

**UNIVERSIDAD NACIONAL**  
**FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES**  
**ESCUELA DE TOPOGRAFÍA, CATASTRO Y GEODESIA**

**INGENIERÍA EN TOPOGRAFÍA Y GEODESIA, CÓDIGO TGF5200**  
**PROGRAMA DEL CURSO DE**  
**SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRAFICA 3D**

Nombre del curso	<b>SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA 3D</b>
Tipo de Curso	Regular
Código del curso	NRC51722
Nivel y Grado Académico	5, Licenciatura
Período lectivo	II Semestre 2022
Modalidad	16 semanas (en formato remoto)
Naturaleza	Teórico – práctico
Créditos	3
Horas totales semanales	8
Horas del curso	3 (viernes 18:00-21:00)
Horas docentes	3
Horas de atención al estudiante	1 (lunes 9:00-10:00)
Requisitos	Diseño geodésico 1
Correquisitos	Ninguno
Docente:	Kenneth Ovares Sánchez <a href="mailto:Kenneth.ovares.sanchez@una.cr">Kenneth.ovares.sanchez@una.cr</a>

*En esta Universidad nos comprometemos a prevenir, investigar y sancionar el hostigamiento sexual entendido como toda conducta o comportamiento físico, verbal, no verbal escrito, expreso o implícito, de connotación sexual, no deseado o molesto para quien o quienes lo reciben, reiterado o aislado. Si usted está siendo víctima de hostigamiento diríjase a la Fiscalía de Hostigamiento Sexual de la UNA o llame al teléfono: 2277-3961.*

## PLAN DE TRABAJO

### I. Descripción del curso:

Este curso tiene un carácter teórico-práctico y brinda los conceptos fundamentales para la construcción, visualización, consulta, análisis y administración de Sistemas de Información Geográfica basados en entorno tridimensional (3D). Los Sistemas basados en 3D permiten un mejor entendimiento del entorno en que vivimos, lo que permite a los ingenieros desarrollar soluciones más realísticas a problemas de la sociedad; mejorando así la calidad de vida del ser humano. El curso desarrolla los temas de la visualización datos SIG desde una perspectiva local y global en entorno 3D, la creación y mantenimiento de datos vectoriales y ráster en entorno tridimensional, Modelos Digitales de Terreno y su aplicación práctica para el análisis 3D como lo son volúmenes, líneas de visual, definición de cuencas hidrográficas, entre otros. Además, el curso se enfoca también en el proceso de implementación de esta tecnología dentro una organización, presentado los pasos el análisis de requerimientos, necesidades de geo-procesamiento, fuentes de datos, modelaje de datos, además del hardware y software requeridos

### II. Objetivos

#### Objetivo General:

- Desarrollar los conceptos teóricos y prácticos de los Sistemas de Información Geográfica en 3D, de forma tal que el estudiante adquiera los conocimientos y habilidades que le permitan dar solución a problemas de la sociedad moderna mediante el análisis, geo-procesamiento y modelaje de datos en tres dimensiones.

#### Objetivos específicos:

- Al finalizar el curso el estudiante será capaz de:
- Que el estudiante entienda y domine los procesos para la implementación de esta tecnología dentro de una organización.
- Desarrollar destrezas y habilidades para la consulta y extracción de información en el ámbito de Sistemas de Información Geográfica 3D.
- Que el estudiante conozca y domine las tendencias modernas para el desarrollo de sistemas basados sobre análisis 3D.
- Entender y dominar las técnicas y herramientas para el modelaje de ambientes 3D en sistemas de información Geográfica.

- Entender los pasos para la implementación GIS 3D desde la conceptualización hasta la puesta en marcha de un sistema de este tipo.
- Dominar los aspectos técnicos y prácticos sobre la administración de sistemas GIS en 3D

### III. Contenido temático:

#### 1. Introducción a los sistemas 3d

- 1.1 Historia y evolución
- 1.2 La necesidad de los GIS 3D.
- 1.3 La necesidad del modelaje de datos espaciales 3D
- 1.4 Problemas asociados con el modelaje de datos espaciales 3D en ambiente GIS
- 1.5 Ventajas de uso en el ámbito público y privado
- 1.6 Tendencias modernas

#### 2. El desarrollo de aplicaciones GIS 3D

- 2.1 Funciones GIS
- 2.2 Funciones GIS 3D
- 2.3 Sistemas comerciales y libre disponibles en el mercado
- 2.4 Aplicaciones en la industria
- 2.5 El proceso de desarrollo de un sistema GIS 3D.
  - 2.5.1 Análisis de requerimientos
  - 2.5.2 Modelaje del sistema
  - 2.5.3 Implementación
  - 2.5.4 Puesta en marcha

