



*Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado*

APRUEBA CURSO DE ACTUALIZACIÓN DE POSGRADO

Buenos Aires, 3 de septiembre de 2015

VISTO la presentación de la Facultad Regional Córdoba, a través de la cual solicita la aprobación y autorización de implementación del Curso de Actualización de Posgrado "Los Sistemas de Información Geográfica en los Recursos Hídricos", y

CONSIDERANDO:

Que el Curso propuesto responde a la necesidad de brindar a docentes y graduados de la Universidad conocimientos científicos actualizados acerca de los fundamentos de los Sistemas de Información Geográfica, con enfasis en su aplicación al manejo de los recursos hídricos.

Que la Facultad Regional Córdoba cuenta con un plantel de profesores de elevado nivel académico y profesional, además de una prolongada y amplia experiencia en el dictado de cursos y seminarios vinculados al propuesto.

Que la Comisión de Posgrado de la Universidad ha analizado los antecedentes que acompañan la solicitud y avala la presentación, y la Comisión de Ciencia, Tecnología y Posgrado recomienda su aprobación.

Que el dictado de la medida se efectúa en uso de las atribuciones otorgadas por el Estatuto Universitario.

Por ello,



EL CONSEJO SUPERIOR DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

ORDENA:



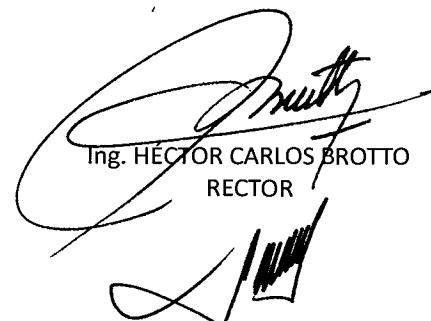
*Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado*

ARTÍCULO 1º.- Aprobar el currículo del Curso de Actualización de Posgrado "Los Sistemas de Información Geográfica en los Recursos Hídricos" que figura en el Anexo I y es parte integrante de la presente Ordenanza.

ARTICULO 2º.- Autorizar el dictado del mencionado Curso en la Facultad Regional Córdoba con el Cuerpo Docente que figura en el Anexo II y es parte integrante de la presente Ordenanza.

ARTÍCULO 3º.- Regístrese. Comuníquese y archívese.

ORDENANZA Nº 1500



A handwritten signature in black ink, appearing to read "Brotto". Below the signature, the text "Ing. HÉCTOR CARLOS BROTTO" is printed, followed by "RECTOR" in a smaller font.

A.U.S. RICARDO F. O. SALLER
Secretario del Consejo Superior



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

ORDENANZA N° 1500

ANEXO I

CURSO DE ACTUALIZACIÓN DE POSGRADO

LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN LOS RECURSOS HÍDRICOS

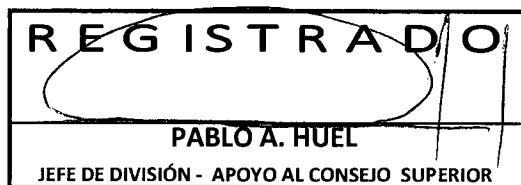
1. FUNDAMENTACIÓN

El medio ambiente es clave para sostener la actividad económica humana y el bienestar, pues sin un medio ambiente sano, la calidad de vida se reduce. La mayoría de la gente coincide en que también hay muchas razones para proteger el medio ambiente por su propio valor intrínseco, y sobre todo para dejar un legado de recursos naturales en funcionamiento a las siguientes generaciones. La gestión sostenible de la tierra se refiere a las actividades de los seres humanos e implica que esas actividades continuarán a perpetuidad. Es un término que intenta equilibrar los ideales (a menudo contradictorios) de crecimiento económico y mantenimiento de la calidad y viabilidad del medio ambiente.

Hay tres componentes que interactúan para una exitosa gestión de los recursos naturales, a saber: la política, la participación y la información. Estos factores son especialmente críticos en los países menos desarrollados, donde la infraestructura es a menudo rudimentaria. El equilibrio entre estos tres componentes, y su influencia en la gestión, dependerá del problema de gestión, así como de la infraestructura y el desarrollo social, económico y tradiciones culturales del país.

Estos elementos requieren el suministro de información oportuna, precisa y detallada de los recursos de la tierra, así como sus cambios. Esta información espacial es provista, y se aplica, a través de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y herramientas de teledetección. Mejor información y mapas espaciales conducen a una mejor planificación y toma de decisiones en todos los niveles y escalas, y es de esperar que generen armonía





*Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado*

entre la producción y la conservación del paisaje.

