

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL COMAHUE  
FACULTAD CIENCIAS DEL AMBIENTE Y LA SALUD**

**Carrera: LIC. EN SANEAMIENTO Y PROTECCIÓN AMBIENTAL**

**Materia: CALIDAD DEL SUELO**

**Dictado: Décimo cuatrimestre**

**Carga Horaria: 70 horas**

**PROGRAMA DE CATEDRA PROPUESTO POR**

**M.Sc. Ing. Agr. Patricia Schmid**

**Neuquén, 2013**

# INDICE GENERAL

## INTRODUCCIÓN

*La concepción moderna considera al ambiente como producto de la conjunción de factores abióticos, bióticos y sociales, los que interactúan de manera específica dependiendo en cada caso particular de la situación, lugar y momento histórico que se presente.*

*Toda actividad que modifique en forma irreversible o con muy lenta vía de recuperación las condiciones naturales del ambiente, debe ser considerada una acción contaminante, y como tal debe ser tratada.*

*Algunos problemas ambientales resultan tan evidentes que pueden ser señalados por integrantes de la propia comunidad, pero muchos otros se evidencian solo ante el riesgo manifiesto, por ello cada vez se hace mas necesario contar con profesionales especialmente preparados para detectarlos precozmente o bien, ante la situación de compromiso ambiental manifiesta, remediar o minimizar el área afectada.*

*La Escuela Superior de Salud y Ambiente pretende formar egresados que conozcan las características del ambiente natural en sus aspectos físicos, químicos, biológicos y conciben cuales son los factores que lo modifican analizando las causas, naturales o antrópicas.*

*Los suelos forman parte del ambiente natural. Son posiblemente la menos reconocida de las interfaces de la tierra y, sin embargo, tal vez la más determinante para la biosfera continental.*

*La ciencia del suelo nos servirá como riguroso método para conocer lo que, tras complacernos, nos permite saber hacer*

**Saber hacer: la gran cuestión. Saber hacer con los suelos: el gran reto.**

## FUNDAMENTOS

*Durante años supimos poco sobre los suelos. El empirismo agronómico o silvícola fue el único horizonte hacia el que volver la mirada cuando se trataba de saber algo sobre la "Tierra". Ello seguía siendo cierto cuando otras ciencias naturales andaban ya bastante avanzadas. Si admitimos que Vasili Dokuchaev fue el verdadero creador de la edafología como actividad científica diferenciada, es que aceptamos para ella una historia de apenas un siglo (la tesis doctoral de Dokuchaev sobre el Chernosem es de 1883). Luego hubo importantes logros, de modo que los edafólogos ya conocen actualmente muchas cosas sobre los suelos, además de haberles dado nombre.*

*Y a fe que necesitamos ese conocimiento. Probablemente la erosión y el deterioro edáficos, tal como en estos momentos se están produciendo, debe ser uno de los mayores problemas ambientales con que nos enfrentamos. Tenemos muy serios motivos de inquietud planetaria ante los cambios presumibles en la circulación atmosférica por el efecto invernadero. Tenemos amenazas como el progresivo debilitamiento de la capa de ozono; en otro orden de cosas, como la explosión demográfica de nuestra especie. Pero pocos problemas resultan menos reversibles a corto, a medio e, incluso, a largo plazo, como el de la desaparición o degradación de la interfase edáfica, esa fina pincelada que cabalga entre dos mundos, umbral de la vida en el dintel geológico.*