#### 3. Representación espacial 2d y 3d de datos

- 3.1 Los Objetos reales y sus representaciones en GIS
  - 3.1.1 La representación de datos en 2D.
  - 3.1.2 La representación de datos en 3D.
  - 3.1.3 Primitivas
    - 3.1.3.1 Punto
    - 3.1.3.2 Línea
    - 3.1.3.3 Polígono
    - 3.1.3.4 Superficie
    - 3.1.3.5 Plano 2D y 3D.
    - 3.1.3.6 TIN
  - 3.2 Topología 3D
  - 3.3 Representación 3D Vector y Raster.

#### **4. Fundamentos de modelaje geo-espacial.**

- 4.1 Los datos espaciales
- 4.2 El modelaje Geoespacial
- 4.3 Los modelos y su importancia en la Geo-información
- 4.4 Componentes de un modelo Geoespacial
- 4.5 Fases del modelaje geoespacial.
- 4.6 Diseño conceptual de un modelo Geoespacial.
  - 4.6.1 Definición del espacio
  - 4.6.2 Abstracción del espacio.
  - 4.6.3 Abstracción de los objetos del mundo real.
  - 4.6.4 Objetos y la extensión espacial.
  - 4.6.5 Relaciones espaciales.
  - 4.6.6 Aplicación de las relaciones espaciales.
  - 4.6.7 Representación de objetos espaciales y relaciones.
  - 4.6.8 Modelos de datos espaciales en GIS.
- 4.7 Diseño Lógico del modelo Geo-espacial. 4.7.1 Enfoque relacional
  - 4.7.2 Enfoque orientado a Objetos.

#### **5. Administración de datos 3d**

- 5.1 Fuentes de datos 3D.
  - 5.1.1 Fuentes analógicas
  - 5.1.2 Fuentes Digitales
- 5.2 Captura de los datos 3D.
  - 5.2.1 Fotogrametría
  - 5.2.2 Lidar
  - 5.2.3 Levantamientos topográficos 3D
- 5.3 Conversión de datos 5.3.1 2D a 3D
  - 5.3.2 3D a 2D
- 5.4 Actualización de Datos 3D.

#### **6. Modelos digitales de terreno en ambiente en 3d**

- 6.1 Definición de modelo Digital 6.1.1 El Modelo Digital de Terreno
  - 6.1.2 Modelo Digital de Elevaciones
- 6.2 Modelo de Datos para superficies
  - 6.2.1 Vector
    - 6.2.1.1 Red de triángulos Irregulares TIN
    - 6.2.1.2 Curvas de Nivel
  - 6.2.2 Raster
- 6.3 Aplicaciones de los Modelos Digitales de Terreno

## 7. Creación de modelos digitales de terreno

- 7.1 Fuentes de datos
- 7.2 Elementos especiales
  - 7.2.1 Concepto de Hardlines y Softlines
  - 7.2.2 Ríos
  - 7.2.3 Quebrada
  - 7.2.4 Puentes
  - 7.2.5 Lagos
  - 7.2.6 Edificaciones
- 7.3 Creación de superficies
  - 7.3.1 superficies raster
  - 7.3.2 superficies Vector
  - 7.3.3 Métodos de Interpolación
    - 7.3.3.1 El variografía (análisis estructural)
    - 7.3.3.2 Semivariograma
    - 7.3.3.3 métodos 7.3.3.3.1 IDW
    - 7.3.3.3.2 KRIGING
    - 7.3.3.3.3 SPLINE
    - 7.3.3.3.4 TREND
    - 7.3.3.3.5 NATURAL NEIGHBOR
  - 7.3.4 Conversión de raster a TIN
  - 7.3.5 Conversión de TIN a raster
  - 7.3.6 Creando contornos a partir del MDT

## 8. Construcción de objetos 3d

- 8.1 Objetos del mundo real
- 8.2 Primitivas de representación en el GIS
  - 8.2.1 Primitivas
  - 8.2.2 Optimización de elementos
    - 8.2.2.1 Tamaño
    - 8.2.2.2 Cantidad de nodos
    - 8.2.2.3 Generalización
  - 8.3 Creación de edificios
    - 8.3.1 Fuentes de datos
    - 8.3.2 El dibujo de elementos
    - 8.3.3 Pisos de edificios
    - 8.3.4 Sótanos
  - 8.4 Consulta y búsqueda de elementos 3D
    - 8.4.1 Interfase de consulta
    - 8.4.2 Interfase de búsqueda
    - 8.4.3 Optimización de consultas
  - 8.5 Realidad virtual y GIS 3D.
    - 8.5.1 Conceptos
    - 8.5.2 realidad virtual (VR)
    - 8.5.3 realidad aumentada (AR)
    - 8.5.4 GIS 3D y su relación con VR y AR
    - 8.5.5 Modelos de ciudad con CityGML
    - 8.5.6 3D standards
      - 8.5.6.1 IFC.
      - 8.5.6.2 X3D

