

PLANIFICACIÓN 2019

## Hidrología de Superficie

### INFORMACIÓN GENERAL

<b>Carrera</b>	<b>Docente Responsable</b>	
Ingeniería en Recursos Hídricos	Raúl Amancio Pedraza	
<b>Departamento</b>	<b>Carga Horaria</b>	
Hidrología	<b>Carga Horaria Cuatrimestral</b>	<b>90 hs</b>
<b>Plan de Estudios</b>	<i>TEORÍA</i>	35 hs
Plan 2006	<i>PRÁCTICA</i>	
<b>Carácter</b>	Formación Experimental	7 hs
Cuatrimestral	Resolución de Problemas	30 hs
<b>Equipo Docente</b>	Resolución de Problemas de Ingeniería	6 hs
Jorge Esteban Collins	Proyectos y diseños de procesos	12 hs
Mariano Ezequiel Diez	<i>CONSULTAS Y OTRAS ACTIVIDADES</i>	0 hs
José Luis Macor	<i>EVALUACIONES</i>	0 hs
Raúl Amancio Pedraza		

### SITIO WEB DE LA ASIGNATURA

### CONTENIDOS MÍNIMOS DE LA ASIGNATURA

Conceptos de análisis de sistemas. Escurrimiento. Análisis de hidrogramas. Pérdidas de escurrimiento. Infiltración. Distribución temporal del escurrimiento con modelos lineales: hidrogramas unitarios de tiempo discreto, instantáneo y sintético. Flujo de agua superficial: flujos superficial y en cauce. Propagación del flujo de agua superficial con modelos basados en la onda cinemática. Propagación de crecidas en cauces y embalses con modelos de almacenamiento. Diseño hidrológico. Diseño para control del agua. Crecidas de diseño. Análisis de frecuencia de variables de escurrimiento. Método racional. Transformación precipitación-escurrimiento. Medidas no estructurales para mitigación del riesgo hídrico: zonificación de áreas de riesgo y sistemas de alerta de crecidas. Diseño para uso del agua. Diseño hidrológico de embalses. Sequías. Modelos matemáticos de referencia aplicados al diseño hidrológico.

### OBJETIVOS DE LA ASIGNATURA

Que el alumno adquiera conocimientos sobre los procesos hidrológicos superficiales y sub-superficiales con incidencia en el escurrimiento directo, con énfasis en la infiltración, flujo superficial y flujo en canal. Que el alumno se capacite para el análisis de dichos procesos y para el diseño hidrológico.

**CONOCIMIENTOS ESPECÍFICOS PREVIOS PARA CURSAR LA ASIGNATURA**

Ecuaciones diferenciales, Hidrometeorología, Topografía e hidrometría.

**METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA**

Las estrategias didácticas que se emplean para la enseñanza de la asignatura son:

Clases teórico-prácticas: en estas clases se desarrollan las bases conceptuales, los principios fundamentales y ecuaciones que gobiernan los procesos que intervienen en el ciclo de la escorrentía, así como las metodologías para la evaluación de los mismos y aplicaciones al diseño hidrológico. La totalidad de las unidades temáticas se desarrollan con apoyo de un cañón. En las diapositivas se resumen los principales conceptos, ecuaciones, esquemas, procedimientos y ejemplos numéricos. También se utiliza una pizarra para desarrollos adicionales. Los alumnos siguen el dictado con apuntes de la Cátedra.

Trabajos Prácticos grupales: Los alumnos resuelven un conjunto de Trabajos Prácticos en forma grupal, utilizando computadoras personales, a través de planillas de cálculo o programas elaborados al efecto. Los problemas están organizados por unidades temáticas en una Guía, que incluye tanto problemas de resolución obligatoria como optativa.

