CAMPUS OMAR DENGO
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
ESCUELA DE TOPOGRAFÍA, CATASTRO Y GEODESIA

INGENIERÍA EN TOPOGRAFÍA Y CATASTRO CON GRADO DE BACHILLERATO

INGENIERÍA EN TOPOGRAFÍA Y GEODESIA CON GRADO DE LICENCIATURA

Comisión académica que diseña el plan de estudios:

José Francisco Valverde, subdirector, ETCG
Manuel Ramírez, Académico, ETCG
Steven Oreamuno Herra, Académico, ETCG
Franklin de Obaldia V, Académico, ETCG
Diana Ninnette Paniagua Jiménez, ETCG
Viviana Gómez Barrantes (Vicerrectoría de Docencia)

2018

Fecha de actualización:
25 de noviembre de 2025

TABLA DE CONTENIDOS

	INFORMACIÓN GENERAL	6
1.	JUSTIFICACIÓN	8
2.	FUNDAMENTACIÓN	27
3.	PERFIL DE LA PERSONA GRADUADA	42
4.	OBJETIVOS DEL PLAN DE ESTUDIOS	52
5.	METAS DE FORMACIÓN	54
6.	ESTRUCTURA CURRICULAR	55
7.	DESCRIPTORES DE LOS CURSOS	62
8.	REQUISITOS Y CORREQUISITOS	292
9.	EQUIVALENCIAS	295
10.	PLAN TERMINAL	297
11.	PLAN DE TRANSICIÓN	301
12.	REQUSITOS DE INGRESO	304
13.	PERMANENCIA DEL ESTUDIANTE EN LA CARRERA	304
14.	REQUISITOS DE GRADUACIÓN	304
15.	MODALIDADES DE TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN	305
16.	GRADO Y TÍTULO A OTORGAR	307
17.	RECURSOS PARA LA EJECUCIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS	307
18.	NIVELES DE COORDINACIÓN	308
19.	BIBLIOGRAFIA	309
20.	ANEXOS	310

LISTA DE CURSOS

BACHILLERATO

CÁLCULO TOPOGRÁFICO	62
DIBUJO TOPOGRÁFICO ASISTIDO POR COMPUTADORA	67
GEOLOGÍA PARA INGENIERÍA	70
MATEMÁTICA GENERAL	74
FÍSICA I PARA TOPOGRAFIA	77
LABORATORIO DE FISICA I PARA TOPOGRAFIA	81
CÁLCULO I	83
TOPOGRAFÍA I	85
PROGRAMACIÓN PARA INGENIERÍA	89
FÍSICA II PARA TOPOGRAFIA	94
LABORATORIO DE FISICA II PARA TOPOGRAFIA	98
CÁLCULO II	100
TOPOGRAFÍA II	102
SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA I	106
LEGISLACIÓN CATASTRAL	110
SISTEMAS SATELITALES DE NAVEGACIÓN GLOBAL	114
ÁLGEBRA LINEAL	118
PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA	120
SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA II	124
CATASTRO I	128
CARTOGRAFÍA I	132
TOPOGRAFÍA DE VÍAS I	136
HIDROLOGÍA	140
FOTOGRAMETRÍA I	144
CATASTRO II	149
AJUSTE I	153
TOPOGRAFÍA DE VÍAS II	157
FOTOGRAMETRÍA II	161
SISTEMAS DE INFORMACIÓN TERRITORIAL	165
AJUSTE II	169
TOPOGRAFÍA DE OBRAS CIVILES	172
AVALÚOS	176
DISEÑO DE URBANIZACIONES	180
GEODESIA GEOMÉTRICA	184
PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA	187
MÉTODOS Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN	190
DISEÑO GEODÉSICO I	194
AJUSTE III	199

GEODESIA FÍSICA 202
CARTOGRAFÍA MATEMÁTICA 206
PROYECTO DE GRADUACIÓN 209
DISEÑO GEODÉSICO II 212
GEOFÍSICA 216
GEODESIA SATELITAL 220
TELEDETECCIÓN 224

CURSOS OPTATIVOS BACHILLERATO
HIDRAULICA DE POZOS 229
HIDROGEOLOGÍA BÁSICA 232
INTRODUCCIÓN A LA GESTIÓN DEL RIESGO 235
PLANIFICACIÓN REGIONAL Y URBANA 239
POSICIONAMIENTO GNSS 242
LEVANTAMIENTOS GRAVIMÉTRICOS 247
CARTOGRAFÍA TEMÁTICA DIGITAL 250
ANÁLISIS ESPACIAL 253
INTERACTUANDO EL LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN VISUAL BASIC APPLICATION CON UNA HERRAMIENTA DE CÁLCULO INFORMÁTICO 256
CARTOGRAFÍA DIGITAL CON UAV 259
PRINCIPIOS DE INNOVACIÓN Y EMPRENDIMIENTO EN LA INGENIERÍA 263
FUNDAMENTOS DE TELEDETECCIÓN CON IMÁGENES DE RADAR 266
INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y BIG DATA EN GEOMATICA 270