- 8.5.6.3 KML.
- 8.5.7 Indoor 3D
  - 8.5.7.1 Modelo interior (indoor)
  - 8.5.7.2 Posicionamiento indoor
    - 8.5.7.2.1 Mediante wifi
    - 8.5.7.2.2 Mediante celular
    - 8.5.7.2.3 Mediante objetos de referencia
  - 8.5.7.3 Navegación indoor
  - 8.5.7.4 Aplicaciones

## 9. Visualización de datos 3D

- 9.1 Visualización 2D y 3D.
- 9.2 Descripción de la escena
  - 9.2.1 La cámara
  - 9.2.2 El observador
  - 9.2.3 El objetivo
- 9.3 Exageración Vertical
- 9.4 Rotación
- 9.5 Iluminación
- 9.6 Transparencia de objetos
- 9.7 Navegación a través de la escena
- 9.8 Animaciones

## 10. Analisis 3d

- 10.1 Las Funciones de análisis 3D
- 10.2 Cálculo de Distancias 3D
  - 10.2.1 Concepto y fundamento matemático
- 10.3 Cálculo de movimientos de tierra
  - 10.3.1 Cálculo de volúmenes
  - 10.3.2 Cálculo de cortes
  - 10.3.3 Cálculo de rellenos
- 10.4 Análisis de visibilidad
  - 10.4.1 Concepto y fundamento matemático
  - 10.4.2 Línea de visual
  - 10.4.3 Áreas visibles
  - 10.4.4 Usos.
- 10.5 Cálculo de pendientes
- 10.6 Cálculo de aspectos
- 10.7 Derivación de curvas de nivel desde superficies
- 10.8 Cálculo de mapa de sombreado (Hillshade)
- 10.9 Cálculo de perfiles

## 11. La WEB y el GIS 3D

- 11.1 Publicación de datos espaciales sobre la WEB
  - 11.1.1 Tendencias modernas
  - 11.1.2 Publicación de Datos GIS 2D
  - 11.1.3 Publicación de Datos 3D.
- 11.2 Estudio de casos
  - 11.2.1 Planeamiento Urbanísticos
  - 11.2.2 Turismo virtual
  - 11.2.3 Ciudades Virtuales
  - 11.2.4 Museos Virtuales.
  - 11.2.5 Simulación de entornos

## 12. CASO DE ESTUDIO

- 12.1 GOGLE EARTH
- 12.2 ESRI 3D ANALYST
- 12.3 AUTOCAD MAP/CIVIL SERIES
- 12.4 GIS 3D y sitios arqueológicos

## IV. Estrategia metodológica:

Conceptualmente hablando, este curso teórico-práctico está orientado hacia la construcción del conocimiento, a partir de la investigación, de desarrollos conceptuales y prácticos, el análisis y la solución de problemas con pensamiento crítico y creativo.

Este curso tiene tres horas contacto, de las cuales en promedio una de ellas se empleará para explicar los conceptos teóricos fundamentales para que los estudiantes, las dos horas restantes, puedan aplicarlos junto con las habilidades adquiridas para analizar situaciones concretas, diseñar posibles alternativas de solución y en lo posible ejecutar algunas de ellas dentro del campo de los sistemas de información territorial.

Dada la naturaleza de este curso, se debe fomentar el trabajo individual y en equipo, el aprendizaje dirigido y autodirigido, ya que los participantes y el docente asumen un rol muy activo.

El profesor debe inducir en el alumno el interés y esfuerzo necesarios para lograr la construcción del conocimiento, ofreciendo la dirección y guía pertinentes en cada situación, de acuerdo con las necesidades educativas de los estudiantes.

## V. Estrategia evaluativa:

Detalle	Porcentaje
Investigación	20
Exposición	10
Practicac de laboratorio	30
Examen Final	40
<b>Total</b>	<b>100%</b>

Todas las actividades evaluativas tienen carácter obligatorio.

