

## Programas

### Introducción a la Hidrometeorología

#### Parte 1 - Elementos de Meteorología.

Definiciones y alcance del estudio de la atmósfera. Composición de la atmósfera. Ley de los gases ideales. Propiedades del vapor de agua. Formas de expresar la humedad atmosférica. Mediciones de la humedad ambiente. La ecuación de estado para aire húmedo.

Termodinámica atmosférica. Calor latente. Atmósfera estándar internacional. Agua atmosférica. Condensación de vapor de agua en la atmósfera. Distribución y propiedades de los aerosoles.

Precipitación según el mecanismo de Wegener-Bergeron. El mecanismo de acreción. Formación de nubes. Masas de aire. Características de la precipitación. Nevadas.

#### Parte 2 - Precipitación.

Formas de precipitación. Medición de la precipitación. Estaciones pluviométricas. Redes de estaciones. Estimaciones de la precipitación con radar y satélites. Interpretación de los datos de precipitación. Análisis de doble masa. Curvas masas de precipitación. Hietogramas. Estimación de datos faltantes. Precipitación media sobre un área. Estudio de precipitaciones intensas. Definiciones y métodos de análisis. Relaciones altura - duración - frecuencia. Distribuciones aplicables a valores extremos. Variación superficial de la precipitación.

#### Parte 3 - Evaporación.

Definiciones. Evaporación desde superficies saturadas. El modelo de difusión aplicado a la evaporación directa. El método del balance energético. Combinación de métodos para estimar la evaporación directa. Radiación neta. Ejemplos. Formulas empíricas para la estimación de la Evaporación. Medidas de la evaporación

### Ecología de medios acuáticos continentales

#### Parte 1. Conceptos ecológicos. Introducción a las ciencias ambientales.

Ecología. Ciencias Ambientales. Protección. Conservación. Recursos. Ecología Acuática. Ecosistemas y sistema humano. Los recursos naturales. Características estructurales y funcionales de los ecosistemas. Mecanismos de regulación. Jerarquía y movilidad de los mecanismos de regulación. Individuos, poblaciones y comunidades; principales propiedades y características para evaluar cambios o disturbios ambientales. Tipos de equilibrio. Resultados de los mecanismos de regulación en los sistemas ecológicos. Complejidad de los ecosistemas. Ecología y energía. Relaciones entre perturbaciones y degradaciones de los sistemas ecológicos. La protección y conservación de los sistemas ecológicos; aplicación de la teoría ecológica. Cambios globales. La Biosfera. Consecuencias ecológicas de cambios en el uso de la tierra y el agua.

#### Parte 2. Recurso agua. Limnología aplicada y la gestión de los recursos hídricos

Los recursos naturales. El recurso agua. El ciclo del agua. Propiedades del agua. Biota acuática. Aguas superficiales y subterráneas. Los lagos y el hombre. El agua en Latinoamérica. Perturbaciones en las cuencas. Eutrofización. Modelos de control de la eutrofización. Aguas claras y aguas turbias. Biomanipulación. El Lago Washington. Uso del agua. Embalses. Diferencias entre embalses, lagos y ríos. Ríos regulados. Modelos conceptuales de ríos. Generación de energía e impacto. Caudal ecológico. Indicadores. La gestión integrada de los recursos hídricos. Los cambios globales y los ecosistemas acuáticos. Estudio de casos: Normas de manejo del agua en el río Limay; Impacto ecológico de un puente sobre el Paraná Medio; Diagnóstico ambiental de un río de llanura en una región agrícola.

### Parte 3. Ecología. Ambiente, economía, planificación.

Ecología, Economía y Ambiente. La teoría ecológica y un mundo viable. Sistemas acuáticos, indicadores ecológicos y recuperación. Los principios para el uso del recurso agua. Ética ecológica, ética económica y ética conservacionista. La aplicación de la teoría ecológica para el manejo de sistemas acuáticos. Economía y ambiente. Crecimiento económico y calidad de vida. Desarrollo y costo ambiental. Política económica y política ambiental. Los principios ecológicos para la planificación urbana, regional y nacional con relación al uso del agua.