CURSOS OPTATIVOS LICENCIATURA
SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA 3D 274
INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES 280
FUNDAMENTOS PARA LA GERENCIA DE PROYECTOS DE INGENIERA GEOMÁTICA 285
ANÁLISIS Y DISEÑO DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOESPACIAL 288

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Oferta de carreras impartidas en Costa Rica según Universidad 11
Cuadro 2: Instalaciones para la ejecución del Plan de estudios 22
Cuadro 3: Personal administrativo y de apoyo para la docencia de la ETCG 23
Cuadro 4: Docentes que tendrán a cargo la docencia del plan de estudios 24
Cuadro 5: Distribución de áreas disciplinarias según cursos y créditos, Ingeniería en Topografía y Catastro con grado de Bachillerato 33
Cuadro 6: Distribución de áreas disciplinarias según cursos y créditos, Ingeniería en Topografía y Geodesia con grado de Licenciatura 34
Cuadro 7: Perfil Ocupacional, Bachillerato en Topografía y Catastro, Licenciatura en Topografía y Geodesia 43
Cuadro 8: Metas de Formación, Bachillerato en Topografía y Catastro, Licenciatura en Topografía y Geodesia 54
Cuadro 9: Estructura Curricular, Bachillerato en Topografía y Catastro 57
Cuadro 10: Estructura Curricular, Licenciatura en Topografía y Geodesia 59
Cuadro 11: Malla curricular de la Ingeniería en Topografía y Geodesia, con grado de bachillerato y licenciatura. 60
Cuadro 12: Estructura curricular de los cursos optativos 61
Cuadro 13: Requisitos y Correquisitos de los cursos, Ingeniería en Topografía y Geodesia 292
Cuadro 14: Universidad Nacional, Bachillerato en Ingeniería en Topografía y Catastro y Licenciatura en Ingeniería en Topografía y Geodesia, equivalencias entre plan vigente y nuevo plan 295
Cuadro 15: Universidad Nacional, Bachillerato en Ingeniería en Topografía y Catastro, plan terminal, cohorte 2016-2017 297
Cuadro 16: Universidad Nacional, Licenciatura en Ingeniería en Topografía y Geodesia, plan terminal 299
Cuadro 17: Universidad Nacional, Bachillerato en Ingeniería en Topografía y Catastro, Requisitos y Correquisitos del Plan Vigente (Terminal) 299
Cuadro 18: Universidad Nacional, Bachillerato en Ingeniería en Topografía y Catastro, plan de transición para el traslado del plan vigente al nuevo plan 301
Cuadro 19: Universidad Nacional, Bachillerato en Ingeniería en Topografía y Catastro, Requisitos y Correquisitos del Plan de Transición, cohorte 2018 302
Cuadro 20: Plan de transición para el traslado del plan vigente al nuevo plan 302
Cuadro 21: Universidad Nacional, Bachillerato en Ingeniería en Topografía y Catastro, Requisitos y Correquisitos del Plan de Transición, cohorte 2017 303
Cuadro 22: Requerimientos laborales 307

INFORMACIÓN GENERAL

Institución: Universidad Nacional
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia
Teléfono: 2562-6601 / Fax: 2562-6602
Apartado 86-3000 Heredia, Costa Rica

Nombre del plan de estudios:
INGENIERÍA EN TOPOGRAFÍA Y CATASTRO CON GRADO DE BACHILLERATO
INGENIERÍA EN TOPOGRAFÍA Y GEODESIA CON GRADO DE LICENCIATURA

Grado académico: Bachillerato y Licenciatura

Modalidad: Presencial

Población Meta: Esta carrera está dirigida a jóvenes de ambos sexos que aspiran acceder a una formación de calidad, dentro de una disciplina ligada al recurso tierra y al desarrollo tecnológico que permitan alcanzar estados de mayor bienestar socioeconómico, bajo principios éticos y con respeto al medio ambiente y a la sociedad misma, siendo capaces de retribuir al país el conocimiento para ser usado en el desarrollo de la sociedad en general.

Requisitos de ingreso:

Bachillerato: Realizar el proceso de admisión a la universidad y cumplir los requisitos académicos – administrativos establecidos.

Licenciatura: Bachiller en las áreas de Topografía, Catastro, Geodesia, Geomática y carreras afines, según el proceso de convalidación y nivelación a criterio de la Unidad Académica, de acuerdo con la normativa institucional establecida.

Duración: Bachillerato: 4 años académicos.
Licenciatura: 1 año académico.