*Dependen demasiadas cosas de ello como para quedarnos indiferentes.*

### **OBJETIVO GENERAL:**

*Esta asignatura tiene por objeto*

- *Introducir a los estudiantes, desde la perspectiva de las Ciencias Ambientales, al conocimiento del suelo como ente vivo y como resultado de la interacción de todos los compartimentos ambientales.*
- *Conocer los agentes causantes de la degradación del suelo, las fuentes, métodos de monitoreo y control*
- *Contribuir a desarrollar mecanismos que le permitan aplicar estos conocimientos*
  - a) *En forma inmediata, relacionándola con otras materias de la carrera*
  - b) *En su quehacer profesional, aportando a la planificación local o regional, contribuyendo a la recuperación de áreas degradadas, cuantificando tipo y grados de degradación para poder aplicar criteriosamente métodos de control y/o mitigación adecuados, con la finalidad de asegurar a las futuras generaciones, la conservación y el mejoramiento de los suelos.*

### **CONTENIDOS MINIMOS**

*La estructura de la materia comprende siete bloques temáticos, yendo desde la morfología y descripción de suelos, al estudio de los componentes y propiedades de los suelos, dedicar luego atención la génesis, clasificación, cartografía para, finalmente, considerar la calidad de los suelos y cerrar con el capítulo dedicado al estudio de la degradación y contaminación.*

*Considerando El aprendizaje como un proceso dinámico, pretendemos crear situaciones que actúen como generadores de experiencias que promuevan la participación de los estudiantes en su propio proceso de conocimiento.*

*Las actividades se organizarán de acuerdo a tres momentos metodológicos, a saber:*

*Actividades de apertura, encaminadas a proporcionar una percepción global del tema, pretendiendo vincular experiencias anteriores con la nueva situación de aprendizaje.*

*Actividades de desarrollo, que se orientarán por un lado a la búsqueda de información en torno al tema o problema planteado y por otro, al trabajo con esa misma información. Para ello el alumno contará con guías de estudio y la bibliografía pertinente.*

*Actividades de culminación, encaminadas a reconstruir el fenómeno en una nueva síntesis, producto de la confrontación y discusión, y apertura de un nuevo tema.*

*Creemos que para enseñar hay que crear las condiciones de aprender, dar oportunidades de información, medios y tiempo y controlar la comprensión de lo que se ha aprendido, porque es con la interpretación de lo que se cree saber con lo que luego se actuará en la vida profesional.*

*Somos un tanto escépticos con respecto a la transmisión oral del conocimiento; nos parece que el contacto con hechos reales tiene un impacto emocional que permite una adquisición más duradera del conocimiento y que junto con la lectura, que permite un*

tiempo de reflexión, son los instrumentos más idóneos para aumentar los conocimientos. No quiere decir esto que no haya lugar para la transmisión oral, pero creemos que su cometido es ayudar a la interpretación de los conocimientos y para ello lo que debe enseñarse es una visión integradora" por aquello que sostiene el Dr. Alberto Agrest:

**"Enseñar es enseñar a aprender y se aprende a enseñar enseñando y evaluando permanentemente el resultado de esa enseñanza. Evaluar lo que otro aprende es evaluar lo que se ha sido capaz de enseñar."**

## **CARACTERÍSTICAS DEL CURSADO**

El desarrollo de la asignatura consta de 42 horas de clases teóricas las cuales comienzan proporcionando un mínimo de nomenclatura que permita el manejo del alumno en el lenguaje y terminología de esta ciencia, con el estudio del suelo como un sistema trifásico analizando las características de sus cuatro constituyentes: dos sólidos (orgánicos e inorgánicos), la fase líquida y la fase gaseosa.

El análisis de sus interacciones y el conocimiento de las propiedades físicas, químicas y biológicas debe permitir entender qué es un suelo y como funciona, posibilitando el conocimiento de posibles respuestas frente a determinadas prácticas y actuaciones del hombre, reconociendo el impacto sobre el ambiente causado por prácticas de degradación y contaminación, y las alternativas de rehabilitación.

Se dedica especial atención a los factores formadores del suelo y los procesos de génesis para poder comprender la clasificación de suelos (Soil Taxonomy). Se concluye reconociendo la importancia de evaluar el suelo en términos de calidad.