## Fundamentos de Hidrología superficial

### Parte 1. Obtención y Análisis de Datos Hidrológicos.

Variables hidrológicas. El proceso de Inferencia estadística en la Hidrología. Manejo de información con incertidumbre. Riesgo inherente. Geomorfología de cuencas. Relación de estos parámetros con los tiempos de respuesta hidrológicos. Transpiración y evapotranspiración. Evapotranspiración potencial y real. Fórmulas y medidas de la evapotranspiración. Infiltración. Estimaciones y medidas. Índices de infiltración. Pérdidas, infiltración, retención y flujo subsuperficial. Aforos en cursos naturales. Procedimiento directos e indirectos. Estaciones limnigráficas. Curvas H-Q. Secciones de control. Series anuales. Regímenes de caudales. Análisis de hidrogramas.

### Parte 2. Relación precipitación - escorrentía.

Precipitación efectiva. Escorrentía superficial o directa. Relación entre ambos para largos períodos. Tiempos de respuesta, concentración y desfasaje. Fórmulas empíricas para su determinación. El método racional. Los métodos tiempo-área. La teoría del Hidrograma Unitario. Hidrogramas sintéticos.

### Parte 3. La teoría de sistemas en hidrología

Definiciones. Sistemas discretos y continuos en hidrología. Ejemplos. Ecuaciones de conservación, función de transferencia y procesos de transporte. Modelos hidrológicos. Clasificaciones.

## Fundamentos de Hidrología Subterránea

La fase terrestre subterránea del ciclo hidrológico. Principios generales. Excesos y déficit hídricos. La Zona No saturada (ZNS). Tipos de agua y leyes físicas. Perfil dinámico en la ZNS y dinámica capilar. Parámetros característicos. Teoría de la infiltración. Infiltrometría.

La zona saturada. Teoría del flujo en medios porosos. Ley de Darcy, límites. Propiedades hidrofísicas de las rocas. Porosidad y permeabilidad, distintos tipos. Coeficientes de Trasmisividad y Almacenamiento. Propiedades hidrogeológicas: materiales acuíferos, acuícludos, acuífugos y acuitardos. Conceptos de homogeneidad e isotropía.

Régimen del agua subterránea. Régimen permanente y no permanente. Estática y dinámica en medios porosos. Tipos de acuíferos: acuíferos freáticos, confinados y semiconfinados. Fenómenos de recarga, circulación y descarga. Flujo en medios isótropos y anisótropos. Mapas equipotenciales, construcción e interpretación.

Acuíferos freáticos. Características y propiedades. Almacenaje diferido. Reservas. Acuíferos confinados y semi-confinados, principios hidráulicos. Comportamientos rígido, elástico y plástico. Reservas. Fenómenos debido al bombeo. Flujo radial a un pozo, fórmula de Dupuit.

Geohidrología cuantitativa. Determinación de parámetros hidráulicos. Métodos de gabinete y campo. Inyección de agua. Hidráulica de pozos. Métodos de equilibrio y no equilibrio. Filtración vertical y drenaje diferido. Métodos de pozos de gran diámetro y trincheras. Concepto de límites hidráulicos, método de las imágenes. Aplicación de los parámetros fundamentales.

Hidroquímica. Composición y propiedades físicas. Fenómenos de enriquecimiento salino: Disolución y ataque químico (hidrólisis, hidratación, oxido-reducción). Fenómenos modificantes (intercambio iónico, reducción, concentración, dilución). Protocolos analíticos, tratamiento de los datos, unidades y control de análisis. Representación gráfica, métodos y aplicación. Mapas hidroquímicos. Calificación del agua subterránea para distintos usos. Fenómenos de intrusión salina, teorías hidrostática e hidrodinámica. Métodos de prevención y control. Geohidrología isotópica.

Hidrodinámica e hidroquímica en medios fisurados. Tipos de permeabilidad secundaria. Principio de Chezy. Recarga, circulación y descarga. Overflow y underflow. Comparación con el flujo en medios porosos, particularidades hidroquímicas.

