

**DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL  
AREA SANEAMIENTO Y MEDIO AMBIENTE**

**TRATAMIENTO DE AGUAS SALOBRES Y MARINAS**

**ANÁLISIS DE LA ASIGNATURA**

**Resumen**

El presente análisis corresponde al programa de la asignatura "Tratamiento de Aguas Salobres y Marinas", propuesto al DIC como Materia Electiva en la carrera de Ingeniería Civil. El programa contiene la Descripción de la Asignatura, Objetivos, Contenido, Programa Sintético, Programa Analítico, Formación Práctica, Visitas Técnicas, Metodología de enseñanza, Evaluación, Bibliografía. Además se adjunta, el cronograma con distribución de clases teóricas y prácticas, instancias de evaluación y sus recuperatorios, así como la propuesta de clases adicionales de consulta y visita a planta.

La Materia Electiva Tratamiento de Aguas Salobres y Marinas pretende brindar al alumno herramientas técnicas que le permitan en el futuro optar por distintas alternativas en el tratamiento de aguas, considerando todos los recursos hídricos disponibles, su adecuada explotación y aprovechamiento, su capacidad de renovación; los costos mínimos de operación y mantenimiento de las plantas para asegurar la sustentabilidad del servicio; y los impactos ambientales que producen las nuevas tecnologías de desalación, tomando los recaudos necesarios para minimizar los mismos.

**Análisis de los Objetivos**

En la actualidad el suministro de agua en calidad y cantidad, para cubrir las necesidades agrícolas, industriales como de abastecimiento a la población, se encuentra comprometido. En algunas áreas las fuentes de suministro superficiales o de agua dulce son insuficientes frente a la demanda y algunas veces sus condiciones son inadecuadas. El cambio climático favorece estas condiciones.

Por el contrario, existe abundante disponibilidad de aguas salobres, salinas y marinas aportadas por las aguas subterráneas y el agua de mar, siendo esta última una fuente inagotable. Hasta el presente este último recurso no había sido utilizado a gran escala, por el elevado coste que representaba la desalación frente a otras fuentes alternativas.

El desarrollo tecnológico experimentado en la última década por ciertos procesos de desalación ha permitido abaratar considerablemente los costes de inversión y de operación. En regiones donde las condiciones locales hacen que el recurso agua dulce sea limitado en cantidad o por su calidad, es necesario desarrollar nuevas fuentes de suministro y recurrir a las aguas subterráneas o marinas, e incluso al reuso de efluentes, para lo que se requiere evaluar distintas técnicas de desalación, algunas de las cuales pueden llegar a ser más competitivas que recurrir a nuevas fuentes de agua dulce a grandes distancias.

Estas nuevas alternativas de desalación deben ser evaluadas contemplando todos los impactos que se generarán en el medio en que serán implantadas, dependiendo los mismos del tipo de planta y de las condiciones locales donde las mismas se instalen.

Por ello, esta materia electiva pretende incorporar conceptos sobre los distintos procesos de desalación, evaluando sus insumos y necesidades energéticas, los costos de inversión y mantenimiento de los mismos, identificando los impactos ambientales que generan y sus posibles mitigaciones, profundizando específicamente en los procesos de Osmosis Inversa. Incentivando la capacidad de análisis no solo técnica, sino económica y ambiental para futuras evaluaciones de tratamientos de agua, a fin de optar por la alternativa más conveniente.

A partir de lo mencionado precedentemente, surgen los objetivos del Programa de la Materia:

- Presentar una visión simplificada de las distintas técnicas de desalación
- Reconocer los parámetros que influyen en los costes de inversión, operación y mantenimiento
- Identificar los impactos ambientales que originan las plantas de desalación y sus posibles mitigaciones
- Profundizar los conocimientos sobre el proceso de desalación por Osmosis Inversa

*OR*

- Incentivar la capacidad de análisis no solo técnica, sino económica y ambiental para futuras evaluaciones de tratamientos de agua, a fin de optar por la alternativa integral más conveniente.

### Análisis de los Contenidos

Los contenidos propuestos para la asignatura "Tratamiento de Aguas Salobres y Marinas", están fuertemente vinculados con la gestión, el medio ambiente, la capacidad de innovación y propuestas alternativas para la realización de proyectos para el tratamiento de aguas, en función de un desarrollo sostenible, mediante el cuidado y conservación de los recursos agua, suelo y aire.

Mediante los contenidos y la metodología propuesta en el programa, se pretende desarrollar en el estudiante su espíritu crítico y favorecer el desarrollo de su creatividad para lograr un adecuado equilibrio entre la formación científico - técnica - ambiental - personal. Incorporando la idea de la existencia de varias soluciones correctas para un mismo problema, por lo que es necesario evaluarlas ambiental y económicamente, a fin de optar por la más conveniente.