- 1. INVESTIGACIÓN:** en parejas deberán investigar un tema asignado por el docente, con la información recabada deberán realizar un análisis propio (prohibido el plagio). El documento que deben presentar incluye 5 páginas: Un resumen de una página de extensión y cuatro páginas en las que se agregará un análisis profundo del tema investigado. No es necesario portada. Se debe hacer en procesador de texto Tipo de letra Times New Roman 12, Espaciado 1,5 y se deberá subir en formato de documento portátil (PDF) con el nombre *Investigación (GrupoXX).pdf*. Se debe entregar en fecha máxima el **23 de septiembre** a las 13hrs; la pareja de estudiantes que no lo entregue en la fecha y hora máxima asignada no podrá entregarlo después y las exposiciones se harán en 2 grupos, **23 de septiembre** y **30 de septiembre**. Se debe enviar por correo electrónico ([kenneth.ovares.sanchez@una.cr](mailto:kenneth.ovares.sanchez@una.cr)). La exposición se realiza el mismo día de entrega del proyecto y cada pareja de estudiantes contará con 20 minutos para exponer y 5 minutos para atender preguntas.

#### RÚBRICA DE CALIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Criterio	%
No realiza la actividad	0
Informe de menos de 5 páginas	5
Informe incompleto solo con el análisis general	10
Informe completo pero no guardado en PDF	15
Informe completo pero no guardado con el nombre indicado en el silabo del curso	17.5
Informe completo y correctamente guardado con el nombre indicado en el silabo del curso y en el formato solicitado	20
<b>PUNTOS OBTENIDOS</b>	

#### RÚBRICA DE CALIFICACIÓN DE LA EXPOSICION

Criterio	%
Formalidad de la presentación	0
Dominio del tema	2.5
Informe incompleto solo con el análisis general	5
Organización de la presentación	7.5
Dominio del tiempo	10
<b>PUNTOS OBTENIDOS</b>	

### PRACTICAS DE LABORATORIO:

A lo largo del curso se realizarán 6 prácticas de laboratorio (cada una con un valor de 5%), las cuales deben ser elaboradas de manera individual y entregadas por correo electrónico

Criterio	SÍ	NO
Formato de entrega (Portada-objetivos de la practica-resultados)	1%	0%
Breve descripción metodológica	1%	0%
Resultados (archivos en formato shp)	3%	0%
<b>TOTAL</b>	<b>5%</b>	

3. La prueba final, se realizará el 18 de noviembre, no requiere cuaderno de examen, solo se enviará una hoja de respuestas. La misma tendrá parte teórica y parte práctica combinada. Se evalúan los capítulos del 1, 2, 3 y 4. La prueba es a cuaderno abierto, **Individual** y se realizará de manera presencial.
4. Para la reposición de exámenes, en caso de enfermedad, se debe presentar un comprobante médico. En estos casos se actuará según lo establecido en el reglamento de evaluación vigente en la Universidad Nacional.
5. La presencia a lecciones virtuales no es de carácter obligatorio, sin embargo, es conveniente su asistencia para mejor comprensión y desarrollo.
6. El curso se aprueba con una nota de igual o superior a 7.0, por ser un curso teórico/practico **NO SE REALIZA EXAMEN EXTRAORDINARIO.**
7. La manera oficial de comunicación con el profesor, en horarios no lectivos, es en horario de atención al estudiante o mediante correo electrónico, [kenneth.ovares.sanchez@una.cr](mailto:kenneth.ovares.sanchez@una.cr). No se considera comunicaciones oficiales mediante teléfono.
8. Se prohíbe el uso de teléfonos celulares en las horas de sesiones virtuales.
9. Se desarrollarán sesiones virtuales para la mejor comprensión del material de clase.

Cuando se realice una prueba evaluativa en la cual obligatoriamente tiene que estar presente el estudiante (aunque sea remotamente), el docente está en su derecho y obligación de verificar la presencia física del estudiante en el momento de llevar a cabo la prueba sincrónica, tanto para evidenciar su presencia, como para corroborar las condiciones ideales de realización de la prueba (sin ruidos, obstáculos, intromisiones, ayudas externas o el uso de elementos adicionales no autorizados por el profesor), por tanto, la docente puede exigir que tenga encendida la cámara y el audio para dicha corroboración.

Por tratarse de una modalidad presencial remota, se realizará además un grupo en WhatsApp, el mismo tendrá las siguientes reglas de uso (no es obligatorio, cada estudiante deberá manifestar su aval para ser incluido previamente):

- a) Nombre del grupo X
- b) Integrantes únicamente los matriculados en el curso
- c) Horario de uso: lunes a viernes de 10:00-15:00.
- d) Únicamente se empleará para temas pertinentes con el curso.
- e) No se enviarán mensajes fuera del horario pertinente.
- f) Por emplear este medio información confidencial como lo es el número telefónico personal, se restringe el uso con índole personal, no se podrán facilitar los números a terceros.
- g) Se empleará lenguaje pertinente a la normativa de la UNA.