Prospección del agua subterránea, métodos de superficie. Criterios climáticos, hidrológicos, geológicos y técnicas de interpretación aerofotográfica y satelital. Geofísica de superficie, geosísmica y geoelectrónica. Métodos de subsuelo, perforaciones y geofísica de subsuelo: perfilajes eléctricos y radiactivos.

Evaluación de aguas subterráneas. Ecuación bajo régimen no permanente, insumos y procedimientos de cálculo. Caudal sustentable, criterios hidrogeológicos, socioeconómicos, políticos, legales y ecológicos. Sobreexplotación. Técnicas de manejo, uso conjunto, recarga artificial y economía del agua. Principios generales de la modelación: modelos físicos, analógicos y matemáticos. Simulación y pronóstico.

Captación y aprovechamiento. Manantiales, perforaciones y pozos no convencionales. Criterios de diseño y protección de pozos. Hidrogeología regional. Hidrogeología argentina, de regiones áridas y de llanuras.

## Química Ambiental

### Parte 1. Propiedades físico-químicas de las aguas naturales.

Propiedades moleculares del agua. Ciclo geoquímico del agua).

Composición natural de las aguas (sales, gases, partículas, materia orgánica, nutrientes, sedimentos).

### Parte 2. Usos del agua y efectos antrópicos

Consumo y usos. Contaminación biológica. Contaminación física.

Contaminación química (metales pesados y compuestos orgánicos, propiedades físico-químicas, procesos de carga, especiación, transporte, transformación, bioacumulación, escala de impacto).

Capacidad de depuración, tratamientos.

### Parte 3. Monitoreo de la calidad del agua.

Criterios y técnicas de muestreo. Parámetros físico-químicos.

Monitoreo electrónico (sondas). Monitoreo biológico (organismos centinela). Métodos analíticos avanzados (espectrometría de absorción atómica, cromatografía gaseosa, espectrometría de masas).

### Parte 4. Efectos biológicos de la contaminación (Ecotoxicología).

Exposición y absorción de sustancias tóxicas. Biomarcadores.

Contaminantes orgánicos (Citocromo P450, EROD). Metales pesados (metalotioneinas, ALA-D).

### Parte 5. Casos de estudio.

Fuentes y distribución de hidrocarburos en el Río de la Plata.

Organoclorados en sedimentos y biota del Río de la Plata. Bioacumulación de bifenilos policlorados en bivalvos

y peces del Río de la Plata. Biomarcadores en Almejas y Sábalo del Río de la Plata.

## Hidrología de Superficie Avanzada

### Parte 1. Modelos matemáticos en hidrología de superficie.

Modelos determinísticos y estocásticos. Modelos de balance. Modelos conceptuales. Simulación del proceso precipitación - escorrentía. El paquete HEC-HMS. Tránsito de crecidas: modelos hidrodinámicos e hidrológicos. El programa HEC-RAS. Desagües urbanos: el modelo SWMM. Series de Tiempo. Modelos de simulación autoregresivos. La geoestadística y la evaluación de la continuidad espacial.

### Parte 2. Análisis y decisiones en el campo de los recursos hídricos.

Problemas de decisión en la gestión de los recursos hídricos: Planificación, Diseño y Operación. Estructura general de un problema de decisión. Optimización restringida. Simulación de Monte Carlo. Análisis multiobjetivo y multicriterio. Incorporación de la incertidumbre en la toma de decisiones. Casos de estudio: Control de inundaciones; Control de la calidad del recurso hídrico.

## Geohidrología Ambiental

Características ambientales del ciclo hidrológico. La fase terrestre subterránea. Clasificación de contaminantes en aguas subterráneas. Fuentes de contaminación de aguas subterráneas vinculadas al uso. Actividades domésticas, agrícolas, industriales, ganaderas, mineras, recreativas. Conflictos entre usos.

Fenómenos de atenuación y retardación en la Zona No-Saturada (ZNS): sorción, oxidación, complejación, hidrólisis, intercambio de bases, degradación aeróbica. Aplicación de la carga contaminante. Acceso directo e indirecto de solutos a los acuíferos.