Nombre del título que otorga:
Ingeniería en Topografía y Catastro con grado de Bachillerato
Ingeniería en Topografía y Geodesia con grado de Licenciatura

Número total de créditos: Bachillerato: 142
Licenciatura: 36

LISTA DE ABREVIATURAS

ETCG:	Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia
SINAES:	Sistema Nacional de Acreditación de la Educación Superior
UNA:	Universidad Nacional
ONG:	Organización No Gubernamental
SIDUNA:	Sistema de Información Documental de la Universidad Nacional

I. JUSTIFICACIÓN

1.1. DIMENSIÓN EXTERNA

1.1.1. Tendencias nacionales, regionales y mundiales de desarrollo en el área de conocimiento

Las ingenierías en Topografía, Catastro y Geodesia, como disciplinas que comprenden el desarrollo de métodos para efectuar la medición y la representación de la superficie de la Tierra y los objetos que están sobre ella, son actividades humanas que no se circunscriben a cumplir una simple labor técnica, sino que están comprometidas con la promoción y el mejoramiento de la sociedad y la conservación del medio ambiente, aportando sus conocimientos en los factores de desarrollo a nivel político, económico, social y ambiental.

Los Ingenieros en estas disciplinas han tenido sustancial participación en determinar cómo el entorno físico (espacial) está formado y cómo los recursos de la nación son usados, reservados o preservados; que se incrementa y expande rápidamente mediante el uso de sistemas de cómputo, sistemas satelitales de posicionamiento, sensores remotos, procesos de automatización en la captura y geoprocesamiento de la información espacial, métodos modernos para la administración de los datos geoespaciales, tecnologías de graficación y visualización, que permiten a los egresados ser los profesionales idóneos para la recolección, procesamiento, análisis y manejo de una vasta cantidad de información sobre la Tierra y sus recursos.

La información recolectada suele ser la base para establecer los linderos, delimitar las parcelas y áreas cruciales para la protección del medio ambiente, orientar en el diseño del desarrollo urbano, diseñar, construir y controlar obras de ingeniería, la elaboración de cartografía, o contribuir a tomar decisiones locales acerca del uso de la tierra. El acierto y oportunidad de estas decisiones es con frecuencia dependiente de la calidad de la información espacial disponible sobre el territorio. Es así como estos profesionales tienen un impacto directo sobre la calidad de vida y el desarrollo integral de nuestra sociedad.

Desde hace algunas décadas se han venido desarrollado metodologías y equipamiento para la captura, almacenamiento, generación, análisis y representación del territorio, que hacen converger a las geociencias con la informática en temas en que la tecnología computacional es usada extensivamente; surge entonces la Geomática, que tiene sus fundamentos en el conocimiento holístico de la Topografía y la Geodesia, comprendiendo una amplia gama de los procesos de medición, representación, análisis, manejo y despliegue de datos geoespaciales concernientes a las características físicas de la Tierra. Estas tendencias mundiales y regionales en el ámbito del tratamiento de la información espacial amplían y enriquecen las oportunidades laborales en procesos de estudio, análisis y representación de la superficie terrestre y su interacción con la sociedad, que requieren de los profesionales involucrados capacidad para participar en equipos inter y multidisciplinarios, y para proporcionar respuestas rápidas y adecuadas, es decir, que tomen decisiones oportunas y acertadas.

Con el propósito de responder adecuadamente a las demandas de la actual tendencia de la mundialización de la sociedad y de proporcionar a los estudiantes la oportunidad de una formación integral y actualizada que les garantice insertarse en el mercado laboral en forma rápida y efectiva, se

ha decidido rediseñar el Plan de Estudios de la Carrera, el cual entrará en vigencia en el año 2017, con la formación de Ingenieros en Topografía y Catastro con el grado de bachillerato, e Ingenieros en Topografía y Geodesia con el grado de Licenciatura.

Con el rediseño, se acogen las directrices institucionales en materia de diseño curricular, tales como:

- horizontalización de los estudios generales
- máximo de créditos por ciclo
- requisitos y correquisitos indispensables
- al menos 10 % del total de créditos a cursos optativos

En materia disciplinar se efectuó:

- La revisión de la malla curricular actual, buscando en las mismas debilidades en los contenidos de los cursos, requisitos y ubicación de cursos dentro de la misma.
- Una detallada revisión de los contenidos de cada curso de la malla actual, identificando en estos qué contenidos, sea por su actualidad o por pertinencia, se consideran desactualizados con respecto a las nuevas tendencias y el estado del arte en cada área de conocimiento que cubre la Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia (ETCG).
- Incorporación de nuevas tecnologías para la captura y procesamiento de datos, como apoyo al desarrollo temático de los cursos.
- La identificación de temas y contenidos de actualidad que no están en el actual plan de estudios en la ETCG y que se consideran fundamentales para un Ingeniero en Topografía, Catastro y Geodesia, quien debe desarrollar su actividad profesional en el mercado actual.
- La incorporación de actividades orientadas a fomentar la investigación por parte de los estudiantes.
- La vinculación de los contenidos de los cursos con el uso de un segundo idioma, en este caso el inglés, de forma que los estudiantes amplíen las fuentes para la consulta bibliográfica.
- La incorporación de estudio de casos reales en los contenidos de los cursos, de forma que el estudiantado logre relacionar el conocimiento que adquiere en cada curso con ejemplos reales, que le permitan aprender de otras experiencias.
- Una revisión de la estructura del actual curso "Práctica Profesional Supervisada", dándole al nuevo plan de estudios un enfoque actual, mediante la incorporación de contenidos que le permiten al estudiantado relacionar los conocimientos que ha adquirido a lo largo de la carrera con la formulación y desarrollo de un proyecto.
- Mejorar la relación entre los contenidos teóricos y los prácticos en los cursos, tanto de forma horizontal como vertical, dentro de la malla curricular.

1.1.2. Aspectos políticos que permiten el desarrollo socioeconómico y la injerencia de la carrera.

En el tema de la Topografía y el Catastro existen una serie de elementos que hacen notar la necesidad de profesionales en esa área y el desarrollo de la disciplina, algunos de ellos son:

- **La inversión extranjera y nacional:** Requerimientos de seguridad en la inversión, estabilidad política, servicios, facilidades e infraestructura de exportación e importación, garantía sobre la posesión de la tierra y la inversión sobre ella.

- **La seguridad alimentaria:** Desarrollo del agro con elementos de producción, competitividad y sostenibilidad, acceso al crédito y reinversión. Para esto debe recalcarse el aporte de nuestra carrera a la agrimensura, apertura de caminos, estudios de zonificación y como un mercado emergente, el uso de Sistemas Satelitales para posicionamiento, Sensores Remotos y Sistemas de Información Geográfica en lo que se denomina agricultura de precisión.

- **Calidad de vida de la población:** Aporte de la profesión para suministrar información a través de mapas, datos estadísticos e imágenes de la tierra y sus recursos para la toma de decisiones políticas, técnicas y económicas. Contribuir a mejorar la calidad de vida de las poblaciones urbanas y rurales con su aporte en la construcción de obras de infraestructura.

- **El manejo y administración del recurso tierra:** Aspecto político que debe estar sustentado en las acciones del Estado que, actuando como principal interesado y usuario, tienen que garantizar la tenencia de la tierra, dirimir los conflictos originados en la posesión, cobrar las tasas impositivas derivadas de la tenencia de la tierra e impulsar las políticas económicas que contribuyan con el desarrollo.

1.1.3. Identificación del aporte particular de la carrera

Haciendo un análisis de la economía costarricense y centroamericana y sus áreas potenciales de desarrollo se detectan, desde la perspectiva del *quehacer* del Ingeniero en Topografía y Catastro y el Ingeniero en Topografía y Geodesia, las siguientes necesidades:

- **En el Agro:** Garantía del derecho de propiedad y posesión de la tierra, información de suelos y de áreas de reserva forestales y de mantos acuíferos, características de la topografía del terreno, sistemas automatizados de clasificación de suelos, información de infraestructura existente, sistemas de red de caminos vecinales y su estado, legislación sobre tierras y limitación de leyes especiales.

- **En la Agroindustria** (campo potencial para el desarrollo de agro): Información sobre redes viales, redes eléctricas, canales de riego, embalses, servicios básicos, ubicación de puertos y centros de acopio con sistemas automatizados para estimación de tiempos de transporte, zonificación rural por características de cultivos y tipos de suelos.

- **En el Turismo**: Sistemas de información integrados para el diseño de planes reguladores en zona costera, información para el suministro de agua (áreas de protección del recurso hídrico, extracción subterránea, mantos acuíferos y otros), redes de carreteras, estudios de factibilidad desde el punto de vista topográfico y urbanístico, información para la protección del medio ambiente, información para el manejo de parques nacionales, reservas forestales, áreas de protección, además del levantamiento, replanteo y control geodésico de obras de infraestructura hotelera.

- **En la Industria:** Levantamientos topográficos y geodésicos para la ubicación de zonas industriales, el diseño y construcción de estructuras para el tratamiento de aguas residuales y zonificación a

través de información catastral, así como para el control y replanteo para el montaje de maquinaria industrial (geodesia industrial).

- **En la Construcción de Infraestructura para un Desarrollo Sostenible:** Aplicación de la topografía y la geodesia en la construcción de carreteras, ferrocarriles, canales, oleoductos, viaductos, túneles, construcción de infraestructura aeroportuaria, puertos lacustres y marítimos, estudios y construcción de plantas hidroeléctricas, líneas de conducción eléctrica, montaje y control de maquinaria para la generación eléctrica, desarrollo urbanístico, infraestructura vial y drenajes artificiales, canalización de drenajes naturales, distribución de agua potable, eléctrica y telefónica, estudios topográficos previos, replanteo y construcción de edificios, puentes, así como mantenimiento de la cartografía oficial.