Formación experimental: se realizan los siguientes trabajos de campo:

i) Reconocimiento de la cuenca del Canal 1º de Mayo (Esperanza) y realización de las siguientes prácticas: ajuste de la dinámica hídrica superficial de la cuenca (previamente determinada en gabinete en base a información planialtimétrica y mosaico aerofotográfico), verificación de límites de cuenca y subcuencas, identificación de uso de suelo y cobertura, selección de secciones de control sobre la red de drenaje y relevamiento de la zona de emplazamiento de una obra a diseñar (ej. alcantarilla).

ii) Ejecución de un ensayo de infiltración por el método de doble anillo y determinación de la curva de capacidad de infiltración.

Trabajo Final Integrador: los alumnos desarrollan un Trabajo Final, que consiste en el diseño hidrológico de una obra de arte (ej. canal, alcantarilla, reservorio y otras), aplicando metodologías vistas en la materia. La aplicación es integrada a nivel de una cuenca rural o urbana y contempla el uso del modelo HEC-HMS 4.3 (2018) <https://www.hec.usace.army.mil/software/hec-hms/downloads.aspx>.

**PROGRAMA ANALÍTICO**

**Título:** UNIDAD Nº 1: Cuenca hidrográfica y aproximación de sistemas  
**Descripción/ Contenidos:** El agua superficial en el ciclo hidrológico. Procesos hidrológicos. Cuenca hidrográfica. Tiempos de traslado y de concentración. Aproximación de sistemas. Simulación y modelo. Elementos de un modelo. Etapas de la simulación. Estado y memoria de un sistema. Clasificación de sistemas y modelos. Ejemplos. Procesos de análisis y de síntesis.

**Título:** UNIDAD Nº 2: Esguerrimiento  
**Descripción/ Contenidos:** Flujo de agua superficial: flujos superficial y en canal. Flujos superficiales hortoniano y de saturación. Esguerrimiento. Esguerrimientos directo y de base. Análisis del hidrograma. Cálculo de las constantes de recesión. Determinación de hidrogramas de esguerrimiento directo (HED) y de base. Cálculo de los esguerrimientos directo y total de un evento. Factores que afectan el hidrograma.

**Título:** UNIDAD Nº 3: Pérdidas de escurrimiento  
**Descripción/Contenidos:** Pérdidas de escurrimiento por interceptación en cobertura vegetal, almacenamiento en depresiones y evapotranspiración. Infiltración. Ecuaciones que gobiernan el fenómeno. Velocidad y capacidad de infiltración. Determinación experimental de una curva de capacidad de infiltración. Ecuaciones de Horton, Holtan y Green y Ampt. Tiempo de encharcamiento. Determinación de hietogramas de lluvia en exceso usando curvas de capacidad de infiltración. Determinación de hietogramas de lluvia efectiva (HPE). Método del Número de Curva del Servicio de Conservación de Suelos de EUA (SCS).

**Título:** UNIDAD Nº 4: Distribución temporal del escurrimiento con modelos lineales concentrados  
**Descripción/Contenidos:** Hidrograma Unitario (HU). Hipótesis simplificativas. HU de Tiempo Discreto (HUT). Ecuación de convolución discreta. Determinación de un HUT en base a datos HPE-HED de un evento. HUT característico de una cuenca. HU Instantáneo (HUI). Integral de convolución. Determinación de un HUT a partir del HUI. Relación HUT-HUI. Modelos de HUI: Zoch, Nash y Clark. Hidrograma Unitario Sintético del SCS. Limitaciones de aplicación del HU.

**Título:** UNIDAD Nº 5: Propagación del flujo de agua superficial con modelos distribuidos basados en la onda cinemática  
**Descripción/Contenidos:** Flujo de agua superficial. Ecuaciones que gobiernan el fenómeno. Modelo de onda cinemática. Ecuación diferencial para flujo superficial. Solución analítica. Celeridad de la onda. Tiempo de equilibrio de un plano. Equilibrios cinemáticos completo y parcial. Ecuación diferencial para flujo en canal. Solución analítica. Modelos matemáticos basados en la onda cinemática. Limitaciones de aplicación de la onda cinemática.

