

PLANIFICACIÓN 2015

## Modelos de Calidad de Aguas

### INFORMACIÓN GENERAL

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| <b>Carrera</b>                  | <b>Docente Responsable</b>                      |
| Ingeniería en Recursos Hídricos | Alfredo Emilio Trento                           |
| <b>Departamento</b>             | <b>Carga Horaria</b>                            |
| Medio Ambiente                  | <b>Carga Horaria Cuatrimestral</b> <b>45 hs</b> |
| <b>Plan de Estudios</b>         | <i>TEORÍA</i> 19.5 hs                           |
| Plan 2006                       | <i>PRÁCTICA</i>                                 |
| <b>Carácter</b>                 | Formación Experimental 0 hs                     |
| Cuatrimestral                   | Resolución de Problemas 13.5 hs                 |
| <b>Equipo Docente</b>           | Resolución de Problemas de Ingeniería 6 hs      |
| Ana Maria Teresita Alvarez      | Proyectos y diseños de procesos 0 hs            |
| Alfredo Emilio Trento           | <i>CONSULTAS Y OTRAS ACTIVIDADES</i> 2 hs       |
| Claudio Zenclusen               | <i>EVALUACIONES</i> 4 hs                        |

### SITIO WEB DE LA ASIGNATURA

### CONTENIDOS MÍNIMOS DE LA ASIGNATURA

Importancia de los modelos matemáticos. Elementos de un modelo. Ley de Fick. Advección, difusión molecular y turbulenta, dispersión, reacciones. Coeficientes de difusión. Ecuaciones de transporte. Fuentes puntuales, en línea y planas. Soluciones analíticas. Determinación del coeficiente de dispersión. Implementación de modelos matemáticos en ríos y canales, interpretación de resultados.

### OBJETIVOS DE LA ASIGNATURA

Que los alumnos aprendan los conceptos fundamentales del transporte de constituyentes pasivos en ríos y canales. Conozcan los modelos matemáticos básicos, sus condiciones de aplicabilidad y la implementación de soluciones analíticas. Interpreten y verifiquen los resultados de los modelos matemáticos para vertidos estacionarios y no estacionarios.

### CONOCIMIENTOS ESPECÍFICOS PREVIOS PARA CURSAR LA ASIGNATURA

Mecánica de Fluidos e Hidráulica de Canales APROBADAS

### METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

En todas las unidades se desarrollarán:

Clases teóricas, expositivas con participación de los alumnos.

Clases de aplicaciones prácticas, individuales y grupales dirigidos, utilizando herramientas computacionales específicas.

Aprendizaje basados en la resolución de problemas.

Clase sobre uso de equipamiento para adquisición de información hidroambiental en ríos y canales.

### PROGRAMA ANALÍTICO

**Título:** 1-Introducción

**Descripción/** TEMA 1: Introducción

**Contenidos:**

**Problemas derivados del uso múltiple de los recursos hídricos. Conceptos de contaminación y polución. Normas y criterios de calidad de aguas. Sustancias conservativas y no conservativas. Sustancias pasivas y activas. Turbulencia y advección diferencial.**

Modelos conceptuales, matemáticos y numéricos. Definiciones. Conceptos básicos.

Reseña de modelos de uso publico para calidad de aguas superficiales.

**Carga horaria Ty P: 6 hs. Bibliografía: 1, 3, 4.**

**Título:** 2-Ecuaciones de advección-difusión

**Descripción/** TEMA 2: Ecuaciones de advección-difusión

**Contenidos:**

**Difusión molecular. Ejemplos. Ley de Fick. Ecuación de transporte de masa. Difusión molecular unidimensional. Propiedades matemáticas de la ecuación de difusión. Método de las imágenes. Función error. Ecuación de advección-difusión unidimensional.**

**Sustancias no conservativas.**

Carga horaria TyP:12 hs. Bibliografía:1, 3, 4.

**Título:** 3-Ecuaciones de transporte de masa para flujos turbulentos

**Descripción/** TEMA 3: Ecuaciones de transporte de masa para flujos turbulentos.

**Contenidos:**

Difusión turbulenta. Concepto. Analogía de Reynolds. Coeficientes de difusión vertical y transversal en canales y ríos. Dispersión longitudinal. Definición. Conceptos introductorios. Determinación por formulas empíricas, analíticas y métodos con trazadores. Generalidades.

Soluciones analíticas de las ecuaciones diferenciales para fuentes puntuales, en línea y planas.

