Ministerio de Cultura y Educación
Universidad Nacional de San Luis
Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas y Naturales
Departamento: Geologia
Area: Geologia

(Programa del año 2005)
(Programa en trámite de aprobación)
(Presentado el 04/10/2005 10:16:04)

I - Oferta Académica

Materia	Carrera	Plan	Año	Período
HIDROGEOLOGIA	LIC. CS. GEOL.	9/98	3	2c

II - Equipo Docente

Docente	Función	Cargo	Dedicación
GIACCARDI, ALDO DARIO	Prof. Responsable	P.ADJ EXC	40 Hs
MORLA, PEDRO NICANOR	Responsable de Práctico	JTP SEM	20 Hs

III - Características del Curso

Credito Horario Semanal				
Teórico/Práctico	Teóricas	Prácticas de Aula	Práct. de lab/ camp/ Resid/ PIP, etc.	Total
70 Hs	30 Hs	30 Hs	10 Hs	5 Hs

Tipificación	Periodo
A - Teoria con prácticas de aula y campo	2 Cuatrimestre

Duración			
Desde	Hasta	Cantidad de Semanas	Cantidad de Horas
19/09/2005	02/12/2005	14	120

IV - Fundamentación

Los factores aéreos, superficiales y subsuperficiales que intervienen en el ciclo hidrológico y que implican la conservación de los volúmenes (ecuación =0) es la primera fase del conocimiento de esta ciencia. Por lo cual es necesario entender porque se deben tener en cuenta los factores climatológicos tales como precipitación, temperatura, insolación , factores que suceden en la superficie como evaporación y transpiración y factores actuantes en el orden subsuperficial como infiltración, direcciones de flujo, velocidades y modo de yacencia (acuíferos libres, semiconfinados y confinados). .En el momento de conceptualizar las relaciones subsuperficiales será necesario condicionar estos elementos a los ambientes geológicos, ya que estos serán los encargados directos de la mayor parte de la distribución, disposición y movimiento de las aguas subterráneas. Y por último saber interpretar los antecedentes que se registren en una región dada y como procesar y filtrar tal información. Agregar el conocimiento de análisis de los mapeos hidrogeológicos, ya sean hidroquímicos, isofreáticos, isopáquicos, de vulnerabilidad de acuíferos, etc. y su modo de construcción. Con todos estos conceptos llegar a la posibilidad de realizar una prospección hidrogeológica , que es el fín último y primordial de un hidrogeológo, ya que el recurso agua es un recurso natural factible de ser racionalmente explotado y que para ello se necesita del conocimiento acabado del comportamiento del mismo.

V - Objetivos

1.- Conocer el ciclo hidrológico en general y en particular, es decir cada una de las partes intervinientes y los factores que inciden en cada una y de que forma. Saber cuales son los datos que deben recopilarse y analizar para lograr un acercamiento lo más lógico posible al equilibrio natural.
2.- Conocer la mecánica de flujo de las aguas subterráneas, como los mecanismos de infiltración y su asociación al medio geológico.
3.- Estimación de las ecuaciones de equilibrio del sistema (Balance), mediciones específicas en pozos. El Balance hídrico

como una forma de control de la explotación de los acuíferos.
4.- Interpretación de mapas hidrogeológicos, representaciones estadísticas, químicas, etc. Interpretación de los resultados locales referidos al contexto regional, con el fín de crear un profesional que pueda prospectar, evaluar y planificar el recurso hídrico.

VI - Contenidos

Tema 1: El Agua y Su CicloEstructura molecular del agua. Características físicas del agua. Clasificación de las aguas. Distribución del agua en la naturaleza. El ciclo hidrológico en la naturaleza. Síntesis de los factores que condicionan el ciclo.Tema 2: PrecipitaciónPrecipitación: Formación de la precipitación. Formas de Precipitación. Tipos de precipitación. Medición de las Precipitaciones. Aparatos de medición de la precipitación.. Intensidad de lluvia. Lluvias diarias. Lluvias mensuales. Análisis de lluvias mensuales y anuales. Análisis espacial o precipitación media sobre una cuenca Hidrográfica : Método de la media aritmética, de los polígonos de Thiessen , de las Isoyetas, hipsométricos. Relación Altura – Precipitación.

