

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SANTIAGO DEL ESTERO  
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y TECNOLOGIAS  
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y GEOTECNIA**

**CARRERA:**

**LICENCIATURA EN HIDROLOGIA SUBTERRANEA**

**HIDRAULICA DE ACUIFEROS**

**Equipo Docente**

**Lic. Ángel del Rosario Storniolo  
Lic. Norma del Valle Guzmán**

**2018**

# HIDRAULICA DE ACUIFEROS

## PLANIFICACION DE LA ASIGNATURA

### 1. IDENTIFICACIÓN:

1.1 *Nombre de la Asignatura:* HIDRAULICA DE ACUIFEROS

1.2 *Carrera:* LICENCIATURA EN HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA

1.3 *Ubicación de la Asignatura:* Cuarto Año, Séptimo Módulo

1.3.2 *Correlativas Anteriores:* Hidráulica General, Hidrogeología I

1.2.1 *Correlativas Posteriores:* No posee

### 1.4 **Objetivos:**

Dotar al estudiante de los conocimientos teóricos y prácticos para el cálculo y la evaluación cuantitativa de los recursos hídricos subterráneos. Instruir sobre el manejo de las ecuaciones básicas para el cálculo de los parámetros hidrogeológicos.

### 5 **Contenidos mínimos:**

Magnitudes. Hipótesis de base. Ecuación de Dupuit. Formulación de Thiem. Función de pozo para acuíferos confinados y semiconfinados. Captaciones completas e incompletas. Pozo en una isla circular. En acuíferos cautivos semiconfinados, libres sin recarga, recargado uniformemente y semilibre. Régimen permanente y no permanente. Pozos en acuíferos reales y con flujo natural. Bombeo en pozos de gran diámetro. Pozos puntuales. Hidráulica de las captaciones en medios fracturados. Ensayos de bombeo a caudales constantes y variables. Valoración de los resultados.

1.6 *Carga horaria semanal y total:* 6 hs. Semanales, 90 hs total.

1.7 *Año académico:* Plan de estudio 2008.

## 2. PRESENTACIÓN

### 2.1 *UBICACIÓN DE LA ASIGNATURA COMO TRAMO DE CONOCIMIENTO DE UNA DISCIPLINA*

Esta asignatura comprende un tramo de la Hidrogeología Aplicada, en pleno desarrollo, orientada a la optimización de las captaciones subterráneas y la resolución de problemas para la determinación de los parámetros hidráulicos de los acuíferos.

### 2.2 *CONOCIMIENTOS Y HABILIDADES PREVIAS QUE PERMITEN ENCARAR EL APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA*

El Plan de estudios prevé como requisitos básicos, los conocimientos impartidos en Matemática, Física, Geología, Hidráulica e Hidrogeología, los que se consideran suficientes.

## 3. OBJETIVOS

### 1 **OBJETIVOS GENERALES:**

Presentar los principales conceptos referentes a la teoría del movimiento del agua subterránea, para una adecuada fundamentación teórica de su quehacer profesional específico.

## 2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

Permitir la predicción razonable del comportamiento de una captación de agua y su régimen óptimo de funcionamiento. Suministrar métodos teórico-prácticos para el proyecto de las captaciones subterráneas de agua. Plantear modelos de funcionamiento de acuíferos más complejos, en la hipótesis de contar con herramientas computacionales cada vez más potentes.

### 4. SELECCIÓN Y ORGANIZACIÓN DE CONTENIDOS

#### 1 PROGRAMA SINTÉTICO SOBRE LA BASE DE LOS CONTENIDOS MÍNIMOS:

**Parte I:** Principios generales del movimiento del agua en medio poroso. Ley de Darcy. Concepto de potencial de fuerza y velocidad. Coeficiente de almacenamiento.

**Parte II:** Soluciones a problemas de movimiento del agua en medios porosos. Función de pozo para acuíferos confinados, semiconfinados y libres. Régimen permanente y no permanente. Modelación de acuíferos. Tipos de modelos y sus resoluciones.

**Parte III:** Movimiento del agua en medios permeables por fisuración. Conceptos.

#### 2 ARTICULACIÓN TEMÁTICA DE LA ASIGNATURA

Dentro de la carrera del Licenciado en Hidrología Subterránea, esta asignatura le provee la formación teórico-práctica básica, relacionada con dos asignaturas específicas como son “Captaciones de Agua Subterránea I” y “Captaciones de Agua Subterránea II”. También lo capacita para evaluar el Recurso Hídrico subterráneo disponible, permitiendo su explotación racional. Dentro de la asignatura se introducen primero los conceptos y leyes básicos del flujo del agua en medio poroso y luego se aplican a situaciones reales con un nivel de complejidad creciente.

#### 4.3 PROGRAMA ANALÍTICO

**Unidad 1.** Definiciones de tipos de acuíferos. Parámetros Hidrogeológicos fundamentales: Porosidad, total y eficaz. Contenido de agua en el terreno. Retención específica y capacidad de retención específica. Permeabilidad. Transmisividad. Coeficiente de almacenamiento. Concepto de homogéneo y heterogéneo. Medio isótropo y anisótropo.