Carga horaria T, P y E: 12 hs. Bibliografía:1, 2, 3, 4, 5, 6.

**Título:** TEMA 4: Ecuaciones de variables de calidad de aguas en canales y ríos.

**Descripción/** TEMA 4: Ecuaciones de variables de calidad de aguas en canales y ríos.

**Contenidos:**

Solidos disueltos totales. Bacterias coliformes termoresistentes. Oxígeno

disuelto. Demanda bioquímica de oxígeno. Modelo de Streeter-Phelps. Ecuaciones generales de transporte para compuestos inorgánicos y sedimentos finos en canales y ríos. Concepto de equilibrio instantáneo. Coeficientes de partición en agua y lecho. Modelos simplificados.

Carga horaria T, P y E:15 hs. Bibliografía: 1, 3, 4, 6 y 7.

**BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

**Título:** 1-HIDROLOGIA AMBIENTAL  
**Autores:** R. La Laina Porto  
**ISBN:** 85-314-0043-0      **Editorial:** ABRH, Vol. 3.  
**Formato:** libro  
**Descripción:** Ecuaciones básicas de transporte de escalares en agua.  
**Selección de Páginas:** 3 a 160

**Título:** 2-MIXING IN INLAND AND COASTAL WATERS  
**Autores:** Fischer H. B., List E. J., Koh R. C. Y., Imberger J., and Brooks N. H.  
**ISBN:** 0-12-258150-4      **Editorial:** Academic Press, New York.  
**Formato:** Libro  
**Descripción:** Ecuaciones, difusión Fickiana y turbulenta, dispersión, mezcla en ríos.  
**Selección de Páginas:** 16-145

**Título:** 3-SURFACE WATER-QUALITY MODELING  
**Autores:** S. Chapra  
**ISBN:** 0-07-011364-5      **Editorial:** McGraw-Hill  
**Formato:** libro  
**Descripción:** Procesos básicos de transporte en ríos. Ecuaciones, variables y parámetros.  
**Selección de Páginas:** lecture 14, lecture 19, lecture 21, lecture 26, lecture 27 y lecture 30

**Título:** 4- ENVIRONMENTAL HYDRAULICS OF OPEN CHANNEL FLOWS  
**Autores:** Chanson H.  
**ISBN:**      **Editorial:** Elsevier, 430 p  
**Formato:**  
**Selección de Páginas:** No se ha especificado la selección de páginas.

**Título:** 5- ENVIRONMENTAL MODELING  
**Autores:** J. Schnoor  
**ISBN:**      **Editorial:** Wiley  
**Formato:**

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

**Título:** 6-MODELO UNIDIRECCIONAL PARA ESTUDIO DE CALIDAD DE AGUAS  
**Autores:** Alfredo Trento  
**ISBN:** **Editorial:** Tesis de Maestría, FICH-UNL, 1998

**Formato:** libro

**Descripción:** Modelo Matemático y numérico 1D para transporte de escales en ríos.

**Selección de Páginas:** capitulos 5, 6 y 7

**Título:** 7-Modelación numérica del transporte de metales pesados y sedimentos finos en cursos fluviales. Caso de estudio: cromo en el río Salado (Santa Fe-Argentina).  
**Autores:** Ana M.T. Alvarez  
**ISBN:** **Editorial:** Tesis de Maestría en Ingeniería de los Recursos Hídricos. UNL

**Formato:**

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

#### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

**Título:** 8- TRANSPORT PROCESSES IN ENVIRONMENTAL ENGINEERING  
**Autores:** Harleman, D. R. F.  
**ISBN:** **Editorial:** Parsons Hydrodynamics Lab., Massachusetts Inst. of Technology, Cambridge, 1988.

**Formato:** Lecture Notes

**Descripción:** Apuntes sobre modelos matemáticos básicos y soluciones analíticas. Advección-Dispersión.

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

#### CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

**Actividad:** TEMA 1: Introducción  
**Semana:** 1  
**Horas:** 1.5  
**Tipo:** T  
**Docentes a Cargo:** Alfredo Emilio Trento  
**Descripción:** Unidad 1

**Actividad:** Clase práctica  
**Semana:** 1  
**Horas:** 1.5  
**Tipo:** EP  
**Docentes a Cargo:** Ana Maria Teresita Alvarez, Claudio Zenclusen  
**Descripción:** Planteo de un problema ambiental en aguas superficiales.