Tema 3: EvapotranspiraciónLa evaporación. Factores que influyen en la evaporación. Medida de la evaporación a partir de superficies de agua. Estimación de la evaporación de superficies de agua. Medida de la evaporación a partir de suelo desnudo. Transpiración o Evaporación Biológica. Evapotranspiración Real, efectiva o déficit de escurrimiento. Medida de la evapotranspiración real. Evapotranspiración potencial (Etp) y Uso Consuntivo (Uc). Calculo de la evapotranspiración potencial (Etp): Método de Penman. Método de Thornthwaite. Método de Holdridge. Método de H.F Blaney & W.D Cridle. Cálculo del Balance Hídrico.

Tema 4: Escurrimiento Superficial Origen del escurrimiento superficial. El ciclo del escurrimiento superficial. El hidrograma de escurrimiento superficial y sus partes. Separación de los componentes del hidrograma. Hidrograma unitario. Cálculo del volumen y lamina escurridos superficialmente. Coeficiente de escurrimiento superficial y su importancia. El tiempo de concentración. Métodos para conocer el tiempo de concentración.

Tema 5: InfiltraciónTipos de agua en el suelo. Repartición de las aguas en el suelo y subsuelo. El proceso de Infiltración. Capacidad de infiltración. Factores que influyen en la infiltración. Medida de la Infiltración. Curva de infiltración de un suelo.

Tema 6: Escorrentía SubterráneaDinámica del agua subterránea. Tipos de Acuíferos: Clasificación. Nivel freático. Nivel Piezométrico. Características hidrogeológicas de algunas rocas. Ley de Darcy. Validez y límites de la Ley de Darcy. Permeabilidad o conductividad hidráulica. Flujo laminar y flujo turbulento. Ecuaciones diferenciales de los fluidos Superficies equipotenciales. Potencial hidráulico. Líneas de flujo, redes de flujo. Flujo horizontal y flujo con componente vertical. Conceptos básicos: transmisividad, almacenamiento específico y coeficiente de almacenamiento. Interpretación e integración con el contexto geológico. Oscilaciones del Nivel Freático: tipos y causas. Cálculo del Balance Hídrico: para una cuenca hidrogeológicamente aislada y "no aislada".

Tema 7: Hidráulica de captacionesIntroducción. Ensayos de bombeo. Métodos de equilibrio (régimen permanente): flujo radial estacionario hacia un pozo. Métodos de variación (régimen transitorio): flujo radial no estacionario hacia un pozo: Método de Theis. La simplificación de Jacob. Acuíferos semiconfinados: concepto. Características de este tipo de acuíferos. Métodos de estudio. Flujo en un campo de pozos. Flujo entre un pozo de bombeo y otro de recarga. Método de recuperación. Método de las imágenes. Método de Cooper-Jacob. Consideración sobre el cálculo del coeficiente de almacenamiento. Análisis de la gráfica de recuperación.

Tema 8: Hidroquímica Propiedades físicas y químicas del agua. Solubilidad de sustancias e interacciones entre agua-suelo/roca. El pH del agua natural El equilibrio cal-ácido carbónico. Composición del agua de lluvia y agua de mar. Química del agua subterránea.: propiedades físicas, dureza, Alcalinidad, sólidos totales. Principales

constituyentes iónicos:Ba, Cd, Ca, Pb, Cl-, Cu, Fe, F, Mg, Mn, Ni, NO3-, K, Na, Análisis Químicos: parámetros a determinar. Presentación de los resultados: diagramas columnares: Collins; diagramas triangulares: Piper; diagramas circulares, diagramas poligonales y radiantes: Stiff modificado; diagramas columnares verticales: logarítmico Schoeller-Berkaloff. Clasificación de las aguas según sus contenidos químicos: Clasificaciones simples; clasificaciones geoquímicas. Radionúclidos en el agua subterránea.