**Título:** UNIDAD Nº 6: Propagación hidrológica de crecidas  
**Descripción/Contenidos:** Modelos de propagación de crecidas. Propagación hidrológica de crecidas en canales. Ecuación general de almacenamiento. Método Muskingum. Límites de variación y estimación de parámetros. Método Muskingum-Cunge. Propagación hidrológica de crecidas en reservorios. Método de Puls modificado. Limitaciones de aplicación.

**Título:** UNIDAD Nº 7: Aplicaciones al diseño hidrológico  
**Descripción/Contenidos:** Diseño hidrológico. Escala del diseño hidrológico. Valor límite estimado. Valor y recurrencia de diseño. Riesgo de falla de una obra. Medidas no estructurales. Variable de diseño. Crecidas. Caudales máximos. Análisis de frecuencia de caudales máximos. Método racional. Método de transformación precipitación-escorrentía. Crecidas de diseño. Hidrograma crítico adimensional. Crecida máxima probable. Estiajes. Estudios que utilizan series completas de alturas o caudales.

**Título:** UNIDAD Nº 8: Modelos matemáticos de transformación precipitación - escorrentía  
**Descripción/Contenidos:** Modelos de transformación precipitación-escorrentía. Objetivos de la modelación. Comparación de atributos de modelos de referencia. Modelo HEC-HMS. Componentes de un proyecto: modelos de cuenca, meteorológico y

especificaciones de control. Aspectos prácticos para la aplicación del modelo en cuencas rurales y urbanas. Ejemplos y análisis de resultados.

**BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

**Título:** "Handbook of Hydrology"  
**Autores:** Maidment D. R.,  
**ISBN:** **Editorial:** Mc Graw Hill.  
**Formato:** hardcover  
**Selección de Páginas:** Libro completo

**Título:** "Hidrología Aplicada"  
**Autores:** Chow V.T. Maidment D., Mays L.  
**ISBN:** 958-600-171-7 **Editorial:** Mc. Graw Hill Interamericana S.A., Bogotá.  
**Formato:** paperback  
**Selección de Páginas:** Libro completo

**Título:** "Hidrologia, Ciência e Aplicação"  
**Autores:** Tucci C. E.  
**ISBN:** **Editorial:** Ed. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.  
**Formato:** Paperback  
**Selección de Páginas:** Libro completo.

**Título:** "Problems in Applied Hydrology"  
**Autores:** Schulz E. F.  
**ISBN:** 0-918334-07-1 **Editorial:** Water Resources Publications.  
**Formato:** Paperback.  
**Selección de Páginas:** Libro completo.

**BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

**Título:** "HEC-HMS Hydrologic Modeling System. Technical Reference Manual, User's Manual"  
**Autores:** Hidrologic Engineering Center  
**ISBN:** **Editorial:** HEC, Davis, California.  
**Formato:** Digital.

**Selección de Páginas:** Libro completo.

**Título:** "Modelos Hidrológicos"  
**Autores:** Tucci C. E.  
**ISBN:** 85-7025-445-8      **Editorial:** Ed. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

**Formato:** Paperback.

**Selección de Páginas:** Libro completo.

**CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES**

**Actividad:** Unidad 1  
**Semana:** 1  
**Horas:** 2  
**Tipo:** T  
**Docentes a Cargo:** Raúl Amancio Pedraza  
**Descripción:** **Cuenca hidrográfica y aproximación de sistemas**

**Actividad:** Unidad 1  
**Semana:** 1  
**Horas:** 3  
**Tipo:** EP  
**Docentes a Cargo:** Jorge Esteban Collins, Mariano Ezequiel Diez  
**Descripción:** **Cuenca hidrográfica y aproximación de sistemas**

**Actividad:** Unidad 2  
**Semana:** 2  
**Horas:** 3  
**Tipo:** T  
**Docentes a Cargo:** Raúl Amancio Pedraza  
**Descripción:** **Escurrimiento**

**Actividad:** Unidad 2  
**Semana:** 2  
**Horas:** 3  
**Tipo:** EP  
**Docentes a Cargo:** Jorge Esteban Collins, Mariano Ezequiel Diez