**Unidad 2.** Movimiento del agua en el terreno. Gradiente hidráulico. Velocidad del agua en medios porosos. Ecuaciones diferenciales del flujo subterráneo. Ley de Darcy. Conservación de la masa en régimen estacionario. Coeficiente de almacenamiento en acuíferos elásticos. Ecuación de conservación de la masa en régimen no estacionario. Coeficiente de almacenamiento en acuíferos cautivos. Aproximación de Dupuit-Forchheimer. Coeficiente de almacenamiento en acuíferos libres.

**Unidad 3.** Métodos Gráficos generalidades. Superficies piezométricas. Trazados de Isopiezas. Trazado y Construcción de isopiezas. Redes de flujo. Difracción de líneas de flujo. Utilidad de las superficies piezométricas para establecer el balance. Redes de Flujo. Oscilaciones piezométricas.

**Unidad 4.** Flujo en medio no saturado. Propiedades de suelos no saturados. Relación aire - agua. Presión capilar, tensión superficial y ley de Young. Ley de Laplace. Potencial de succión. Curvas e retención, modelos empíricos. Histéresis. Altura capilar. Presión capilar. Saturación de equilibrio y no equilibrio. Medida de presión capilar. Flujo del agua en medios no saturados. Conductividad hidráulica relativa. Ley de Darcy para flujo no saturado. Ecuación de flujo de agua en medio no saturado.

**Unidad 5.** Captaciones de agua subterránea, definición, tipos. Características de los pozos. Conceptos generales de la hidráulica de captaciones de agua. Ensayos de bombeo. Hidráulica de pozos en acuíferos confinados en régimen estacionario y transitorio. Hidráulica de pozos en acuíferos semiconfinados en régimen transitorio y estacionario. Hidráulica de pozos en acuíferos libres. Acuíferos libres en régimen estacionario. Acuíferos confinados en régimen transitorio. Drenaje diferido.

**Unidad 6.** Ensayos de bombeo. Interpretación de los ensayos de bombeo en régimen estacionario en acuíferos confinados, semiconfinados y libres. Obtención de la permeabilidad a partir de las capacidades específicas. Interpretación de los ensayos de bombeo en régimen transitorio, fórmula de Theis y aproximación de Jacob. Interpretación de los ensayos de bombeo en régimen transitorio en acuíferos semiconfinados. Bombeo en acuíferos libres de drenaje diferido. Ensayo de bombeo en medios heterogéneos.

**Unidad 7.** Cálculo de campos de bombeo y de interferencias. Acuíferos finitos, teoría de las imágenes. Efectos de bordes negativos. Efecto de bordes positivos. Gráficos de descenso. Presencia de varios límites. Gráficos de diagnósticos. Caudal variable ensayo de bombeo de recuperación. Movimiento del agua en medios fisurados. Comportamiento de las rocas fracturadas. Heterogeneidad y anisotropía en medios fracturados.

**Unidad 8.** Manantiales, tipos y funcionamiento. Leyes de descarga. Almacenamiento en riberas. Almacenamiento simple. Almacenamiento en régimen hidrométrico sinusoidal. Hidráulica de zanjas, galerías y otros tipos de captaciones. Zanjas en acuíferos confinados y libres. Galerías. Pozos puntuales. Drenes. Bombeo en pozos parcialmente penetrados. Efectos de la penetración parcial. Cálculos de los descensos en régimen estacionario. Bombeo en pozos de gran diámetro. Eficiencia de pozos de bombeo. Ensayos. Curvas características teóricas y reales de un pozo.

#### 4 PROGRAMA Y CRONOGRAMA DE TRABAJOS PRÁCTICOS

**Práctico N° 1:** Preparación de ensayos de bombeo, cálculos previos, criterios de selección del lugar. Contratación presupuesto. Realización de los ensayos. Caudal constante, caudal variable, caudal escalonado.

**Práctico N° 2:** Cálculo de los parámetros hidráulicos por ensayo de bombeo en acuíferos cautivos en régimen permanente y no permanente.

**Práctico N° 3:** Cálculo de los parámetros hidráulicos por ensayo de bombeo en acuíferos semiconfinados en régimen permanente y no permanente.

**Práctico N° 4:** Cálculo de los parámetros hidráulicos por ensayo de bombeo en acuíferos libres en régimen permanente y no permanente.

**Práctico N° 5:** Superposición de efectos e interferencia de pozos, cálculo de los descensos y caudales.

**Práctico N° 6:** Cálculo de los parámetros hidráulicos por ensayo de bombeo en pozos de gran diámetro.

**Práctico N° 7:** Cálculo de los parámetros hidráulicos por ensayo de bombeo en pozos realizados en rocas fracturadas.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

### 1 BIBLIOGRAFÍA GENERAL

- \*Hidrogeología, Autores varios, FCIHS, 2009, Artes Gráficas Torres.
- \*Hidrología Subterráneas Tomos 1 y 2, Custodio, Emilio y otros, 1976. Omega.
- \*Tratado práctico de las aguas subterráneas, Castany, G, 1971, Omega.
- \*El Agua Subterránea y los pozos, Johnson División, UOP, 1975, Saint Paul.