Tema 9: Exploración de Aguas Subterráneas.Relaciones hidro-geológicas: Ambientes geomorfológicos. Ambientes sedimentarios e hidrología. Importancia de la tectónica y neotectónica. Fotogeología. Métodos de prospección: hidrogeológica, geofísica, geoquímica. Estado actual del conocimiento Hidrogeológico en Argentina. Estado actual del conocimiento hidrogeológico en la Provincia de San Luis.

Tema 10: Mapas hidrogeológicosTipos. Mapas de isoprofundidades: Techo y Base de acuífero. Mapas isopáquicos. Mapas equipotenciales. Direcciones de escorrentía. Zonas de recarga y descarga. Mapas Hidroquímicos: de conductividad, elementos químicos. Interpretación. Utilización de Sistemas de Información Geográfica (GIS). Software específicos en la confección de mapas, modelos e interpolación de datos: SURFER 6.0, AQUACHEM, FLOTPATH, MODFLOW, ETC. Uso de "Hydrogeological maps: a guide and standard legend",como estandarización de las representaciones .

VII - Plan de Trabajos Prácticos

De Gabinete:
Práctico Nº 1: Análisis de distribución estadística de lluvias anuales y mensuales en la ciudad de San Luis y Cuenca superior del río V.Práctico Nº 1b: Cálculo de la precipitación media sobre una cuenca: método de la media aritmética, de las isoyetas, de los polígonos de Thiessen.
Práctico Nº 2: Cálculo de evapotranspiración potencial y real: Utilización de SIG y SURFER 6.0 para el cálculo. Determinación de déficit.
Práctico Nº 3: Métodos de aforo. Análisis de hidrogramas.
Práctico Nº 4: Superficies equipotenciales: representación gráfica e interpretación. Representación del área Sampacho, pcia. de Córdoba: vinculación con la neotectónica. Determinación de líneas de flujo, zonas de descarga y recarga. Utilización de SURFER 6.0.
Práctico Nº 5: Ensayos de bombeo. Métodos de no-equilibrio. Fórmula de Theis. Método de Jacob..
Práctico Nº 6: Representación de análisis químicos. Clasificación de las aguas.
Práctico Nº 7: Método de recuperación de Theis. Métodos de variación.
Práctico Nº 8: Elaboración de un plan de exploración.
Práctico Nº 9: Realización de un mapeo hidrogeológico en el que conste: distribución pluviométrica, evapotranspiración, superficie freática o piezométrica, hidroquímica, áreas de factibilidad de explotación. Utilización de ILWIS 2.0 y SURFER 6.0.

De Campo:
1.- Visita a la estación telemétrica local (EPIH).
2- Aforo del río Chorrillos, localidad San Roque.
3.-Ejecución de ensayo de bombeo (Pciá de Mendoza o Valle del Conlara).
4.- Visita a las galerías filtrantes de la ciudad de San Luis ubicadas sobre el río Chorrillos.
5.- Uso del agua : zonas de regadío en La Cumbre.
6.- Recorrido por el Valle del Conlara, comparación con resultados obtenidos del mapeo realizado en gabinete, ubicación sobre el mismo de los puntos de extracción con destino a diferentes usos (riego, poblacional), zonas de descarga superficiales (manantiales). Estimación del equilibrio descarga –recarga y vida útil del acuífero.