Descripción: Ecurrimiento

---

Actividad: Unidad 3  
Semana: 3  
Horas: 2  
Tipo: T  
Docentes a Raúl Amancio Pedraza  
Cargo:

Descripción: **Pérdidas de escurrimiento**

---

Actividad: Unidad 3  
Semana: 3  
Horas: 3  
Tipo: EP  
Docentes a Jorge Esteban Collins, Mariano Ezequiel Diez  
Cargo:

Descripción: **Pérdidas de escurrimiento**

---

Actividad: Unidad 3  
Semana: 4  
Horas: 3  
Tipo: T  
Docentes a Raúl Amancio Pedraza  
Cargo:

Descripción: **Pérdidas de escurrimiento**

---

Actividad: Unidad 3  
Semana: 4  
Horas: 3  
Tipo: EP  
Docentes a Jorge Esteban Collins, Mariano Ezequiel Diez  
Cargo:

Descripción: **Pérdidas de escurrimiento**

---

Actividad: Unidad 4  
Semana: 5  
Horas: 2  
Tipo: T  
Docentes a Raúl Amancio Pedraza  
Cargo:

Descripción: **Distribución temporal del escurrimiento con modelos lineales concentrados**

---

**Actividad:** Ensayo de Infiltración en Ciudad Universitaria  
**Semana:** 5  
**Horas:** 3  
**Tipo:** PC  
**Docentes a Cargo:** Jorge Esteban Collins, Mariano Ezequiel Diez

**Actividad:** Unidad 4  
**Semana:** 5  
**Horas:** 3  
**Tipo:** EP  
**Docentes a Cargo:** Jorge Esteban Collins, Mariano Ezequiel Diez

**Descripción:** **Distribución temporal del escurrimiento con modelos lineales concentrados**

**Actividad:** Unidad 4  
**Semana:** 6  
**Horas:** 3  
**Tipo:** T  
**Docentes a Cargo:** Raúl Amancio Pedraza

**Descripción:** **Distribución temporal del escurrimiento con modelos lineales concentrados**

**Actividad:** Unidad 4  
**Semana:** 6  
**Horas:** 3  
**Tipo:** EP  
**Docentes a Cargo:** Jorge Esteban Collins, Mariano Ezequiel Diez

**Descripción:** **Distribución temporal del escurrimiento con modelos lineales concentrados**

**Actividad:** Unidad 5  
**Semana:** 7  
**Horas:** 2  
**Tipo:** T  
**Docentes a Cargo:** Raúl Amancio Pedraza

**Descripción:** **Propagación del flujo de agua superficial con modelos distribuidos basados en la onda cinemática**

**Actividad:** Unidad 5  
**Semana:** 7  
**Horas:** 3  
**Tipo:** EP  
**Docentes a Cargo:** Jorge Esteban Collins, Mariano Ezequiel Diez  
**Descripción:** **Propagación del flujo de agua superficial con modelos distribuidos basados en la onda cinemática**

**Actividad:** Unidad 5  
**Semana:** 8  
**Horas:** 3  
**Tipo:** T  
**Docentes a Cargo:** Raúl Amancio Pedraza  
**Descripción:** **Propagación del flujo de agua superficial con modelos distribuidos basados en la onda cinemática**

**Actividad:** Unidad 5  
**Semana:** 8  
**Horas:** 3  
**Tipo:** EP  
**Docentes a Cargo:** Jorge Esteban Collins, Mariano Ezequiel Diez  
**Descripción:** **Propagación del flujo de agua superficial con modelos distribuidos basados en la onda cinemática**

**Actividad:** Unidad 6  
**Semana:** 9  
**Horas:** 2  
**Tipo:** T  
**Docentes a Cargo:** Raúl Amancio Pedraza  
**Descripción:** **Propagación hidrológica de crecidas**