Movilidad de contaminantes en la Zona Saturada (ZS): advección, dispersión mecánica, difusión molecular. Cálculo de la velocidad de transporte en la ZNS y ZS. Transporte de microorganismos. Transferencia vertical. Contaminación por fluidos no-miscibles, relaciones interfaciales. Fase residual, libre no-acuosa, soluble y gaseosa. Hidrocarburos pesados y livianos. Contaminación radiactiva.

Determinación del riesgo de contaminación de acuíferos. Vulnerabilidad y carga contaminante. Métodos GOD, DRASTIC y otros. Cartografía de riesgos. Monitoreo, criterios para el diseño de redes. Frecuencia, indicadores, geometría. Características de los pozos de monitoreo. Operación del muestreo, transporte y preservación. Normas.

Indicadores e índices geoambientales. Nociones sobre modelación en el transporte de contaminantes. Relación con los modelos de flujo. Economía del agua y contaminación. Uso eficiente del agua. Relación oferta/demanda. Composición de la demanda y restricciones a la oferta. Gestión ambiental del agua subterránea. Protección y control.

Remediación de acuíferos contaminados. Técnicas para sustancias solubles y no miscibles. Remediación de la contaminación por hidrocarburos. Procesos de atenuación natural y su seguimiento.

Problemas ambientales físicos. Recarga rechazada y anegamientos. Recuperación de niveles potenciométricos y perjuicio ambiental. Conflictos derivados del riego con aguas subterráneas.

## Métodos y técnicas de Diagnóstico y Gestión Ambiental

### Seminario I - Métodos y Técnicas de Diagnóstico

Introducción: definición de componentes ambientales relacionadas con los sistemas hidrológicos y sus niveles de vinculación. El dato: elemento crítico del diagnóstico y el manejo de los recursos hídricos. Técnicas de manejo de datos homogéneos y heterogéneos. Utilización de parámetros precisos e imprecisos. Certeza e incertidumbre. Investigación científica vs. Informe técnico.

## Diagnóstico:

- ▶ b1) Calidad: componentes naturales del agua (lluvia, superficial y subterránea). Caracterización física (color, temperatura, olor, turbidez, conductividad, etc.). Características químicas (comp. Orgánicos, contenido iónico, nutrientes, metales, orgánicos sintéticos, radioactivos, etc.). caracterización de muestras en función del tipo de conflicto ambiental, introducción a la selección de técnicas de muestreo y analíticas.
- ▶ b2) Cantidad: evaluación de usos y fuentes (superficiales lóticos y lénticos, subterráneas, demanda). Técnicas de cuantificación. Balances Cuerpos lénticos: dinámica, definición de situación trófica y mecanismos de eutroficación
- ▶ b3) Distribución espacial del recurso: indicadores de calidad y cantidad, selección y definición. Herramientas para caracterización de los sistemas hidrológicos: Sensores remotos: imágenes satelitales y fotografía aérea; redes hidrometeorológicas de medición y monitoreo: Tiempo Real y Tiempo Diferido. Utilización de S.I.G para el manejo, tratamiento y presentación de la información para la toma de decisión.

## Aplicación de los conocimientos teóricos

Trabajo práctico: búsqueda y manejo de la información. Ordenamiento y selección de datos. Aplicación de técnicas de integración de datos para recursos hídricos de usos múltiples.

## Seminario II - Instrumentos de Gestión Ambiental

Introducción a la Gestión Ambiental: con énfasis en las intervenciones que condicionen el uso o manejo de los recursos hídricos superficiales y subterráneos, así como la interrelación entre ambos.

## Estudios Ambientales

- ▶ b.1. El relevamiento de base. Componentes del medio físico y biótico de la cuenca: Recursos naturales. Propiedades, funciones y estructura de los recursos naturales. Servicios de los recursos naturales. Comprensión de los sistemas naturales: la relación bio-física. Cambios naturales: la sucesión. El paisaje natural. Inventario. Relevamiento en relación con los distintos tipos de sistemas hídricos. Grupos más importantes a relevar de acuerdo con la obra a efectuar.
- ▶ b.2. Componentes del medio socioeconómico. Recursos antrópicos de la cuenca. El medio hídrico construido. El paisaje aprendido (inducción y percepción). Usos del agua: conflictos de uso, conflictos de demanda y conflictos de calidad. Políticas de uso y de protección/contaminación. Legislación, política, economía, ética y cultura: variables ambientales de evaluación ineludible.