**Actividad:** TEMA 1: Introducción. TEMA 2: Ecuaciones de Advección-Difusión  
**Semana:** 2  
**Horas:** 1.5  
**Tipo:** T  
**Docentes a Cargo:** Alfredo Emilio Trento  
**Descripción:** Unidad 2.

**Actividad:** TEMA 2: Ecuaciones de Advección-Difusión  
**Semana:** 2  
**Horas:** 1.5  
**Tipo:** EP  
**Docentes a Cargo:** Ana Maria Teresita Alvarez, Claudio Zenclusen  
**Descripción:** Cálculo de la solución analítica para el caso de difusión en un conducto.

**Actividad:** TEMA 2: Ecuaciones de Advección-Difusión  
**Semana:** 3  
**Horas:** 1.5  
**Tipo:** T  
**Docentes a Cargo:** Alfredo Emilio Trento  
**Descripción:** Unidad 2

**Actividad:** TEMA 2: Ecuaciones de Advección-Difusión  
**Semana:** 3  
**Horas:** 1.5  
**Tipo:** EP  
**Docentes a Cargo:** Ana Maria Teresita Alvarez, Claudio Zenclusen  
**Descripción:** Cálculo de la Solución Analítica de la Ecuación de Difusión para una masa alojada en un conducto (Finalización)

**Actividad:** TEMA 2: Ecuaciones de Advección-Difusión  
**Semana:** 4  
**Horas:** 1.5  
**Tipo:** T  
**Docentes a** Alfredo Emilio Trento  
**Cargo:**  
**Descripción:** Unidad 2

**Actividad:** TEMA 2: Introducción Ecuaciones de Advección-Difusión  
**Semana:** 4  
**Horas:** 1.5  
**Tipo:** EP  
**Docentes a** Ana Maria Teresita Alvarez, Claudio Zenclusen  
**Cargo:**  
**Descripción:** Cálculo de la solución analítica de la ecuación de advección-difusión.

**Actividad:** TEMA 2: Ecuaciones de advección-difusión  
**Semana:** 5  
**Horas:** 1.5  
**Tipo:** T  
**Docentes a** Alfredo Emilio Trento  
**Cargo:**  
**Descripción:** Unidad 3

**Actividad:** TEMA 2: Ecuaciones de Advección-Difusión  
**Semana:** 5  
**Horas:** 1.5  
**Tipo:** EP  
**Docentes a** Ana Maria Teresita Alvarez, Claudio Zenclusen  
**Cargo:**  
**Descripción:** Cálculo de la solución analítica de la ecuación de advección-difusión.

**Actividad:** TEMA 2: Ecuaciones de advección-difusión  
**Semana:** 6  
**Horas:** 1.5  
**Tipo:** T  
**Docentes a** Alfredo Emilio Trento  
**Cargo:**  
**Descripción:** Unidad 3

**Actividad:** TEMA 2: Ecuaciones de advección-difusión  
**Semana:** 6  
**Horas:** 1.5  
**Tipo:** EP  
**Docentes a Cargo:** Ana Maria Teresita Alvarez, Claudio Zenclusen  
**Descripción:** Cálculo de la solución analítica de la ecuación de advección-difusión.

**Actividad:** TEMA 3: Ecuaciones de transporte de masa para flujos turbulentos.  
**Semana:** 7  
**Horas:** 1.5  
**Tipo:** T  
**Docentes a Cargo:** Alfredo Emilio Trento  
**Descripción:** **TEMA 4: Dispersión longitudinal en flujos estacionarios**

Dispersión longitudinal. Definición. Conceptos introductorios. Determinación por formulas empíricas y analíticas, métodos con trazadores. Generalidades. Condiciones de aplicabilidad del concepto de dispersión longitudinal.

Soluciones analíticas de las ecuaciones diferenciales para fuentes puntuales, en línea y planas.

Fuentes instantáneas y continuas. Fuentes puntuales, en línea y planas. Definiciones y ecuaciones. Ecuaciones básicas. Soluciones analíticas del caso unidimensional, para vertido continuo y discontinuo.

**Actividad:** Tema 3: Ecuaciones de Transporte de Masa para Flujos Turbulentos  
**Semana:** 7  
**Horas:** 1.5  
**Tipo:** EP  
**Docentes a Cargo:** Ana Maria Teresita Alvarez, Claudio Zenclusen  
**Descripción:** Cálculo de mezcla completa en la sección transversal de un río.