1.1.4. Ofertas curriculares similares existentes en otras universidades

De acuerdo con la revisión de la oferta académica nacional, a nivel universitario, se cuenta con ofertas académicas relacionadas con la especialidad. Dicho aspecto se puede comprobar en la siguiente tabla.

Cuadro 1: Oferta de carreras impartidas en Costa Rica según Universidad

NOMBRE DE UNIVERSIDAD	NOMBRE DE LA CARRERA	GRADO QUE OTORGA
Universidad de Costa Rica	Ingeniería Topográfica con grado de Bachillerato y Licenciatura	Ofrece la formación de profesionales con altos valores morales, conocimientos y capacidad de investigación para la planificación, diseño y desarrollo de obras de ingeniería civil, agrícola, estructuras naturales u otras.
Universidad Autónoma de Centroamérica	Ingeniería Topográfica y Catastral con grado de Bachillerato y Licenciatura	Está dirigido a formar profesionales capaces de planificar, diseñar, construir, manejar, coordinar, proyectar y realizar operaciones topográficas necesarias para las obras de ingeniería y de arquitectura, así como de realizar peritajes y avalúos y dirigir el análisis y la solución de problemas catastrales complejos basados en el conocimiento topográfico y la plataforma catastral institucional.

Fuente: Tomado de planes de estudio de las universidades consultadas. Junio, 2014.

Revisando los contenidos programáticos de las materias ofrecidas por la Universidad de Costa Rica y la Universidad Autónoma de Centroamérica, estos en la estructura base de la carrera no difieren sustancialmente de lo ofrecido por cursos similares de la Universidad Nacional o de cualquier otra carrera en el campo de la Topografía y la Geodesia que ofrecen algunas universidades extranjeras. Sin embargo, la carrera propuesta se diferencia en el enfoque temático que se ofrece, puesto que se especializa en la Geodesia y la Geomática, no solo en la parte de contenidos. Además, posee una visión que le permite al estudiantado el abordaje de problemas y el planteamiento de soluciones, con rigor

científico y apoyado en el uso de tecnologías actuales. El plan de estudios incentiva la investigación y la aplicación de conocimiento al análisis y a la resolución de casos reales.

Otras diferencias estriban en la calidad del cuerpo docente y del personal administrativo, la infraestructura y el equipamiento topográfico y geodésico usados tanto en prácticas de campo como en el trabajo de gabinete, acceso a acervo bibliográfico que permite la consulta en línea a recursos científicos en las áreas temáticas de la carrera como libros, revistas, boletines, bases de datos, además de contar con laboratorios especializados de cómputo con disponibilidad de paquetes específicos para la carrera y de transporte en la Unidad Académica para la realización de giras de campo; todos estos son aspectos que permiten el desarrollo óptimo de los cursos que conforman la malla curricular de la carrera y facilitan el proceso de aprendizaje por parte del estudiantado. Adicionalmente, la ETCG se ha destacado en la ejecución de proyectos de investigación, los cuales permiten que el personal docente desarrolle nuevo conocimiento, incidiendo directamente en el nivel y calidad de los cursos.

1.1.5. Población meta

La población meta de la Ingeniería en Topografía y Catastro y de la Ingeniería en Topografía y Geodesia se enmarca dentro del concepto filosófico con que nace la Universidad Nacional: “La Universidad Necesaria”, que sustenta el principio de inclusión y oportunidad de estudio para todos los estratos sociales del país, permitiendo a jóvenes de ambos sexos acceder a una formación de calidad, dentro de una disciplina ligada al recurso tierra y al desarrollo tecnológico, para impactar en las vías y estrategias que permitan alcanzar estados de mayor bienestar socio-económico, bajo principios éticos y con respeto al medio ambiente y a la sociedad misma, siendo capaces de retribuir al país el conocimiento para ser usado en el desarrollo de la sociedad en general.

1.1.6. Características de la carrera para cubrir las necesidades de la población meta

Para cubrir las necesidades de la población meta, la oferta académica incluye aspectos conceptuales, procedimentales y actitudinales que le permitirán al profesional graduado responder a las necesidades y demandas sociales y del ámbito topográfico específicas. Entre las principales características de la oferta académica pueden citarse las siguientes:

A nivel de Bachillerato:

- Se realiza una formación humanística, bajo principios de responsabilidad, ética profesional y conciencia social, que ayudan a crear profesionales con una visión integral del contexto en el que se desempeñen.
- La práctica es un componente permanente en cada curso, dando prioridad a la realización de tareas y acciones que fomentan en el estudiantado el desarrollo de habilidades para el ejercicio de la profesión.
- Considera, dentro de su formación básica, contenidos de matemática y física, que dan sustento a la formación ingenieril.
- Establece una línea temática en el área de las ciencias propias de la topografía e incluye elementos temáticos y prácticos relacionados con el catastro.