## VI. Cronograma Tentativo de actividades:

Numero Sesión	Fecha	Tipo de sesión	Contenidos/ Aprendizajes integrales	Actividades	Recursos didácticos requeridos
1	12 de agosto	Presencial-remoto	Presentación del curso	Exposición magistral y casos de estudio	Diapositivas-Plan de trabajo
2	19 de agosto	Presencial-remoto	Tema 1. Introducción a los sistemas 3d	Exposición magistral y casos de estudio	Diapositiva
3	26 de agosto	Presencial-remoto	Tema 2. El desarrollo de aplicaciones GIS 3D	Exposición magistral y casos de estudio	Diapositivas
4	2 de setiembre	Presencial-remoto	Tema 3. Representación espacial 2d y 3d de datos	Exposición magistral y casos de estudio	Diapositivas
5	9 de setiembre	Presencial-remoto	Tema 4. Fundamentos de modelaje geo-espacial.	Exposición magistral y casos de estudio	Diapositivas
6	16 de setiembre	Presencial-remoto	Tema 5. Administración de datos 3D.	Exposición magistral y casos de estudio	Diapositivas
7	23 de setiembre	Presencial-remoto	Investigaciones y Exposiciones	Exposición grupal	Diapositivas
8	30 de setiembre	Presencial-remoto	Investigaciones y Exposiciones	Exposición grupal	Diapositivas
9	7 de octubre	Presencial-remota	Tema 6. Modelos digitales de terreno en ambiente en 3d	Exposición magistral y casos de estudio	Diapositivas
10	14 de octubre	Presencial-remota	Tema 7. Creación de modelos digitales de terreno	Exposición magistral y casos de estudio	Diapositivas
11	21 de octubre	Presencial-remota	Tema 8. Construcción de objetos 3d	Exposición magistral y casos de estudio	Diapositivas
12	28 de octubre	Presencial-remoto	Tema 9. Visualización de datos 3D y Entrega de proyecto.	Exposición magistral y casos de estudio	Diapositivas
13	4 de noviembre	Presencial-remota	Tema 10. Análisis 3d	Exposición magistral y casos de estudio	Diapositivas
14	11 de noviembre	Presencial-remota	Tema 11. La WEB y el GIS 3D y Tema 12. Caso de estudio.	Exposición magistral y casos de estudio	Diapositivas

15	18 de noviembre	Presencial	Examen final	Elaborar examen final	Computadora/calculadora
16	25 de noviembre	Presencial-remoto	Entrega de promedios	Recepción de promedios	Computadora

## VII. Bibliografía:

- Abdul-Rahman, Alias & Pilok, Morakot. (2008). Spatial Data Modeling for 3D GIS. USA: Springer –Verlag.
- Jiyeong Lee, Sisi Zlatanova. (2009). 3D Geo-Information Sciences. USA: Springer
- Ko Ko Lwin & Yuji Murayama. (2012). Progress in Geospatial Analysis. Japan : Springer Japan.
- Umit Atila umititila, Ismail Rakip Karas , Alias Abdul Rahman .(2013).A 3D-GIS Implementation for Realizing 3D Network Analysis and Routing Simulation for Evacuation Purpose. USA: Springer Berlin Heidelberg.
- Steinitz , Carl.(2012). A Framework for Geodesign: Changing Geography by Design. USA: ESRI PRESS.
- Peters, Dave. (2011). Building a GIS, Second Edition: System Architecture Design Strategies for Managers. Estados Unidos: ESRI Press.
- Zeiler, Michael & Murphy, Jonathan. (2010). Modeling Our World, Second Edition: The Esri Guide to Geodatabase Concepts. Estados Unidos: ESRI Press.
- Tomlinson, Roger.(2011).Thinking About GIS: Geographic Information System Planning for Managers, Fourth Edition. Estados Unidos: ESRI Press.
- Teorey, Toby J..(2011).Database Modeling and Design, Fifth Edition: Logical Design. Estados Unidos: Morgan Kaufmann

### Información adicional:

El estudiante que falte a alguna de las clases deberá ser responsable en la adquisición de la información, en caso evaluativo se aplica lo indicado en el reglamento de evaluación de la UNA.

<i>Firma del docente</i>	<i>Firma de la Dirección y Sello de la ETCG</i>
<b>Ing. Kenneth Ovares Sánchez, MsC</b>	<b>Ing. Gabriela Cordero Gamboa, MsC</b>