El programa teórico se complementa con uno de carácter práctico, de 39 horas que dedicará una parte a salidas de campo para análisis e interpretación de perfiles de suelos y otra parte a sesiones de prácticas de laboratorio y gabinete donde el alumno se debe familiarizar con las técnicas actuales de análisis de suelos y la interpretación de los resultados. Los capítulos correspondientes a Degradación y Contaminación de suelos se complementarán con entregas de trabajos específicos sobre estos temas, de lectura obligatoria.

Se propone una salida de campo final realizando una climobiosecuencia de suelos (Neuquén – Moquehue) para analizar y correlacionar a campo lo aprendido a lo largo de la materia.

## **ACREDITACION**

Se tomarán 2 exámenes parciales a lo largo del curso, considerando aprobado cada uno de ellos con 60 ó más puntos. La escala de calificación será de 1 a 100. Cada parcial contará con su respectivo recuperatorio. La aprobación de cada parcial con 80 o más puntos posibilita la promoción de la asignatura.

## **PROGRAMA ANALÍTICO**

### **INTRODUCCIÓN**

**Capítulo 1:** El concepto suelo, su evolución histórica. La ciencia del suelo como una ciencia Natural autónoma: paisaje y perfil del suelo. Su función como filtro ambiental y de soporte y proveedor de los vegetales. Relaciones de las Ciencias Naturales y Físicas con la Edafología.

## **LOS COMPONENTES DEL SUELO**

**Capítulo 2:** Fase sólida del suelo. Fracción inorgánica.

Los elementos inorgánicos del suelo. Ciclos de las rocas, Definición de roca y mineral. Composición química de la litosfera. Roca madre del suelo. Descomposición de las sustancias minerales: disgregación y alteración, agentes actuantes. Material originario del suelo. Los minerales de arcilla, propiedades y clasificación de las arcillas. Estabilidad.

**Capítulo 3:** Fase sólida del suelo. Fracción orgánica.

La materia orgánica del suelo. Fuentes de materia orgánica. Su transformación en el suelo: Mineralización y humificación. Humus y sustancias estrictamente húmicas: ácidos húmicos, fúlvicos y huminas. Su extracción, fraccionamiento y propiedades. Factores ecológicos y tipos de humus. La materia orgánica y su relación con las propiedades de los suelos.

## **ESTRUCTURA, PROPIEDADES Y COMPORTAMIENTO DEL CUERPO SUELO**

**Capítulo 4:** Morfología del suelo. El estudio morfológico del perfil como método básico de reconocimiento del suelo. Los diferentes horizontes del perfil del suelo. Las características morfológicas individuales de los horizontes: color, límites de horizontes, textura, estructura, barnices, consistencia, moteados, concreciones, humedad, formaciones especiales. Características morfológicas favorables y limitantes en el uso y manejo de los suelos.

**CAPITULO 5:** Propiedades físicas; propiedades físico mecánicas: granulometría, agregación. Factores determinantes de la estructura. Densidad real y Densidad aparente, porosidad, consistencia. propiedades hídricas: Formas del agua en el suelo. Fuerzas actuantes sobre el agua del suelo. Puntos de la curva suelo - humedad. Relaciones de energía. Movimientos de agua en los suelos. Movimiento a flujo saturado y no saturado. Regímenes de humedad de los suelos. Propiedades térmicas de los suelos. Regímenes de temperatura de los suelos.

**CAPITULO 6:** Propiedades fisico-químicas: Origen de las propiedades coloidales. Capacidad de intercambio catiónico y aniónico. Fenómenos de fijación. Bases de intercambio y saturación del suelo con bases. Composición iónica y concentración de la solución del suelo. Efectos combinados de los factores sobre el intercambio catiónico. Dinámica de las propiedades fisico-químicas. La reacción del suelo. Causas y significado del pH del suelo. Efectos Buffer del suelo.