VIII - Regimen de Aprobación

Dos Parciales aprobados con calificación de 6 puntos y su respectiva recuperación

IX - Bibliografía Básica

[1] APPELO,C.A.J. Y POSTMA, D. (1993). “ Geochemistry, Goundwater and Pollution”. AA. Balkema Rotterdam/Brookfield.
[2] BRASSINGTON, R. (1988). “Field Hidrogeology”. Open University Press, John Willey & Sons.
[3] BENITEZ, A. (1972). “Captación de aguas subterráneas”. Dossat, 2º edición.CASTANY,G. (1971). “Prospección y explotación de aguas subterráneas”. Ed. Omega. Barcelona.
[4] DAVIS, S.N. & DE WIEST, R.J. (1971). “Hidrogeología”. Ariel. Barcelona.
[5] FETTER,C.W.J.R. (1980). “Applied Hidrogeology”. Charles E. Merril Pub. Co (3ª Edición, Prentice-Hall, 1994, 691 págs.).
[6] GONZALEZ, NILDA, HERNANDEZ, M.A. y VILELA, C. R., 1986: “Léxico Hidrogeológico”. Publicación Especial. Comisión de Investigaciones Científicas. La Plata. 249 págs.
[7] JOHNSON, E. (1986). “Grounwater and Wells”. Johnson division. 2ª Edición. St.Paul, Minnesota.
[8] RICHTER, W. UND LILLICH, W. (1975). “Abriss der Hydrogeologie” E. Schweizerbart´sche Verlags. Buchhandlung, Stuttgart.
[9] STRUCKMEIER, W.F. & MARGAT, J. (1995). “Hydrogeological maps: a guide and standard legend”. International Association of Hydrogeologists. Vol. 17. Ed. Board. Hannover
[10] TODD,D.K. (1972). “Groundwater Hydrology”. John Willey and Sons, Inc. (trad. Ed. Paraninfo).V
[11] RBA, J. & ZAPOROZEC, A. (1994). “Guidebook on Mapping Groundwater Vulnerability”. International Association of Hydrogeologists. Vol. 16. Ed. Board. Hannover
[12] CHOW, V.T. et al (1996). “Hidrología Aplicada”. Mc Graw Hill CUSTODIO, E. y LLAMAS, M.R. (1976) . “Hidrología Subterránea” . Omega . Tomos I y II.
[13] LOHMAN, S.W. (1972). “Gound Water Hydraulics”. U.S. Goverment Printing Office (trad. Castellano edit. Ariel)

X - Bibliografia Complementaria

[1] ANDREWS, R.; BARKER, R. & MENG HENG, L. (1995). “ The application of electrical tomography in the study of the unsaturated zone in chalk at three sites in Cambridge shire, United Kingdom”. Hydrogeology Journal. Vol. 3, num 4. p: 17-31
[2] CUSTODIO GIMENA, E. (1998). “Recarga a los acuíferos: aspectos generales sobre el proceso, la evaluación y la incertidumbre” . Inst. Tec. GeoMinero de España. Bol. Geol. Minero . Vol. 109. Nº 4. p: 13-29. Madrid.
[3] JOHNSON, E. (1986). “Grounwater and Wells”. Johnson division. 2ª Edición. St.Paul, Minnesota.
[4] SAMPER CALVETE, F.J. (1998). “ Evaluación de la recarga por la lluvia mediante balanc de agua: utilización, calibración e incertidumbres”. Inst. Tec. GeoMinero de España. Bol. Geol. Minero . Vol. 109. Nº 4. p: 31-54. Madrid
[5] STRUCKMEIER, W.F. & MARGAT, J. (1995). “Hydrogeological maps: a guide and standard legend”. International Association of Hydrogeologists. Vol. 17. Ed. Board. Hannover
[6] SUKHIJA, B., NAGABHUSHANAM, P. and REDDY, D. V. (1996). “Groundwater recharge in semi-arid regions of India: An overview of results obtained using tracers”
[7] TÓTH, J. (1995). “ Hydraulic continuity in large sedimentary basins”. Hydrogeol. Jour. Vol. 3 (4). p: 4-16.
[8] VRBA, J. & ZAPOROZEC, A. (1994). “Guidebook on Mapping Groundwater Vulnerability”. International Association of Hydrogeologists. Vol. 16. Ed. Board. Hannover
[9] HEM,J.D. (1959). “Study and interpretation of chemical characteristics of natural water” U.S. Geol. Survey Water Supply paper.
[10] LOHMAN, S.W. (1972). “Gound Water Hydraulics”. U.S. Goverment Printing Office (trad. Castellano edit. Ariel)

