, válvulas, juntas, otros. Cañería de aspiración: Bombas por debajo del nivel líquido de aspiración. Bombas por encima del nivel líquido de aspiración. Condición de sumergencia. Tipos de estaciones de bombeo: cámara húmeda. Cámara seca. Estación de bombeo con una sola bomba en operación. Determinación del volumen del depósito de bombeo.  $T_f$ : tiempo de funcionamiento mínimo.  $T_p$ : tiempo mínimo de detención. Caudales mínimos y máximos. Coeficientes  $n$  y  $m$ . Tiempo máximo de retención de agua. Tiempo mínimo de funcionamiento de las bombas (por cada puesta en marcha). Volumen total: volumen mínimo + volumen de fondo. Bombas de reserva.

### **Unidad 3. Sistemas de Depuración. Operaciones Físicas Unitarias**

Introducción al funcionamiento de una EDAR. Presentación de etapas de tratamiento. Operaciones físicas unitarias. Procesos químicos unitarios. Procesos biológicos unitarios. Tratamientos preliminares: desbaste: rejas, rejillas, tamices. Sistema de rejas: rejas de limpieza automática y rejas de limpieza manual. Diseño. Velocidades de aproximación. Velocidades entre barras. Área útil. Área del canal de aproximación. Coeficiente de forma. Perdida de carga en rejas. Eficiencia del área de paso  $E=a/a+t$ . Valores de Kirschmer y Jaeger y Metcal & Eddy. Monitoreo de niveles. Sedimentación: Eliminación de materia en suspensión. Sólidos suspendidos más densos. Desarenadores. Tasa de aplicación superficial. Modelos convencionales.



*Estructura de control a la salida. Vertedero de Sutro o proporcional. Velocidad de flujo en desarenador. Tipos de arena retirada. Velocidad de arrastre de las partículas. Esquema de funcionamiento de un desarenador. Dimensiones. Caudal de diseño. Altura de revancha. Falso fondo. Estructura de tolva de descarga. Procesos de Extracción líquido-líquido: hidrocarburos y aceites. Piletas API, principios de funcionamiento. Flotación: Eliminación de sólidos suspendidos menos denso, grasas. Desengrasadores: tiempo mínimo de retención hidráulico. Estructura de entrada y salida. Área útil y volumen útil. Relación ancho/largo. Tipos de desengrasadores. Fondo plano y fondo inclinado. Tasa de aplicación. Mejoramiento de la eficiencia de un desengrasador. Incorporación de aire. Microdifusión de aire. Adsorción: microorganismos, olores, color. Filtración con carbón activo.*

#### **Unidad 4. Sistemas de Depuración. Procesos Biológicos Unitarios**

*Procesos biológicos unitarios. Organismos que intervienen en la depuración biológica. Factores que afectan la depuración biológica. Parámetros de diseño: relación F/M, factor de carga. Crecimiento microbiano. Tipo de reactores: anaeróbicos, anóxicos, facultativos, aeróbicos. Flujo tipo pistón. Flujo mezcla completa. Flujo arbitrario. Cultivo sobre lecho fijo y cultivo en suspensión. Intensivos, alta carga, convencionales, extensivos, baja carga. Parámetros de diseño. Caudal afluente. Relación de reciclo. Caudal de recirculación. Tiempo de residencia hidráulico. Tiempo de contacto celular. SSVLM y SSVLR. Sedimentadores primario y secundario. Homogeneizador. Ensayo de sedimentabilidad. Índice volumétrico de lodos. Tasa de utilización del sustrato. Purga de fangos. Eliminación de Nitrógeno, fósforo y carbono. Reactor Elemental. Sistemas estáticos: cámara séptica. Determinación de caudales. Dimensiones. Tiempo de residencia hidráulico. Volumen de la CS. Profundidad tipo. Relación largo/ancho. Entrada acodada, salida en desnivel. Proceso anaerobio. Volumen útil. Volumen de acumulación de fangos. Frecuencia de retiro de fangos a pozos absorbentes. Lechos nitrificantes. Ensayo de percolación. Test de ryan.*



## **Unidad 5. Sistemas de Depuración. Procesos Químicos Unitarios**

*Aplicaciones de los procesos químicos unitarios en el tratamiento del agua residual. Precipitación química. Efectos de la precipitación química en el mejoramiento del agua residual. Productos químicos utilizados en el tratamiento de aguas residuales. Eliminación de fosfatos. Transferencia de gases. Aireación. Dispositivos utilizados para la aireación de aguas residuales. Evaluación de la eficiencia del sistema de aireación. Adsorción. Desinfección en agua residual. Mecanismos de acción de los desinfectantes. Factores que afectan el desempeño de los desinfectantes. Agentes desinfectantes utilizados en aguas residuales. Desinfección con cloro. Reacción al breakpoint. Influencia de la turbiedad en la desinfección del agua residual. Cloro residual. Decloración. Toxicidad de los compuestos residuales del cloro. Desinfección con ozono. Aplicación del ozono en la oxigenación del agua residual. Radiación UV. Aplicaciones adicionales de productos químicos en tratamiento y evacuación de AR.*