## **DEGRADACIÓN DEL SUELO**

**CAPITULO 7:** La problemática de la utilización del suelo. Concepto de degradación. Tipos de degradaciones. Degradación de la sustentabilidad del suelo. Degradación física del

suelo: Compactación. Sellado y encostramiento superficial. Degradación química: pérdida de nutrientes, acidificación, Degradación del territorio en zonas áridas. Salinidad y sodicidad. Sistema radicular y medio edáfico. Degradación biológica

**CAPITULO 8:** Contaminación del suelo e impacto ambiental. Concepto de contaminación del suelo. Desarrollo histórico. Agentes contaminantes y su procedencia. Procesos responsables de la redistribución y acumulación. Contaminación por fertilizantes Impacto ambiental Contaminación por metales pesados Introducción. Dinámica de metales pesados en suelos. Riesgos y legislación en materia de metales pesados. Procedencias. Factores que afectan su presencia y disponibilidad.

**CAPITULO 9:** Degradación del suelo por erosión. Conceptos de desertización y desertificación. Erosión hídrica y erosión eólica. Indicadores de desertificación

## **EVOLUCIÓN DE LOS SUELOS**

**CAPITULO 10:** Factores de Formación de los suelos.

Factores de Formación de los suelos: Su rol en la edafología. El clima a través de sus principales componentes: humedad y temperatura, su acción sobre algunas propiedades de los suelos. Concepto de zonalidad. El factor biótico, influencia de la vegetación de bosques y gramíneas. La influencia del hombre. Efectos del relieve sobre el drenaje. La roca madre, su composición química, mineralógica y granulométrica. Su importancia en la evolución pedogenética. El factor tiempo y el grado de desarrollo de los suelos.

**CAPITULO 11:** Procesos Pedogenéticos.

Pedogénesis: procesos de formación de suelos. Transformaciones. Migraciones: lixiviación, ilimerización, solubiación, queluviación y acumulación de sustancias. Principales procesos pedogenéticos: Procesos bioclimáticos, criosolización, podzolización, Fersialitización, Ferralitización, Aridizolización, Chernozolización, Brumificación. Procesos asociados al material originario: Vertisolización, Andosolización, Rendzinización. Procesos asociados a condiciones geomorfológicos: Regosolización, Gleyzación, Planosolización, Salinización, Solonetización, Solodización. Suelos halomórficos: salinos y sódicos. Fluvisolización.

## **TIPOS DE SUELOS**

**CAPITULO 12:** Sistemas de clasificación de suelos.

Factores del sistema. Sistemas genéticos: Clasificación USDA 1938/1949). Sistemas basados en las propiedades (Taxonomía de suelos USDA 1975). Unidades Taxonómicas: significado y relación con el mapa de suelos.

**CAPITULO 13:** Cartografía de suelos.

Principios de la cartografía de suelos. Escalas: relevamientos de reconocimiento, semidetalle y detalle. Unidades cartográficas. Sucesión de operaciones. La carta de Suelos: un documento básico.

## **CALIDAD DEL SUELO**

## **CAPITULO 14:** *Calidad del suelo.*

*Introducción. Definición. Funciones. Evaluación de la calidad del suelo. Indicadores de calidad del suelo. Indicadores físicos, químicos y biológicos del suelo. Modelos para el monitoreo a nivel Nacional, Regional e Internacional. Problemas prácticos de la aplicación de indicadores.*