La asignatura presenta contenidos relacionados directamente con tecnologías para la desalación de aguas, en distintas escalas. Estas tecnologías, que antiguamente resultaban poco accesibles por sus costos de operación e impactos ambientales han ido evolucionando, reduciendo sus costos e insertándose en el mercado.

Por eso y a fin de cumplir con los objetivos mencionados, se estructura la materia en unidades con los siguientes contenidos:

- *Introducción*: brinda conocimientos sobre el origen y características de las aguas, desarrolla la capacidad de interpretación de los resultados de los distintos análisis de aguas para determinar su grado de salinidad (salobres, salinas, marinas, salmueras, etc), a fin de optar por la alternativa de tratamiento más conveniente en función de la cantidad y cantidad de agua a tratar, sus costos e impactos.
- *Tratamientos previos y complementarios*: refuerza los conceptos sobre desarenadores, eliminación de algas, coagulación, floculación, sedimentación/decantación, filtrado y desinfección, pues de acuerdo al origen del agua y sus condiciones, para lograr resultados óptimos en la desalación se debe acondicionar la misma, según el uso que se hará de ella.
- *Tratamientos de Desalación*: describe los procesos de tratamiento de desalación (evaporación súbita multietapa, evaporación multiefecto, evaporación solar, filtración iónica, migración iónica, otros) y desarrolla la capacidad de elección del más conveniente en función de la calidad y cantidad de las aguas requeridas, de los costos y de sus impactos.
- *Filtración Iónica. Osmosis Inversa*: pone énfasis en el tratamiento de desalación por Osmosis Inversa, que actualmente es el más competitivo como tratamiento de desalación. Presenta los fundamentos del proceso, tipos de membranas de Osmosis Inversa, necesidades energéticas, consumos energéticos teóricos y otros consumos.
- *Costos de Operación y Mantenimiento*: en general el fracaso de algunas plantas, radica en la falta de información previa respecto a los gastos que las mismas incurrirán luego en operación y mantenimiento (ej: muchas veces los gastos de producción del m<sup>3</sup> de agua desalada no pueden ser cubiertos por las tarifas asignadas al m<sup>3</sup> de agua suministrada al servicio). Los costos de operación y mantenimiento, no solo incluyen gastos energéticos, de reactivos y personal, sino que además deben cubrir los costos de tratamiento de los efluentes que se generan así como de otras externalidades. En el entendimiento de que no solo deben considerarse los costos de inversión sino los recién mencionados, se brindan los lineamientos para estimar el Costo por m<sup>3</sup> de agua desalada (de acuerdo a su salinidad) y los parámetros a considerar.
- *Aspectos Ambientales*: profundiza en la identificación de impactos ambientales de plantas de desalación, en función del medio de instalación de las mismas, utilizando algunos casos de estudio y proponiendo ejemplos de alternativas de mitigación. Para ello, se contempla dentro de los contenidos de la unidad, conceptos como Medio Ambiente, Acciones Impactantes, Identificación de Impactos Ambientales de plantas de desalación en las etapas de construcción, operación y abandono. Impactos en el medio marino: Tipos de impacto, Dispersión de las

salmueras, Descarga mediante emisario submarino, Descarga a lo largo de la línea de costa, Descarga previa dilución. Utilización de salmueras para la producción de sal. Impactos derivados del consumo intensivo de la energía. Impactos debidos al ruido. Impactos visuales. Impactos debidos al uso del terreno. Impacto en los acuíferos de la zona. Mitigación de los distintos impactos ambientales mencionados.

- *Casos Prácticos*: mediante esta unidad se presentan casos Prácticos de Aplicación de Osmosis Inversa en producción de agua potable a gran escala y casos reales a través de proveedores de Osmosis Inversa, incorporando visitas a Planta.

Brinda los conocimientos para las fases de Ingeniería Básica e Ingeniería de Detalle, incluidas en la planificación y diseño de una planta, diseñando conceptualmente en forma preliminar los principales componentes de una planta de tratamiento de desalación.