### 2 BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA

- \*Hidrología para ingenieros, Linsley, Ray K. y otros, 1977, Mc Graw Hill Mx.
- Modelación en Hidrogeología, Ondra Sracek, 2001 Universidad de la Serena, Dpto. de Minas.
- \*Manual de Instrucciones, Autores Varios, 1972, O.N.U.-O.M.M.
- \*Estudios Hidrológicos Análisis y Evaluación de Los Datos de Ensayo por Bombeo, Kruseman, G.P. y otros, Publicación N° 70, 1975, Internat Institute for Land Reclam.
- \*Manual de Métodos de servicios Cuantitativos en el Estudio de Aguas Subterráneas, Costa, J. y otros, Holanda, 1966, Litografía de servicio, Editoriales S.A. Mexico.
- \*Curso de hidráulica y diseño de pozos para captación de aguas subterráneas, Dr. Mario Lafleur, 1979, UNSE.

## 6. ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

### 1 ASPECTOS PEDAGÓGICOS Y DIDÁCTICOS

La metodología de enseñanza que se adopta, consiste en clases teórico-prácticas y trabajos prácticos en gabinete. El desarrollo de las clases teórico-prácticas, está a cargo de la cátedra. En los Trabajos Prácticos se trabajaran con datos en lo posible de la realidad, de mediciones realizadas por el equipo docente en campaña.

### 2 ACTIVIDADES DE LOS ALUMNOS Y DE LOS DOCENTES

La carga horaria de seis (6) horas se divide en partes iguales para teoría y práctica. Se preve además la atención de consultas.

### 3 CUADRO SINTÉTICO

Clase	Carga Horaria	Asistencia exigida (%)	N° de alumnos estimado	A cargo de	Técnica más usada	Énfasis en	Actividad de los alumnos
Teórica	3 hs.	80%	1	Prof. a cargo	Exposición	Conceptos	Aprendizaje
Práctica	3 hs	80%	1	Ayud. 1ª Diplom.	Dirigida	Metodología	Resolución de problemas
Teórico Práctica							

### 4 . RECURSOS DIDÁCTICOS

En las clases presenciales se recurre al empleo de material didáctico convencional.

## 7. EVALUACIÓN

### 1 EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA

Se realiza el primer día de clase luego de la presentación de la asignatura y consistirá en una serie de preguntas orales con respuesta del mismo tipo, sobre temas desarrollados en las asignaturas cursadas con anterioridad y que tengan relación con esta.

## 2 EVALUACIÓN FORMATIVA

A los efectos de obtener una evaluación de la relación enseñanza aprendizaje entre docente y alumno, la capacidad de transmitir y el nivel de asimilación, se exigirá al alumno la presentación y defensa de la carpeta de trabajos prácticos, y la aprobación del parcial y el final según corresponda.

## 3 EVALUACIÓN PARCIAL

### **7.3.1** Programa y Cronograma de Evaluaciones Parciales (ver Anexo II).

Se realizará una evaluación parcial teórica a desarrollarse en la última semana del correspondiente semestre.

### **7.3.2** Criterios de Evaluación.

En cada trabajo teórico-práctico elaborado por el alumno se pretende evaluar la comprensión de los conceptos más importantes.

### **7.3.3** Escala de Valoración.

La escala de valoración ha utilizar será del 1 al 10 con la consideración de la aprobación para una evaluación de 4 o más. Para esto se ponderarán las preguntas y esa ponderación se dará a conocer al alumno.

## 4 EVALUACIÓN INTEGRADORA

El examen final es teórico práctico, se pretende evaluar la comprensión de los conceptos más importantes.

## 5 AUTOEVALUACIÓN

## 6 EVALUACIÓN SUMATIVA

### **7.6.1** Condiciones para lograr la Promoción sin Examen Final de la Asignatura.

No corresponde.

### **7.6.2** Condiciones para lograr la Regularidad de la Asignatura.

Asistencia al 80% de las clases. Aprobación del 100% de los Trabajos Prácticos.

## 7 EXAMEN FINAL

El examen final es individual, oral con la exposición del al menos dos temas a satisfacción de la cátedra.

## 8 EXAMEN LIBRE

Consta de dos etapas. La primera de no mas de tres (3) hs de duración, es un examen escrito sobre problemas de características similares a los resuelto por alumnos regulares durante el año. Debe aprobarse la primera para continuar con el examen oral de características similares al final del alumno regular.

.....  
**Lic. Norma Guzmán**  
**Ayudante de Primera Diplomada**

.....  
**Lic. Ángel Storniolo**  
**Prof. Titular**