**Actividad:** TEMA 3: Ecuaciones de transporte de masa para flujos turbulentos.  
**Semana:** 8  
**Horas:** 1.5  
**Tipo:** T  
**Docentes a Cargo:** Alfredo Emilio Trento  
**Descripción:** Unidad 4

**Actividad:** Tema 3: Ecuaciones de Transporte de Masa para Flujos Turbulentos  
**Semana:** 8  
**Horas:** 1.5  
**Tipo:** EP  
**Docentes a** Ana Maria Teresita Alvarez, Claudio Zenclusen  
**Cargo:**  
**Descripción:** Cálculo de mezcla completa en la sección transversal de un río.

**Observaciones:** 4. Cálculo de mezcla completa en la sección transversal de un río.

**Actividad:** TEMA 3: Ecuaciones de transporte de masa para flujos turbulentos.  
**Semana:** 9  
**Horas:** 1.5  
**Tipo:** T  
**Docentes a** Alfredo Emilio Trento  
**Cargo:**  
**Descripción:** Evaluación

**Observaciones:** Parcial 1

**Actividad:** TEMA 3: Ecuaciones de transporte de masa para flujos turbulentos.  
**Semana:** 9  
**Horas:** 1.5  
**Tipo:** EP  
**Docentes a** Ana Maria Teresita Alvarez, Claudio Zenclusen  
**Cargo:**  
**Descripción:** Cálculo de mezcla completa en la sección transversal de un río.

**Actividad:** TEMA 4: Ecuaciones de variables de calidad de aguas en canales y ríos.  
**Semana:** 10  
**Horas:** 1  
**Tipo:** T  
**Docentes a** Alfredo Emilio Trento  
**Cargo:**

**Actividad:** Parcial Temas 1 a 3  
**Semana:** 10  
**Horas:** 2  
**Tipo:** E  
**Docentes a** Ana Maria Teresita Alvarez, Claudio Zenclusen  
**Cargo:**  
**Descripción:** Parcial 1



**Actividad:** TEMA 4: Ecuaciones de variables de calidad de aguas en canales y ríos.  
**Semana:** 11  
**Horas:** 1.5  
**Tipo:** T  
**Docentes a Cargo:** Alfredo Emilio Trento

**Actividad:** TEMA 4: Ecuaciones de variables de calidad de aguas en canales y ríos.  
**Semana:** 11  
**Horas:** 1.5  
**Tipo:** PI  
**Docentes a Cargo:** Ana Maria Teresita Alvarez, Claudio Zenclusen  
**Descripción:** Cálculo de distribución de concentraciones de constituyentes conservativos y no-conservativos, a partir de fuentes continuas y discontinuas.  
**Observaciones:** TP5: Cálculo de distribución de O y DBO mediante el modelo de Streeter-Phelps. Formato de problema abierto de ingeniería.

**Actividad:** TEMA 4: Ecuaciones de variables de calidad de aguas en canales y ríos.  
**Semana:** 12  
**Horas:** 1.5  
**Tipo:** T  
**Docentes a Cargo:** Alfredo Emilio Trento

**Actividad:** TEMA 4: Ecuaciones de variables de calidad de aguas en canales y ríos.  
**Semana:** 12  
**Horas:** 1.5  
**Tipo:** PI  
**Docentes a Cargo:** Ana Maria Teresita Alvarez, Claudio Zenclusen  
**Descripción:** Problemas Abiertos de Ingeniería.  
 Cálculo de distribución de concentraciones de constituyentes conservativos y no-conservativos, a partir de fuentes continuas y discontinuas.

**Actividad:** TEMA 4: Ecuaciones de variables de calidad de aguas en canales y ríos.  
**Semana:** 13  
**Horas:** 1.5  
**Tipo:** T  
**Docentes a Cargo:** Alfredo Emilio Trento  
**Observaciones:**

**Actividad:** Tema 6: Clase práctica  
**Semana:** 13  
**Horas:** 2  
**Tipo:** PI  
**Docentes a Cargo:** Ana Maria Teresita Alvarez, Claudio Zenclusen  
**Descripción:** P. Ab. Cálculo de distribución de concentraciones de constituyentes conservativos y no-conservativos, a partir de fuentes continuas y discontinuas.