A nivel de Licenciatura:

- Parte de la formación en Topografía y Catastro para concluir en temáticas puntuales relacionadas con la Geodesia.
- Incluye la realización de un Trabajo Final de Graduación, cuyo objetivo es que el estudiante demuestre su capacidad para la identificación de un problema relacionado con su área de conocimiento y plantee una solución, en primera instancia, mediante la formulación de un anteproyecto y luego, mediante la defensa pública de los resultados obtenidos.
- Considera, dentro de su formación, contenidos de otras áreas, como los Sensores Remotos, lo que le permite tener una amplia visión de otros métodos que pueden ser aplicados para la solución de problemas.
- Se profundiza en la formación de criterios, de forma que el estudiantado esté en capacidad de estudiar y analizar un problema específico y con base en sus conocimientos, de forma tal que pueda diseñar y ejecutar soluciones.
- El plan de estudios propicia el desarrollo de habilidades para la planificación y administración técnica de proyectos y el trabajo inter y multidisciplinario.

1.2. DIMENSIÓN INTERNA

1.2.1 *1.2.1 Identificación de los actores e instancias participantes*

Unidad proponente. La Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia ha impartido docencia por más de 40 años en el campo de la Topografía, el Catastro y la Geodesia, con el propósito de ofrecer a la comunidad profesionales con formación integral en el diseño y aplicación de métodos para la obtención y procesamiento de información sobre la superficie terrestre y su ambiente, con capacidad para ver la naturaleza como fuente de riqueza y, al mismo tiempo, como poseedora de una gran vulnerabilidad y sensibilidad, que requiere de un control permanente para evitar una alteración grave al medio físico.

La ETCG se creó en 1974 bajo el marco de un convenio bilateral entre el gobierno de la República Alemana y el gobierno de la República de Costa Rica, que comprendía el apoyo de becas por parte del Gobierno de Alemania Federal para que ciudadanos de Centroamérica y Panamá se formaran en la Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia.

Con miras a elevar el nivel de preparación académica de los profesionales en el campo de la Topografía y Geodesia, en 1977 se plantea la apertura de un programa de Ingeniería Topográfica y Geodésica con grado de Bachiller, iniciándose dicho programa en marzo de 1978.

Es así como la ETCG ha impartido varias ofertas académicas desde grados Técnicos hasta el de Licenciatura, lo que la convierte en una Unidad Académica con vasta experiencia en procesos de docencia.

Como parte del mejoramiento y el compromiso con la calidad, la ETCG, en el año 2004, sometió su plan de estudios al proceso de autoevaluación bajo el modelo del Sistema Nacional de Acreditación de la Educación Superior (SINAES), obteniendo la acreditación por cuatro años y, más recientemente, la reacreditación por un periodo de seis años, lo que evidencia el compromiso de la Unidad Académica

por mejorar la calidad de su quehacer, el compromiso con el mejoramiento permanente y ofertar una carrera con el sello de acreditada.

La ETCG ha mostrado, desde hace 40 años, ser una entidad activa y participativa en la sociedad costarricense a través de la docencia y el desarrollo de proyectos de extensión e investigación de impacto en la comunidad; también participa en proyectos y alianzas estratégicas multi e interdisciplinaria con otras unidades académicas de la Universidad, así como con otras instituciones nacionales e internacionales, lo que le confiere pertinencia en el desarrollo del país.

Adicionalmente, la ETCG tiene experiencia en el desarrollo de venta de servicios, dirigido principalmente a gobiernos locales, instituciones públicas y privadas, que le permiten conocer, entender y atender las necesidades de diversas comunidades en áreas relacionadas con la Topográfica, el Catastro, la Geodesia y la Geomática.

1.2.2 Relación que se establece entre la misión, visión institucional y la misión, visión y los objetivos de la ETCG.

La Universidad Nacional define como una de las áreas estratégicas de conocimiento a ser desarrolladas en el presente quinquenio Ambiente, territorio y sustentabilidad, siendo Gestión y ordenamiento territorial uno de los temas prioritarios en que se enmarca este plan de estudios. La misión y visión institucionales son las siguientes (http://www.una.ac.cr):

Misión:

La Universidad Nacional es una institución de educación superior estatal que forma profesionales de manera integral, genera y socializa conocimientos, con lo cual contribuye a la transformación de la sociedad hacia planos superiores de bienestar social, libertad y sustentabilidad; todo ello mediante la docencia, la investigación, la extensión y otras formas de producción, dirigidas prioritariamente a los sectores menos favorecidos.