### **PROGRAMA DE TRABAJOS PRÁCTICOS**

**Guía de Estudio 1.** *Morfología de suelos. El concepto suelo*

**Guía de Estudio 2.** *Morfología de suelos. Formas del terreno. Clase Natural de Drenaje.*

**Guía de Estudio 3.** *Fase Sólida del Suelo: Fracción Inorgánica*

**Guía de Estudio 4.** *Fase Sólida del Suelo: Fracción Orgánica*

**Guía de Estudio 5.** *Propiedades físicas: textura, estructura, porosidad y densidad del suelo.*

**Guía de Estudio 6.** *Salida de campo. Morfología.*

**Guía de Estudio 7.** *Propiedades físicas. Agua del suelo.*

**Guía de Estudio 8.** *Coloides. Reacción del Suelo. Interpretación de datos analíticos.*

**Guía de Estudio 9.** *Degradación física, química y biológica. Contaminación del suelo. Interpretación de datos.*

**Guía de Estudio 10.** *Contaminación de suelos por la actividad petrolera. Exposición de tesis.*

**Guía de Estudio 11.** *Factores de Formación y Procesos Pedogenéticos de suelos*

**Guía de Estudio 12.** *Cartografía y clasificación de suelos*

**Guía de estudio 13.** *Indicadores de calidad del suelo*

**Guía de Estudio 14.** *Salida de campo*

### **BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA**

AGASSI, M. 1996. *Soil erosion, conservation and rehabilitation.* Marcel Dekker, Inc. N.Y.

AUBERT, G. y BOULAIN, J. (1982). *La Edafología.* Ed. Oikos-Tan.

BARROW, C. J. (1991). *Land degradation.* Cambridge University Press. Cambridge.

BESOAIN, E. (1985). *Mineralogía de las Arcillas de los Suelos.* IICA. Costa Rica.

BONNEAU, M. y SOUCHIER, B. (1987). *Edafología 2. Constituyentes y Propiedades del Suelo.* Ed. Masson.

- BRADY, N.C. (1990). *The Nature and Properties of Soils*. 10ª Ed. McMillan Publishing Company. New York.
- BRESSLER, E; McNEAL, B.L. y CARTER, D.L. (1982). *Saline and Sodic Soils*. Springer-Verlag. Berlin.
- BRYAN, R.B. (Ed). (1990). *Soil Erosión. Experiments and Models*. Catena Supplement, 17, Catena, Cremlingen.
- BEESKOW, A. M.; DEL VALLE, H. F. Y ROSTAGNO, C. M. (1987). *Los sistemas fisiográficos de la región árida y semiárida de la Provincia de Chubut*. CENPAT-CONICET. SECYT Regional Patagónica.
- BLACK (ed). (1965). *Methods of soil analysis. Tomos I y II*. 1965. American Society of Agronomy. Madison, USA.
- BUOL, S.W.; HOLE, F.D. y McCRAKEN, R.J. (1980). *Génesis y clasificación de suelos*. Ed. Trillas. Mexico.
- COBERTERA, E. (1993). *Edafología Aplicada*. Ed. Cátedra. Madrid.
- COLLINS-GEORGE, N. (Ed) (1971). *Suelo, Atmósfera y Fertilizantes*. (Traducción del ingles de 1969). Ed. Aedos. Barcelona.
- COMMITTEE ON GLOBAL CHANGE (1988). *Toward and undestanding of global change*. National Academy Press, Washington, DC.
- DORAN, J. W.; COLEMAN, D. C.; BEZDICEK, D. F. y STEWART, B. A. (1994) *Defining Soil Quality for a sustainable Environment*. Soil Sci. Soc. Am. Inc: Sp. Publication N. 35. Madison, W.I.
- DUCHAUFOR, P. (1975). *Manual de Edafología*. Ed. Toray-Mason. Barcelona.
- DUCHAUFOR, P. (1977). *Atlas Ecológico de los Suelos del Mundo*. Ed. Toray-Mason. Barcelona.
- DUCHAUFOR, Ph. (1984) *Edafología 1. Edafogénesis y Clasificación*. Ed. Masson.
- DUCHAUFOR, P. (1984). *Abrègè de Pedologie*. Ed. Masson. Paris.
- ELLIOT, G.L. (1993). *Soils and extractive industries*. In P. E. V. Charman y B. W. Murphy. *Soils. Their Propierties and Management: 307 – 313*. Sydney University Press. Sydney.
- GREENLAND, D. J. y SZABOLES, I. (1994). *Soil resilience and sustainable land use*. CAB int. Walling ford, Oxon, UK.
- F.A.O. (1977). *Guía para descripción de perfiles de suelos*. F.A.O., Roma.
- FASSBENDER, H.W. y BORNEMISZA, E. (1987). *Química de Suelos. Con énfasis en los Suelos de América Latina, 2ª Ed. II CA Turrialba, Costa Rica*.
- FERRER, J. A.; MENDÍA, J.M.; IRISARRI, J. (1990). *Estudio Regional de Suelos de Provincia de Neuquén, Vol. 1, Tomos 1 a 4*. Consejo Federal de Inversiones. Buenos Aires.
- FITZPATRICK, E.A. (1984). *Suelos, Su Formación, Clasificación y Distribución*. Ed. CECSA. México.
- INTA – GTZ – PRODESAR. (1995). *Lucha contra la desertificación en la Patagonia a través de un sistema de monitoreo ecológico. Informe final de la fase I*. Río Gallegos, Trelew, Puerto Madryn, Bariloche.
- McLAREN, R.G. & CAMERON, K.C. (1990). *Soil Science*. Oxford University Press, Auckland, Melbourne.
- MACIAS, F. (2002). *Cargas críticas contaminantes: un criterio de evaluación de la sensibilidad de la naturaleza para la ordenación de las actividades humanas*. Avances en calidad ambiental. Ediciones Universidad de Salamanca. Salamanca.
- MOVIA C.P. (1984). *Metodologías aplicables a la evaluación de la desertificación en Patagonia*. Seminario "Metodología regional del proceso de desertificación" (Desertización en Patagonia). Universidad Nacional del Comahue, Neuquen. 1984