### **Importancia de la materia**

La materia electiva propuesta, persigue la misma premisa que la materia Ingeniería Sanitaria (ya que es la profundización de algunas de sus unidades), y los objetivos planteados por el Departamento de Ingeniería Civil de la FRBB respecto a que:

*“Siendo función del ingeniero civil el manejo de los recursos naturales, en muchos casos no renovables y en muchos otros logrados a través de procesos agresivos hacia la naturaleza, es necesario que el profesional se forme desde un comienzo en el respeto hacia nuestro planeta... promoción de estrategias de sustentabilidad, haciendo hincapié en que toda acción profesional debe tener consideración con las generaciones venideras y con los vecinos. Divulgación de las propuestas que surgen luego de la Cumbre Mundial de Desarrollo Sostenible de Johannesburgo”.*

### **Metodología de Cursado y Evaluación**

La metodología a implementar en la asignatura se basa en que el estudiante desarrolle su espíritu crítico y se favorezca el desarrollo de su creatividad para lograr un adecuado equilibrio entre la formación científico - técnica y su desarrollo integral.

Se propone una evaluación diagnóstica del alumno, como actividad previa al dictado de la asignatura, a fin de evaluar los conocimientos de ingeniería sanitaria y ambiental, el nivel técnico adquirido durante la carrera, la capacidad para identificar los potenciales impactos ambientales generados por una actividad y la creatividad o habilidad de propuesta de medidas correctoras. Esta evaluación mostrará el punto de partida del docente en función de la base de conocimientos incorporados durante la carrera y la capacidad de razonamiento. Además, se incorporan consultas respecto a la motivación por la cual se elige esta materia electiva y lo que se valora en las clases de un docente, a fin de cumplir con las expectativas del alumno.

Una vez reconocido el nivel, se presentarán los conceptos básicos sobre el tipo de aguas que pueden ser desaladas, motivando al alumno a brindar sus conocimientos respecto a las condiciones y calidad de las aguas locales, regionales y/o a nivel nacional. Lo que le permitirá involucrarse con la temática y con la necesidad de aplicación de las técnicas de desalación, lo que se supone lo motivará en su aprendizaje.

Se pretende que la introducción previa, incentive a valorar la necesidad de avanzar en el conocimiento de nuevas alternativas de tratamiento de agua que apunten a la desalación, pues estos conocimientos serán una herramienta útil en su futuro profesional.

Posteriormente las clases serán teórico-prácticas. Las clases teóricas se apoyarán en bibliografía actualizada y proyecciones en Power Point ilustradas. Las clases prácticas se desarrollarán mediante la proyección de videos de casos reales, en base a los cuales se incentivará la discusión en forma grupal de los aspectos ambientales a considerar. Se pretende motivar al alumno para que instintivamente plantee los distintos aspectos ambientales a tener en cuenta, los que en forma guiada serán analizados y complementados por la teoría correspondiente, para luego plantear las mitigaciones correspondientes.

OR

La evaluación de la materia se hará de acuerdo a las pautas de la Ordenanza N° 1549.

La asignatura tiene como instancias:

- Una presentación oral
- Dos parciales
- Seguimiento de las actividades de formación práctica (sean estas ejercicios, tormenta de ideas, visitas a obras, u otras)

Para acceder a la Aprobación Directa el alumno deberá:

- Aprobar una presentación teórica oral con nota igual o superior a 6 (seis)
- Aprobar los dos parciales teórico – prácticos con nota igual o superior a 6 (seis).  
En caso de no lograr dicho puntaje para alguno o ambos parciales, deberá rendir recuperatorio al final del cuatrimestre de uno o ambos parciales en una única fecha.
- Lograr un concepto superior a 6 (seis) durante el seguimiento que haga el docente de las actividades de formación práctica

Aquellos alumnos que no alcancen el 6 (seis) en una o más instancias de evaluación, se les dará por cursada la materia cuando cada una de las instancias supere la calificación de 5 (cinco). Teniendo la posibilidad de rendir dentro del año siguiente.

De lo contrario, de no superar la calificación 5 (cinco) deberá cursar nuevamente la materia, condición impuesta especialmente a los dos parciales teóricos – prácticos con sus recuperatorios correspondientes.

En todas las instancias, se considerará para la evaluación la gramática y ortografía que permita la correcta lectura de los documentos así como el uso de la terminología específica incorporada durante el cursado y apropiada por el futuro profesional de la ingeniería.

#### **Articulación de la asignatura en el área**

La asignatura articula con casi todas las materias de la carrera Ingeniería Civil, pero específicamente con las Básicas (ej. matemáticas, química) y con Ingeniería Sanitaria, Ingeniería Legal y Economía.

Es por ello que, es necesario que la materia se dicte en el último nivel de la carrera. De esta manera, el alumno contará con los conocimientos legales, económicos y técnicos necesarios, que le permitirán optar entre las distintas alternativas de proyecto en función de los costos y la preservación del medio ambiente, modificando convenciones y/o cambiando métodos tradicionales por nuevos que no afecten el entorno.

**OLGA CIFUENTES**  
Profesor Adjunto UTN FRBB

Bahía Blanca, 12 de Abril de 2017