Auditoría ambiental de actividades modificadoras o alteradoras del recurso hídrico.

Sistemas de monitoreo: definición de parámetros, técnicas de adquisición e interpretación de resultados, intensidad y extensión temporal del monitoreo (hidrometeorológico, cantidad y calidad de los recursos hídricos superficiales y subterráneos)

Planes de Gestión Ambiental, políticas de gerenciamiento ambiental de intervenciones que modifican, alteran o condicionan el uso del recurso. Análisis y manejo de conflictos de uso.

Introducción a la Planificación Integral del Recurso, definición de metas y escenarios. El recurso hídrico integral (superficial y subterráneo) como condicionante de la aptitud del territorio y su significación en el Ordenamiento Territorial (riesgo hidrológico, hidrogeológico, fluctuación de niveles acuíferos, etc.).

Técnicas de remediación, Relación entre contaminación de suelos y aguas. Remediación de acuíferos contaminados, restauración de cuerpos lóticos y lénticos (control de la eutroficación). Valoración de costos de remediación.

Aplicación de los conocimientos teóricos

Trabajo práctico: diseño y desarrollo de distintas metodologías de estudios ambientales para diversos proyectos relacionados con sistemas hídricos.

Taller: percepción y resolución de conflictos de intereses. Desarrollo de prácticas grupales e individuales de identificación, caracterización y valoración de interacciones reales y ficticias.

### **Seminario III - Evaluación de Impactos Ambientales**

- ▶ a) Desarrollo sustentable y gestión ambiental. Herramientas de gestión. La Evaluación de Impactos Ambientales (E.I.A.): conceptos fundamentales.
- ▶ b) El proceso administrativo de las evaluaciones ambientales. Aspectos legales y normativos. Las EIA de proyectos para entidades de financiamiento internacional (BM, BID).
- ▶ c) Ciclo del proyecto y las evaluaciones ambientales. Evaluación ambiental preliminar (“Screening” y “scoping”). Contenido típico y secuencia de una EIA (alcances y limitaciones). Flujo metodológico de un EsIA.
- ▶ d) Descripción del proyecto. Identificación de acciones. Descripción del ambiente. Identificación de factores y componentes ambientales.

▶ e) Métodos de identificación de efectos y evaluación de impactos. Metodologías, ventajas y desventajas. Ejemplos de aplicación.

▶ f) El Plan de Gestión Ambiental. La elaboración de medidas de mitigación, prevención, corrección y/o compensación. Elaboración de programas de monitoreo ambiental, de seguimiento y control y de contingencias. Audiencias públicas. Evaluación de EsIA.

Aplicación de los conocimientos teóricos

▶ Taller 1: Análisis del marco normativo para las evaluaciones de impactos ambientales en una Provincia o Municipio específico.

▶ Taller 2: Evaluación ambiental preliminar de un proyecto en un marco normativo específico. Definición del contenido y alcance del EsIA. Organización del equipo y cronograma de trabajo.

▶ Taller 3: El estudio de impacto ambiental. I. Análisis del proyecto. Análisis del ambiente. Identificación de efectos ambientales.

▶ Taller 4: El estudio de impacto ambiental II: Valoración de impactos ambientales. Evaluación de alternativas.

▶ Taller 5: El estudio de impacto ambiental III: Elaboración de medidas de prevención, mitigación, control y compensación. Elaboración de un plan de manejo ambiental: seguimiento y control, monitoreo y contingencias.

▶ Taller 6: Audiencia pública. Presentación oral y evaluación de los EsIA elaborados durante el curso. En este taller se asignarán funciones específicas a cada grupo de trabajo (“roll playing”) simulando una audiencia pública real.