Visión:

La Universidad Nacional será reconocida, en América Latina y el Caribe, por su excelencia académica, innovación y proyección social en los ámbitos local, nacional, regional e internacional. Sus estudiantes se caracterizarán por poseer una formación humanística e integral y conocimientos, destrezas y habilidades acordes con las necesidades de la sociedad. La oferta académica será actualizada, pertinente, de calidad, flexible, rigurosa y responde a las áreas estratégicas de conocimiento y a procesos de articulación académica. La gestión institucional será autónoma, ágil y simple, para facilitar la toma de decisiones, la transparencia y la rendición de cuentas.

La Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia pertenece a la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, que tiene como misión:

> "Generar conocimiento y formar profesionales, en las áreas de las ciencias exactas y naturales e ingenierías, en un marco de excelencia, para contribuir sustentablemente con el

> desarrollo humano, socio-económico y ambiental de la comunidad; por medio de la formación educativa, científica y tecnológica de sus estudiantes, el mejoramiento continuo y la vinculación de su actividad académica en un ámbito nacional e internacional"
>
> (http://www.una.ac.cr/index.php/m-telefonos-una/exactas-y-naturales-facultad2/)

Además, esta Facultad alberga otras escuelas relacionadas con las "ciencias duras" y se visualiza como:

> "La Facultad que goza de prestigio nacional e internacional, por su excelencia académica y vocación de servicio a la sociedad, a partir de su oferta académica actualizada y flexible en la formación de profesionales y en la ejecución de sus programas y proyectos, para responder a las necesidades del desarrollo sustentable "
>
> (http://www.una.ac.cr/index.php/m-telefonos-una/exactas-y-naturales-facultad2/)

En lo que respecta a la Escuela de Topografía, Castro y Geodesia, desde sus inicios se propuso formar profesionales capaces de actuar con eficiencia y eficacia en el plano de la Topografía, el Catastro y la Geodesia a nivel nacional e internacional. Con el pasar del tiempo, la preparación de profesionales en el área se ha mejorado considerando aspectos tales como: una adecuada formación teórica, metodológica y técnica, con gran capacidad para el trabajo en equipo, para la realización de programas y procesos de captura, tratamiento, análisis y visualización de información geoespacial, que contribuyan al fortalecimiento de las capacidades organizacionales y a la toma de decisiones en el corto, mediano y largo plazo, contemplando el contexto nacional e internacional.

Dicho plan de estudios es producto de la experiencia y experticia adquirida por la ETCG a lo largo de los años en sus procesos académicos de investigación y extensión. El Plan Estratégico (2013-2017), establece la misión y visión que guían y sustentan su quehacer académico.

Misión

> "La ETCG tiene como misión la formación integral de profesionales en la obtención y procesamiento de datos, análisis de resultados sobre información dimensional de la superficie terrestre y su entorno; así como la construcción y reconstrucción del conocimiento en las áreas de la topografía, la geodesia, el catastro, la fotogrametría y los sensores remotos, los sistemas de información geográfica y la cartografía, y la geomática. Poner a disposición de la sociedad los resultados de su investigación mediante la docencia, la extensión y la producción. Además de mantener un permanente interés por los requerimientos del desarrollo nacional, y nutrirse de los conocimientos y experiencias de la sociedad."

Visión

> "La visión de la ETCG está en mantenerse a la vanguardia en el desarrollo académico de su dominio disciplinar, en la Región Centroamericana y El Caribe, con proyección al resto de Latinoamérica. Ofrecer el grado de Bachillerato en Ingeniería en Topografía y Catastro, y el grado de Licenciatura en Ingeniería en Topografía y Geodesia, para estudiantes nacionales y extranjeros. Brindar programas y actividades de capacitación y educación continua a profesionales en servicio y otros profesionales de áreas afines. Realizar programas y actividades de investigación, extensión y producción tanto en su campo disciplinario como con carácter multidisciplinario, dirigidos al desarrollo académico de la Escuela, a la comunidad

científica, a la empresa privada, a instituciones públicas, a organismos no gubernamentales y a la sociedad en general."

De esta forma, la misión de la ETCG es acorde con el enfoque que tiene la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional, por lo que se trabaja diariamente por lograr posicionar la Escuela como una de las mejores a nivel nacional y regional, como una Unidad Académica que se preocupa por contribuir con el desarrollo de la sociedad costarricense en los ámbitos de la Topografía, el Catastro, la Geodesia y la Geomática.

1.2.3 Madurez académica de la Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia

Desde sus inicios, en el año 1974, la Escuela de Topografía y Catastro, auspiciada por el gobierno de la República Federal Alemana y dirigida a la cooperación con Centroamérica, graduó hasta el año 1980 únicamente técnicos en Topografía y Catastro. A partir de esa fecha, el currículo es modificado y se amplía la carrera a la formación de Ingenieros en Topografía y Geodesia con el grado de bachillerato, dejando la salida lateral de pregrado de Diplomado en Topografía y Catastro. En 1985, el currículo sufre una nueva modificación, manteniendo la salida lateral de Diplomado y ofreciendo los grados de Bachillerato en Topografía y Licenciatura en Topografía y Geodesia.