XI - Resumen de Objetivos

1.- Conocer el ciclo hidrológico en general y en particular, es decir cada una de las partes intervinientes y los factores que inciden en cada una y de que forma. Saber cuales son los datos que deben recopilarse y analizar para lograr un acercamiento lo más lógico posible al equilibrio natural.
2.- Conocer la mecánica de flujo de las aguas subterráneas, como los mecanismos de infiltración y su asociación al medio geológico.
3.- Estimar las ecuaciones de equilibrio del sistema (Balance), realizar mediciones específicas en pozos. Tomar el Balance hídrico como una forma de control de la explotación de los acuíferos.
4.- Interpretar los mapas hidrogeológicos, representaciones estadísticas, químicas, etc. Interpretar los resultados locales

referidos al contexto regional.
5.- Formar un profesional que pueda prospectar, evaluar y planificar el recurso hídrico.

XII - Resumen del Programa

Tema 1: Estructura molecular del agua. Características físicas del agua. Clasificación de las aguas. Distribución del agua en la naturaleza. El ciclo hidrológico en la naturaleza.. Síntesis de los factores que condicionan el ciclo.

Tema 2: Precipitación. Formas de Precipitación. Tipos de precipitación. Medición de las Precipitaciones. Medición de la precipitación. Análisis de datos de precipitación. Intensidad de lluvia. Lluvias diarias. Lluvias mensuales. Análisis de lluvias mensuales y anuales.. Análisis espacial o precipitación media sobre una cuenca Hidrográfica.

Tema 3: La evaporación. Factores que influyen en la evaporación. Transpiración o Evaporación Biológica. Evapotranspiración Real. Medida. Evapotranspiración potencial . Cálculo de la evapotranspiración potencial

Tema 4: Origen del escurrimiento superficial. El hidrograma de escurrimiento superficial y sus partes. Separación del escurrimiento de base del superficial. Cálculo del volumen y lamina escurridos superficialmente. Coeficiente de escurrimiento superficial y su importancia.

Tema 5: Tipos de agua en el suelo. El proceso de Infiltración. Factores que influyen en la infiltración. Medida de la Infiltración.

Tema 6: Acuíferos. Nivel freático. Nivel Piezométrico. Leyes de flujo del agua subterránea. Flujo laminar y flujo turbulento. Ley de Darcy. Determinación de parámetros hidrogeológicos: cálculo de la permeabilidad... Ecuación diferencial de flujo. Transmisividad. Almacenamiento específico y coeficiente de almacenamiento. Superficies equipotenciales: trayectorias y líneas de corriente.

Tema 7: Ensayos de bombeo. Métodos de equilibrio. Métodos de variación. Método de Theis. La simplificación de Jacob. Acuíferos semiconfinados: concepto. Características de este tipo de acuíferos. Métodos de estudio. Flujo en un campo de pozos

Tema 8: Composición del agua de lluvia y agua de mar. Aporte de sales y factores modificadores de la calidad del agua. Calidad del agua subterránea según usos. Relaciones entre la geología y la composición. Clasificación de las aguas según sus contenidos químicos: Clasificaciones simples; clasificaciones geoquímicas.

Tema 9: Relaciones hidro-geológicas: Ambientes geomorfológicos, Ambientes sedimentarios e hidrología. Importancia de la tectónica y neotectónica. Fotogeología. Métodos de prospección: hidrogeológica.

Tema 10: Mapas hidrogeológicos. Tipos. Zonas de recarga y descarga. Mapas Hidroquímicos Interpretación. Utilización de Sistemas de Información Geográfica (GIS). Software específicos en la confección de mapas, modelos e interpolación de datos. Uso de “Hydrogeological maps: a guide and standard legend”.

XIII - Imprevistos

ELEVACIÓN y APROBACIÓN DE ESTE PROGRAMA	
	Profesor Responsable
Firma:	
Aclaración:	
Fecha:	