**Actividad:** Reconocimiento de la cuenca del Canal 1º de Mayo (ciudad de Esperanza, Prov. Santa Fe).  
**Semana:** 9  
**Horas:** 4  
**Tipo:** PC  
**Docentes a Cargo:** Jorge Esteban Collins, Mariano Ezequiel Diez



**Actividad:** Unidad 6  
**Semana:** 10  
**Horas:** 3  
**Tipo:** EP  
**Docentes a Cargo:** Jorge Esteban Collins, Mariano Ezequiel Diez  
**Descripción:** **Propagación hidrológica de crecidas**

**Actividad:** Unidad 6  
**Semana:** 10  
**Horas:** 3  
**Tipo:** T  
**Docentes a Cargo:** Raúl Amancio Pedraza  
**Descripción:** **Propagación hidrológica de crecidas**

**Actividad:** Unidad 6  
**Semana:** 11  
**Horas:** 3  
**Tipo:** EP  
**Docentes a Cargo:** Jorge Esteban Collins, Mariano Ezequiel Diez  
**Descripción:** **Propagación hidrológica de crecidas**

**Actividad:** Unidad 7  
**Semana:** 11  
**Horas:** 2  
**Tipo:** T  
**Docentes a Cargo:** Raúl Amancio Pedraza  
**Descripción:** **Aplicaciones al diseño hidrológico**

**Actividad:** Unidad 7  
**Semana:** 12  
**Horas:** 3  
**Tipo:** P/D  
**Docentes a Cargo:** Jorge Esteban Collins, Mariano Ezequiel Diez  
**Descripción:** **Aplicaciones al diseño hidrológico**

**Actividad:** Unidad 7  
**Semana:** 12  
**Horas:** 3  
**Tipo:** T  
**Docentes a** Raúl Amancio Pedraza  
**Cargo:**  
**Descripción:** **Aplicaciones al diseño hidrológico**

**Actividad:** Unidad 7  
**Semana:** 13  
**Horas:** 3  
**Tipo:** P/D  
**Docentes a** Jorge Esteban Collins, Mariano Ezequiel Diez  
**Cargo:**  
**Descripción:** **Aplicaciones al diseño hidrológico**

**Actividad:** Unidad 8  
**Semana:** 13  
**Horas:** 2  
**Tipo:** T  
**Docentes a** Raúl Amancio Pedraza  
**Cargo:**  
**Descripción:** **Modelos matemáticos de transformación precipitación - escorrentía**

**Actividad:** Unidad 8  
**Semana:** 14  
**Horas:** 3  
**Tipo:** P/D  
**Docentes a** Jorge Esteban Collins, Mariano Ezequiel Diez  
**Cargo:**  
**Descripción:** **Modelos matemáticos de transformación precipitación - escorrentía**

**Actividad:** Unidad 8  
**Semana:** 14  
**Horas:** 3  
**Tipo:** T  
**Docentes a** Raúl Amancio Pedraza  
**Cargo:**  
**Descripción:** **Modelos matemáticos de transformación precipitación - escorrentía**

**Actividad:** Unidad 8  
**Semana:** 14  
**Horas:** 3  
**Tipo:** P/D  
**Docentes a** Jorge Esteban Collins, Mariano Ezequiel Diez  
**Cargo:**  
**Descripción:** Modelos matemáticos de transformación precipitación - escorrentía

**Actividad:** Trabajo Final Integrador  
**Semana:** 15  
**Horas:** 3  
**Tipo:** PI  
**Docentes a** José Luis Macor, Raúl Amancio Pedraza  
**Cargo:**  
**Descripción:** Aplicación del modelo HEC-HMS a una cuenca hidrográfica.

**Actividad:** Trabajo Final Integrador  
**Semana:** 15  
**Horas:** 3  
**Tipo:** PI  
**Docentes a** José Luis Macor, Raúl Amancio Pedraza  
**Cargo:**  
**Descripción:** Aplicación del modelo HEC-HMS a una cuenca hidrográfica.