- PARUELO, J.M.; BERTILLER, M.B.; SCHLICHTER, T.M.; Y F.R.CORONATO. (1993). Editores. *Secuencias de deterioro en distintos ambientes Patagónicos. Su caracterización mediante el modelo de estados y transiciones.* INTA-GTZ. 71 pp.
- PORTA, J.; LOPEZ ACEVEDO, M.; ROQUERO, C. (1994). *Edafología para la agricultura y el medio ambiente.* Ed. Mundi-Prensa. Madrid.
- PORTA, J.; LOPEZ ACEVEDO, M.; ROQUERO, C. (2003). *Edafología para la agricultura y el medio ambiente. 3ª edición, revisada y ampliada.* Ed. Mundi-Prensa. Madrid.
- ROBINSON, G.W. (1967). *Los Suelos, su Origen, Constitución y Clasificación. Introducción a la Edafología.* Trad. de la tercera ed. inglesa por José L. Amorós, segunda ed. Omega, Barcelona.
- SADZAWAKA, A. (1990). *Métodos de análisis de suelos.* Instituto de Investigaciones Agropecuarias Serie La Platina n° 16. Estación Experimental La Platina, Santiago de Chile.
- SOIL SURVEY STAFF, (1998). *Soil Taxonomy. A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys.* Soil Conservation Service. USDA. Agr. Handbook n° 436.
- STEVENSON, F. (1985). *Cycles of soil: Carbon, Nitrogen, Phosphorus, Sulfur, Micronutrients.* Ed. Interscience. New York. 1985.
- SUMNER M.E. (2000) *Handbook of Soil Science.* CRC Press. USA.
- USDA, (1996). *Keys to Soil Taxonomy.* United State Department of Agriculture. U. S. Department of Agriculture. Natural Resources Conservation Service. Seventh Edition. Washington.
- USDA, (1993). *Soil Survey Manual.* United State Department of Agriculture. Handbook No. 18. U. S. Department of Agriculture, Washington.
- U. S. SALINITY LABORATORY STAFF, (1954). *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils.* U.S. Dept. Agr. Handbook 60.
- WILD, A. (1992). *Condiciones del suelo y desarrollo de las plantas según Russell.* Ed. Mundi-Prensa. Madrid.