Una definición clásica indica que un SIG es un elemento que permite "analizar, presentar e interpretar hechos relativos a la superficie terrestre". Es claro que esta es una definición muy amplia, y habitualmente se emplea otra más concreta. En palabras habituales, un SIG es un conjunto de software y hardware diseñado específicamente para la adquisición, mantenimiento y uso de datos cartográficos. Alternativamente se define un SIG como un "sistema de información diseñado para trabajar con datos referenciados mediante coordenadas espaciales o geográficas". En otras palabras, un SIG es tanto un sistema de base de datos con capacidades específicas para datos georreferenciados, como un conjunto de operaciones para trabajar con esos datos.

Durante la última década Sistemas de Información Geográfica (SIG) han evolucionado desde un nicho muy especializado a una tecnología que afecta a casi todos los aspectos de nuestras vidas, desde la búsqueda de rutas de tránsito a la gestión de los desastres naturales.

Mientras que hace apenas unos años el uso de los SIG estaba restringido a un grupo de investigadores, planificadores y trabajadores del gobierno, ahora casi todo el mundo puede crear mapas personalizados o datos SIG. Por otro lado, muchos problemas complejos como los relacionados con la planificación urbana y regional, la protección del medio ambiente, o gestión de negocios, requieren herramientas sofisticadas y su manejo una experiencia especial. Por lo tanto la tecnología SIG actual abarca una amplia gama de aplicaciones que van desde el visionado de mapas e imágenes hasta el análisis espacial, modelado y simulaciones.

La gestión de recursos naturales es uno de los campos que llevan aprovechando las tecnologías y elementos SIG desde su mismo origen. De hecho, las necesidades originadas en este área fueron responsables del desarrollo de los primeros SIG, y fueron estas necesidades las que originalmente definieron las capacidades y características de los SIG





*Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado*

en sus inicios. Por ello, los SIG son herramientas excepcionales para la gestión de la información sobre los distintos recursos naturales, y la explotación de la gran cantidad de datos de los que se dispone en este campo. Estos datos pueden ser de tipos muy variados, y ello hace que tanto datos vectoriales como ráster sean de gran importancia para este tipo de análisis. La labor de gestión de datos de un SIG es importante en este campo, pero también lo es su capacidad de análisis, ya que las necesidades de tipo analítico que presenta la gestión de recursos naturales es elevada.

El análisis de riesgos hidrológicos representa un tipo de análisis en el que la componente espacial resulta de especial importancia, y por tanto existen numerosos puntos en su desarrollo en los que la utilización de los SIG supone un aumento notable de las posibilidades. El más habitual de los análisis de esta clase es la delimitación de zonas de inundación, estimando las zonas limítrofes a los cauces que se verán afectadas en caso de crecidas y la forma en que se producirá dicha afectación. Este análisis incorpora tanto conceptos hidrológicos como hidráulicos, y su completa aplicación requiere de herramientas adicionales a un SIG; en cualquier caso, el SIG proporciona la base de información requerida y el medio idóneo de visualización de resultados.

No es sorprendente que los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se hayan convertido en una parte integral de los estudios hidrológicos teniendo en cuenta el carácter espacial de los parámetros, de la precipitación, y otros condicionantes de los procesos hidrológicos, como: topografía, uso del suelo y su cubierta, variables meteorológicas, etc..

Hoy es posible encontrar numerosas aplicaciones de los SIG a la gestión de los recursos hídricos y al manejo de cuencas, que abarcan desde el análisis morfológico de cuencas a partir de modelos digitales de elevación (DEM), pasando por el análisis de series de tiempo aplicado a la evolución de cuerpos de agua como lagos, humedales, etc., hasta la





integración con los modelos hidrológicos distribuidos como T-REX o TOPMODEL. Tareas que hace décadas parecían reservadas al ámbito académico, hoy forman parte de las prácticas profesionales a través de las herramientas SIG.

2. JUSTIFICACIÓN

En la última década, se ha venido generalizando en nuestro país el uso de información georreferenciada en el manejo y gestión de los recursos hídricos. El software de modelación hidrológica e hidráulica ha ido migrando desde concepciones agregadas o concentradas a formulaciones distribuidas que utilizan la gran cantidad de productos de sensoramiento remoto disponible, en muchos casos en forma gratuita, a través de la Internet.