#### REQUERIMIENTOS DE LA ASIGNATURA

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

- Para Regularizar:**
- Asistencia igual o mayor al 80% (ochenta por ciento) de las clases teórico-prácticas y prácticas.
  - Aprobación de la totalidad de los TP y del TFI.
  
  - Calificación en cada uno de los 2 (dos) Exámenes Parciales (parte práctica), o sus respectivos recuperatorios, mayor o igual a 4 (cuatro) puntos (escala 0 a 10).

El alumno que no cumpla alguna de las tres condiciones descritas previamente, queda en condición de libre.

Si la calificación en cada uno de los Exámenes Parciales (parte práctica), o sus respectivos recuperatorios, es mayor o igual a 6 (seis) puntos y la calificación promedio es mayor o igual a 7 (siete) puntos, el alumno *promociona la parte práctica* de la asignatura mientras dure su

condición de alumno regular.

---

**Para Promocionar:** Se incluyen 2 sistemas de promoción:

**a) Con examen final, para alumno regular o libre.**

- Las tres condiciones requeridas para regularizar.
- Aprobación del Examen Final (teórico-práctico).

Para aprobar el Examen Final, el alumno debe obtener una calificación igual o mayor a 6 (seis) puntos. El alumno que haya promocionado la parte práctica a través de los exámenes parciales, sólo debe rendir la parte teórica en el Examen Final.

**b) Promoción directa sin examen final.**

- Asistencia igual o mayor al 80% (ochenta por ciento) de las clases teórico-prácticas y prácticas.
- Aprobación de la totalidad de los TP y del TFI.
- Calificación en cada uno de los Exámenes Parciales (teórico-prácticos), o sus respectivos recuperatorios, mayor o igual a 6 (seis) puntos y calificación promedio igual o mayor a 7 (siete) puntos.
- Aprobación de un Coloquio Final Integrador. Para acceder al Coloquio Final Integrador, el alumno debe haber cumplimentado los requerimientos de los 3 ítems anteriores.

## EXAMEN FINAL

**Para Alumnos Regulares:** El alumno regular que no haya promocionado la parte práctica a través de los exámenes parciales durante el cursado, debe rendir primeramente una evaluación práctica, consistente en la resolución numérica de 2 (dos) ejercicios similares a los resueltos en los Trabajos Prácticos, con utilización de una computadora personal. En caso de aprobar esta evaluación, debe rendir una evaluación teórica final. Esta evaluación consiste en una exposición oral de 2 (dos) temas seleccionados del programa analítico de la asignatura. En caso de aprobar esta evaluación, se da por aprobada la asignatura.

El alumno que haya promocionado la parte práctica a través de los exámenes parciales durante el cursado, sólo debe rendir la evaluación teórica.

---

**Para Alumnos Libres:** El alumno libre debe rendir primeramente una evaluación práctica, consistente en la resolución numérica de 3 (tres) ejercicios similares a los incluidos en los Trabajos Prácticos de la asignatura, con utilización de una computadora personal. En caso de aprobar esta evaluación, debe

rendir una evaluación teórica final. Esta evaluación consiste en una exposición oral de 3 (tres) temas seleccionados del programa analítico de la asignatura. En caso de aprobar esta evaluación, se da por aprobada la asignatura.

**EVALUACIONES**

**PARCIALES**

**Fecha:** 02-05-2019                      **Título:** 1er. Parcial

**Temas / Descripción:** Unidades 1 a 4 inclusive.

-----  
**Fecha:** 13-06-2019                      **Título:** 2do. Parcial

**Temas / Descripción:** Unidades 5 a 8 inclusive.

-----  
**RECUPERATORIOS**

**Fecha:** 09-05-2019                      **Título:** Recuperatorio 1er. Parcial

**Temas / Descripción:** Unidades 1 a 4 inclusive.

-----  
**Fecha:** 27-06-2019                      **Título:** Recuperatorio 2do. Parcial.

**Temas / Descripción:** Unidades 5 a 8 inclusive.

**INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA**

No se ha ingresado información complementaria para esta asignatura