**Actividad:** TEMA 4: Ecuaciones de variables de calidad de aguas en canales y ríos.  
**Semana:** 14  
**Horas:** 0.5  
**Tipo:** T  
**Docentes a Cargo:** Ana Maria Teresita Alvarez

**Actividad:** Consultas Teoría y Práctica  
**Semana:** 14  
**Horas:** 2  
**Tipo:** C  
**Docentes a Cargo:** Ana Maria Teresita Alvarez, Alfredo Emilio Trento, Claudio Zenclusen  
**Descripción:** P. Ab. Cálculo de distribución de concentraciones de constituyentes conservativos y no-conservativos, a partir de fuentes continuas y discontinuas.  
**Observaciones:** consultas

**Actividad:** Instrumentos para toma de datos hidroambientales  
**Semana:** 15  
**Horas:** 1  
**Tipo:** PI  
**Docentes a Cargo:** Alfredo Emilio Trento  
**Descripción:** Tema 5: Ecuaciones para variables de calidad de aguas en canales y ríos.

**Actividad:** Parcial 2  
**Semana:** 15  
**Horas:** 2  
**Tipo:** E  
**Docentes a Cargo:** Ana Maria Teresita Alvarez, Claudio Zenclusen  
**Descripción:** Parcial 2 y Recuperatorio

**REQUERIMIENTOS DE LA ASIGNATURA**

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

**Para Regularizar:** Se evaluarán las siguientes actividades durante el cuatrimestre, obligatorias para todos los alumnos:

|   |   |
|---|---|
| 1 | Evaluaciones dos Parciales Teórico Prácticas. |
| 2 | Ejercitación práctica en gabinete.            |
| 3 | Informes de los problemas propuestos.         |

Las condiciones de los alumnos: promovido, regular o libre (art. 28) se realizan tal como lo establece el Reglamento de Enseñanza de la FICH. La nota resultante de una ponderación de las calificaciones de las cinco actividades, llamada Nota Etapa 1 (NE1), permitirá decidir la condición de Promocionado según el art. 35, Regular según el art. 34 o Libre.

Se harán dos evaluaciones parciales de teoría y práctica, en forma escrita y sobre la base de cuestionarios preparado por los profesores, cuyo énfasis estará puesto en la interpretación física y conceptual de los contenidos de la asignatura. Para aprobar cada parcial se requiere una nota mínima de 40/100 y ambos se pueden recuperar. En caso de no alcanzar el mínimo del 40% en alguno de ellos o en los recuperatorios, el alumno queda Libre.

El parcial 2 podrá consistir en la presentación oral y escrita de la solución de un problema abierto de ingeniería.

Las informes escritos de las actividades 2, y 3, individuales o grupales, deben ser presentados por los alumnos en fechas preestablecidas y aprobados con una nota mínima de 60%. Su incumplimiento, sin causa justificada, dará lugar a un descuento en la calificación obtenida, proporcional a la demora en la entrega.

**Nota de la Etapa 1: (NE1)**, decide la condición del alumno, según la Tabla 1. NE1 se calculará considerando la siguiente ponderación: 80% para los parciales y 20% para la las actividades 2y 3.

\* La Nota Final (NF) debe ser mayor o igual a 40% y menor que 70%

(1) TP individuales. Se aprueban con 40/100

(2) TP grupales. Se aprueban con 70/100

(3) Nota promedio de los 2 parciales. Se aprueban con 40/100 c/u. Se puede recuperar un parcial.

Cuando NF es menor a 40% el alumno queda libre

**Para** \* Asistencia al 80% clases prácticas dictadas.

**Promocionar:**

\* Nota Final (NF) debe ser mayor o igual a 70%

(1) TP individuales. Se aprueban con 70/100

(2) TP grupales. Se aprueban con 70/100

(3) Nota promedio de los 2 parciales. Se aprueban con 70/100 c/u y no inferior a 60% en cada uno. Se puede recuperar un parcial.

El parcial 2 podrá consistir en la presentación oral y escrita de la solución de un problema abierto de ingeniería.

**EXAMEN FINAL**

**Para Alumnos Regulares:** Examen escrito de temas de Teoría y resolución de un problemas

-----  
**Para Alumnos Libres:** Examen escrito de temas de Teoría y resolución de tres problemas de las unidades dictadas.

**EVALUACIONES****PARCIALES**

**Fecha:** 20-10-2015      **Título:** Parcial 1

**Temas / Descripción:** Unidades 1, 2 y 3.

-----  
**Fecha:** 17-11-2015      **Título:** Parcial 2

**Temas / Descripción:** Unidad 4.

**OTRAS EVALUACIONES**

**Fecha:** 24-11-2015      **Título:** Recuperatorio de los parciales

**Temas / Descripción:**

**INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA**

La asignatura se dictará en Gabinete informático con cañón proyector y PC (1 cada 2 alumnos, a lo sumo) con Windows y paquete Office.