En términos generales, la formación de grado de los egresados de carreras vinculadas a esta temática (Ingeniería Civil, Hidráulica, Agronómica, en Recursos Hídricos, Geología) adolece de una formación sistemática y lo suficientemente profunda en algunos aspectos básicos de la teoría de los SIG, como los modelos de representación de la información, teledetección, geomorfometría, geodesia, cartografía, estadística espacial, procesado de imágenes, operaciones con datos vectoriales, etc. Además, carecen de un entrenamiento sistemático en el uso de herramientas SIG lo cual en sí mismo resulta de interés no sólo académico sino profesional en todos los aspectos vinculados al manejo del territorio.

Es importante además destacar el rol fundamental que hoy juegan los Sistemas de Información Geográfica en la evaluación del riesgo hídrico asociado a cuencas con un significativo grado de antropización.

3. OBJETIVOS

- comprender los fundamentos teóricos de los Sistemas de Información Geográfica;
- conocer las fuentes de datos actuales accesibles para su uso en los SIG;





Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

- conocer las herramientas de análisis de uso más frecuente disponibles en las tecnologías SIG;
- conocer las tecnologías SIG disponibles en la actualidad, en sus diversas plataformas;
- conocer las diversas áreas de aplicación de los SIG, con particular énfasis en las vinculadas con los recursos naturales en general y los recursos hídricos en particular; y
- adquirir los fundamentos del manejo de software de aplicación (GRASS GIS).

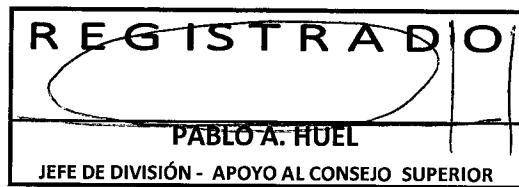
4. CONTENIDOS MÍNIMOS

Unidad 1. Fundamentos. Componentes de un SIG. Historia de los SIG. Fundamentos cartográficos y geodésicos. Elipsoide de referencia y geoide. El datum geodésico. Sistemas de coordenadas. Proyecciones cartográficas. Transformación y conversión de coordenadas. Escala. Generalización cartográfica.

Unidad 2. Datos. Las componentes de la información geográfica. División horizontal de la información geográfica. División vertical de la información: capas. Modelos para la información geográfica. Modelos geográficos. Modelos de representación. Modelo ráster. Modelo vectorial. Modelos de almacenamiento. Fuentes principales de datos espaciales. Datos digitales y datos analógicos. Fuentes primarias y fuentes secundarias. Teledetección. Cartografía impresa. Digitalización. GPS. Información Geográfica Voluntaria. Formatos de archivo. La calidad de los datos espaciales. Fuentes y tipos de errores. Detección, medición y gestión de errores. Propagación de errores y modelación del error. Fundamentos y modelos de bases de datos. Bases de datos relacionales y espaciales. Sistemas gestores de bases de datos. Diseño y creación de una base de datos. Evolución del uso de bases de datos en los SIG.

Unidad 3. Análisis. Análisis espacial. Tipos. Particularidades de los datos espaciales. Cálculos espaciales básicos. Relaciones espaciales. Consultas y operaciones con bases de





*Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado*

datos. Consultas dentro de un SIG. Consultas temáticas y espaciales. Estadísticas espaciales. Medidas centrográficas. Estadísticas sobre líneas. Variables circulares. Análisis de patrones de puntos. Autocorrelación espacial. Creación de capas raster. Interpolación: por vecindad, métodos basados en ponderación por distancia, ajuste de funciones. Superficies de tendencia, curvas adaptativas (Splines), Kriging. Muestreo de datos para interpolación. Elección del método adecuado. Elección de las características de la capa resultante. Comprobación del ajuste. Validación. Densidad. Álgebra de mapas. Tipos de funciones en el álgebra de mapas. Funciones globales, locales, focales, zonales o regionales. Las variables del álgebra de mapas y su preparación. Formalización y extensión del álgebra de mapas. Geomorfometría y análisis del terreno. El Modelo Digital de Elevaciones. Creación y preparación del MDE. Modelos matemáticos locales del MDE. Análisis morfométrico. Medidas geométricas y estadísticas. Análisis hidrológico: direcciones de flujo, zonas llanas y depresiones, área acumulada y parámetros derivados, extracción de redes de drenaje, delimitación y caracterización de cuencas vertientes. Índices hidrológicos. Visibilidad. Caracterización de formas del terreno. Procesado de imágenes. La utilidad de las imágenes en un SIG. Tipos de procesos con imágenes. Análisis visual y análisis automático. Correcciones y preparación de imágenes. Mejoras. Operaciones píxel a píxel. Filtros. Fusión de imágenes. Análisis y extracción de información. Visualización. Operaciones morfológicas. Estimación de parámetros físicos. Detección de elementos. Creación de capas vectoriales. Vectorización de entidades. Isolíneas. Creación de TIN. Operaciones geométricas con capas vectoriales. Zonas de influencia. Operaciones de solape. Unión de capas. Modificaciones basadas en atributos. Disolución. Contornos mínimos. Generalización de líneas. Costos, distancias y áreas de influencia. Superficies de fricción. Superficies de costo acumulado. Costo isotrópico vs costo anisotrópico. Cálculo de rutas óptimas. Zonas de influencia.





*Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado*

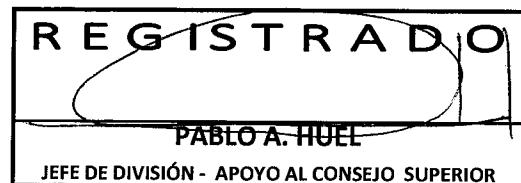
Análisis de redes. Conceptos adicionales de estadística espacial: Clasificación supervisada y no supervisada. Incorporación del criterio espacial. Clasificación débil (soft classification). Validación. Regresión espacial. Evaluación multicriterio y combinación de capas. Análisis de Componentes Principales.

Unidad 4. Tecnología. La convergencia de las aplicaciones en el ámbito SIG. La especialización de las aplicaciones SIG. Tipos de aplicaciones. La adaptación de las aplicaciones SIG. El SIG como base genérica. Herramientas de escritorio. Funciones básicas: entrada y salida de datos, visualización, análisis, edición, generación de cartografía. Tipos de herramientas de escritorio. Servidores remotos y clientes. Web Mapping. Internet. El valor de las tecnologías SIG Web. Formas de cartografía en la Web. Clientes y servidores. Limitaciones y problemas de la cartografía Web. SIG móvil. Particularidades del SIG móvil. Aplicaciones del SIG móvil. Métodos de posicionamiento. Redes inalámbricas. El software SIG móvil.

Unidad 5. Visualización. Los SIG como herramientas de visualización. Particularidades del SIG como herramienta de visualización. La visualización científica y los SIG. Los SIG frente a las aplicaciones de diseño. Visualización y representación. Las propiedades de las variables visuales. Uso combinado de las variables visuales. La percepción visual. El mapa y la comunicación cartográfica. El propósito del mapa. Cartografía temática y cartografía base. Los tipos de información y su representación. Elementos del mapa. Composición. Tipos de mapas temáticos. La visualización en términos SIG. Visualización de capas vectoriales. Visualización de capas ráster. Combinación de capas. Particularidades de la representación en pantalla. Visualización tridimensional. Visualización dinámica.

Unidad 6. Aplicaciones. Caracterización de las aplicaciones de un SIG. Áreas de aplicación de un SIG. Análisis y gestión de riesgos. Riesgos hidrológicos. Delimitación de





*Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado*

zonas de inundación. Aludes. Contaminación de aguas. Desplazamientos en masa. Modelado de incendios. Análisis de riesgo. Apoyo en tareas relacionadas con riesgo de incendios. Otras aplicaciones.

5. DURACIÓN:

La carga horaria total del curso es de CUARENTA Y OCHO (48) horas.

6. METODOLOGÍA:

El régimen de cursado previsto es presencial. El curso se desarrollará a través de clases teórico-expositivas, actividades de laboratorio en las que se llevarán a cabo aplicaciones prácticas a través del uso de la herramienta SIG propuesta (GRASS GIS) y la resolución de problemas vinculados a la temática de los Recursos Hídricos.

7. EVALUACIÓN FINAL:

Para la aprobación del curso se requerirá, además del 80% de asistencia, que los alumnos aprueben los trabajos prácticos y un examen final individual.





*Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado*

ORDENANZA N° 1500

ANEXO II

**CURSO DE ACTUALIZACIÓN DE POSGRADO
LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN LOS RECURSOS HÍDRICOS
FACULTAD REGIONAL CÓRDOBA**

Docentes

- WEBER, Juan Francisco (responsable)

Magíster en Ciencias de la Ingeniería, mención en Recursos Hídricos, Universidad Nacional de Córdoba

Ingeniero en Construcciones e Ingeniero Civil, UTN – Facultad Regional Córdoba

- ABRIL, Ernesto Guillermo

Doctor en Ciencias Geológicas, Universidad Nacional de Córdoba

Ingeniero Geólogo, Universidad Nacional de Córdoba

Licenciado en Geología, Universidad Nacional de Córdoba