## **Unidad 6. Tratamiento de Fangos**

*Introducción al tratamiento, evacuación y disposición final del fango. Procedencia y tipos de fangos. Características del fango en función de su origen. Composición química típica del fango crudo y digerido. Concentraciones de fango procedentes de diversas operaciones y procesos de tratamiento. Relaciones peso-volumen. Problemas derivados del manejo de fangos. Objetivos del tratamiento del fango. Procesos y operaciones unitarias: pre-tratamiento. Espesamiento. Estabilización. Acondicionamiento. Desinfección. Deshidratación. Secado. Reducción térmica. Disposición final. Criterios de selección para la disposición final. Análisis de distintas líneas de procesos de tratamiento de fangos.*

## **Unidad 7. Sistemas de Lagunas de Estabilización**

*Introducción. Objetivos de la instalación de lagunas de estabilización. Ventajas y desventajas de las lagunas frente a otras alternativas de tratamiento. Factores que afectan las condiciones hidráulicas y biológicas de las lagunas (vientos, temperaturas, radiación solar). Criterios de clasificación. Funcionamiento general. Lagunas anaeróbicas, facultativas y de maduración. Dimensionamiento: profundidades óptimas, tiempo de retención, carga orgánica volumétrica, carga*



orgánica superficial. Eficiencia en la remoción de la materia orgánica. Remoción de coliformes fecales. Lagunas aireadas mecánicamente. Ejemplos de sistemas de lagunas de estabilización.

### **Unidad 8. Procesos Avanzados de Tratamiento**

Tecnologías emergentes: Procesos de oxidación directa y avanzada. Membranas: ultrafiltración, microfiltración y ósmosis inversa. Equipamiento, condiciones operativas y limitaciones. Conocimiento del proceso productivo para el diseño del sistema de tratamiento industrial. Estudio de casos. Análisis de los procesos y tratamientos de distintas industrias tipo: industria cárnica, industria avícola, industria papelera, industria juguera, industria lechera, industria curtiembre.

### **PLAN DE TRABAJOS PRACTICOS**

- ❖ *Análisis crítico del marco normativo ambiental pertinente.*
- ❖ *Práctico de laboratorio para análisis de aguas residuales.*
- ❖ *Elaboración de informes técnicos.*
- ❖ *Desarrollo de trabajos prácticos referidos a las distintas unidades del programa.*
  - *TP N°1: Caracterización del agua residual*
  - *TP N°2: Conducción del agua residual*
  - *TP N°3: Operaciones preliminares*
  - *TP N°4: Sistemas estáticos*
  - *TP N°5: Operación de EDARs*
  - *TP N°6: Procesos Químicos*
  - *TP N°7: Tratamiento de fangos*
  - *TP N°8: Sistemas de Lagunas de Estabilización*
  - *TP N° 9: Tecnologías emergentes*



## BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- ❖ METCALF & EDDY Inc. (1985). *Ingeniería sanitaria. Tratamiento, evacuación y reutilización de aguas residuales.* Ed. Labor SA. España.
- ❖ Manual de Saneamiento Uralita (2004). *Sistema de calidad en saneamiento de aguas.*
- ❖ Manual de Depuración Uralita (2004). *Sistemas para depuración de aguas residuales en núcleos de hasta 20.000 habitantes.*
- ❖ RAMALHO (1996). *Tratamiento de Aguas Residuales.*
- ❖ MARIANO SEOANEZ CALVO (2004). *Depuración de las aguas residuales por tecnologías ecológicas y de bajo costo.*
- ❖ EDUARDO RONZANO (2002). *Tratamiento Biológico de las Aguas Residuales.*
- ❖ ARUNDEL (2002). *Tratamiento de Aguas Negras y Efluentes Industriales*
- ❖ MICHAEL A. WINKLER (1995). *Tratamiento biológico de aguas de desecho.* Ed. Limusa. México.
- ❖ FAIR, GEYER Y OKUN (1980) – *Abastecimiento de agua y remoción de aguas residuales.* Ed. Limusa. México.
- ❖ FAIR, GEYER Y OKUN (1981) – *Purificación de aguas y tratamiento y remoción de aguas residuales.* Ed. Limusa. México.
- ❖ Cuadernos de Cátedra.
- ❖ Revistas y Journals específicos de la temática del agua.

## BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- ❖ DEGREMONT, *Manual Técnico del Agua.*
- ❖ SEOANEZ CALVO (1999). *Aguas Residuales: Tratamiento por Humedades Artificiales (Fundamentos científicos, tecnología y diseño).*
- ❖ IZEMBART HELENE LE BOUDEC BERTRAND (2003). *Waterscapes.*



- ❖ SEOANEZ CALVO (2000). *Aguas Residuales Urbanas: Aprovechamiento y Tratamientos Naturales de Bajo Coste.*
- ❖ OMS, *Virus humanos en el agua, aguas servidas y suelo*
- ❖ OMS, *Gestión financiera del abastecimiento del agua y el saneamiento*
- ❖ OPS, *Guías para la calidad del agua potable.*
- ❖ DÍAS DORADO, *Instalación sanitaria en edificios.*
- ❖ BRAILE – CALVACANTI (1979), *Manual de tratamiento de aguas residuarias industriais. Ed. Gráfica. Hamburgo.*
- ❖ ADAMS, FORD Y ECKENFELDER, *Development od Design and Operational Criteria for Wastewater Treatment. Ed. EP y CBI.*
- ❖ EPA – USA (1977), *Wastewater Treatment Facilities for Sewered Small Communities.*
- ❖ EPA – USA (1979), *Sludge Treatment and Disposal*
- ❖ EPA – USA (1979), *Inspector Guide for Evaluation of Municipal Wastewater Treatment.*
- ❖ EPA – USA (1982), *Dewatering Municipal Wastewater Sludges.*
- ❖ EPA – USA (1985), *Odor and Corrosion Control in Sanitary Sewerage Systems and Treatment Plants.*
- ❖ EPA – USA (1986), *Municipal Wastewater Disinfection.*
- ❖ WHO – Guidelines for Drinking-Water Quality – Volume 1: Recommendations
- ❖ WHO – Guidelines for Drinking-Water Quality – Volume 2: Health Criteria and Other Supporting Information
- ❖ WHO – Guidelines for Drinking-Water Quality – Volume 3: Surveillance and Control of Community Water Supllies.



Apellido y Nombre: \_\_\_\_\_ MARTES.20.AGOSTO.2019

D I A G N Ó S T I C O U N I D A D 1 :  
C A R A C T E R I Z A C I Ó N D E L A G U A R E S I D U A L

**S A N E A M I E N T O      I I**

**1.-** En una EDAR la eficiencia de un proceso biológico en cuanto a la remoción de materia orgánica, se ha estado midiendo de forma rutinaria las últimas a través de pruebas estándar de DB05 a 20°C, tomadas a la entrada y a la salida del reactor, como una determinación indirecta del contenido de materia orgánica del agua residual.

El día de hoy por razones de fuerza mayor, la estufa para la realización del ensayo está calibrada en 30°C, y no se podrá tomar lectura de OD final hasta dentro de 7días.

Justificar: cómo influye este cambio de condiciones de borde del laboratorio en los resultados del ensayo y en la determinación de eficiencia del proceso biológico.



Apellido y Nombre: \_\_\_\_\_ MARTES.03.SEPTIEMBRE.2019

D I A G N Ó S T I C O U N I D A D 2 :  
C O N D U C C I Ó N D E L A G U A R E S I D U A L

**S A N E A M I E N T O      I I**

**1.-** Explique mediante un *ESQUEMA* cómo se resuelve el escorrimiento del Agua Residual en los casos en que condicionado por la pendiente del terreno natural, adoptando la pendiente mínima de cañería, la velocidad del flujo es mayor a 1.5m/s.

**2.-** Indique cómo se obtienen los tiempos de vaciado de una estación elevadora conocida (se conocen todos los datos de diseño de la E.E.) para distintos momentos del día.



Apellido y Nombre: \_\_\_\_\_

MARTES.24.SEPTIEMBRE.2019

**D I A G N Ó S T I C O   U N I D A D   3 :**  
**T R A T A M I E N T O S   P R E L I M I N A R E S**  
**D E L   A G U A   R E S I D U A L**

**S A N E A M I E N T O   I I**

**1.-** En una reja partiendo de su condición de operación limpia, indique que modificaciones se producen en la velocidad entre barras, velocidad de aproximación, y eficiencia; si se reduce el parámetro a un 15%.

**2.-** Por qué se adopta una velocidad de flujo de 0.30m/s en un desarenador?

**3.-** Qué objetivo tiene la insuflación de aire en un desengrasador? Y por qué es más adecuado utilizar microburbujas en lugar de burbujas de mayor tamaño?

Buenos días Florencia

Envío adjunto una propuesta de modificación al sistema de evaluación y condiciones de acreditación de S2, en función de los aprendizajes realizados en el primer cuatrimestre sobre la modalidad virtual de cursado. Hemos analizado que en este contexto de virtualidad, las evaluaciones mediante trabajos prácticos por unidad una vez finalizado el desarrollo de la misma, permite un seguimiento más adecuado del alumno que las instancias parciales, y favorece el compromiso del alumno con el cursado, permitiendo además identificar más rápidamente las posibles deserciones en la cursada.

Planteamos la consulta sobre el último punto, Instancia presencial de recuperación: Se puede dejar un acta de cursado abierta/pendiente, hasta que las condiciones permitan el dictado de clases presenciales?

Si bien la consulta es sobre esta cuestión administrativa, nos resultaría grato tener una devolución sobre la adecuación de la metodología en general.

Saludos cordiales,