El pregrado de Diplomado fue eliminado como salida lateral en el año 2002 como producto de un acuerdo entre las Escuelas de Topografía de la Universidad de Costa Rica y de la Universidad Nacional para eliminar las salidas laterales de Perito Topógrafo y de Diplomado en Topografía y Catastro, a raíz del análisis de mercado hecho por el Colegio de Ingenieros Topógrafos y por la presión de los profesionales dedicados a la agrimensura, aduciendo saturación del mercado en el ejercicio liberal en esta área, absorbía la gran mayoría de los graduados como diplomados. A la fecha, la ETCG ha graduado 707 diplomados, 621 ingenieros topógrafos con el grado de bachillerato y 62 ingenieros topógrafos y geodestas con el grado de licenciatura (Registro UNA, 2016).

En extensión se ha participado en experiencias universitarias de programas dirigidos a comunidades de recursos económicos limitados, cuyo objetivo fundamental ha sido contribuir con su desarrollo y combatir la marginalidad económica, desarrollando proyectos específicos que mejoren la calidad de vida y el bienestar comunal, así como actividades vinculadas con estudios de prefactibilidad en obras comunales, levantamientos de agrimensura para el desarrollo de proyectos habitacionales de bien social, diseño de caminos rurales y establecimiento de acueductos rurales, entre otros.

Permanentemente se ha trabajo en extensión, colaborando con comunidades en proyectos de desarrollo dirigido a centros de salud, escuelas, asociaciones de desarrollo comunal, entidades de gobierno central, entes descentralizados, municipalidades y ONG’s y a la misma Universidad en tareas de interés institucional o como colaboración en proyectos de extensión y de investigación. Estas actividades no programadas se realizan con la participación de estudiantes y bajo la coordinación de un docente.

Con la inclusión del curso Práctica Profesional Supervisada a partir del Plan de Estudios 1999, la participación estudiantil se ha orientado, hasta la fecha, a cumplir con demandas de las comunidades en el campo de la extensión, sobresaliendo proyectos dirigidos a solventar necesidades topográficas

para el desarrollo en el campo de obras civiles, urbanismo, catastro y vivienda campesina, lo que ha ampliado el involucramiento del estudiantado en instituciones públicas como municipalidades, ministerios y en entidades privadas.

En investigación, la ETCG ha desarrollado proyectos dirigidos a fortalecer la gestión de instituciones del Estado en el campo técnico, es el caso del Catastro Nacional (actualmente Registro Inmobiliario) y el Instituto Geográfico Nacional, con investigaciones sobre la Red Nacional de Coordenadas. De la misma forma, se ha trabajado con el Instituto Costarricense de Electricidad en el control de represas hidroeléctricas, para citar algunos ejemplos.

Adicionalmente, estos proyectos han posibilitado la participación del estudiantado mediante el desarrollo de trabajos finales de graduación, donde plantean soluciones a problemas específicos. Como parte de la docencia se desarrollan actividades de investigación que le permiten al estudiante relacionarse con problemas actuales y reales (en el anexo 1 se citan las actividades ejecutadas en el marco de algunos cursos de la malla curricular, los cuales no se fueron inscritos ante la UNA, ya que son actividades propias de los cursos).

La ETCG cuenta con un bagaje de actividades y experiencias académicas, tales como talleres, congresos, simposios y seminarios de ámbito nacional e internacional que le han permitido compartir sus experiencias, posicionarse en el ámbito disciplinar como una institución reconocida y establecer relaciones con otras instituciones nacionales y extranjeras.

1.2.4 Actividades académicas relacionadas con el área de estudio

Los proyectos y programas de extensión, investigación y docencia que se han llevado a cabo en la unidad académica, han contribuido con actividades innovadores en los procesos de enseñanza aprendizaje, favoreciendo el desarrollo docente, así como la generación de conocimiento nuevo y su retribución a la sociedad a través del acercamiento con la comunidad en general. Entre los proyectos más recientes se encuentran:

Investigación:

1. Modelado del campo de gravedad de alta resolución en la zona del Pacifico costarricense a partir de los datos de altimetría satelital (vigencia: Del 01 Enero 2016 al 31 Diciembre 2017; responsable: Olga Pimenova). Es un proyecto de investigación formulado con el fin de generar modelos de geoide usando datos de misiones satelitales.
2. Centro Nacional de Procesamiento de Datos GNSS (CNPDG) (vigencia: Del 01 enero 2016 al 31 diciembre 2018; responsable: Jorge Moya Zamora). Este es un laboratorio establecido para dar continuidad a las tareas como Centro de Análisis oficial para SIRGAS y para el desarrollo de proyectos y actividades de investigación relacionados con Geodesia
3. Integración de una red de estaciones GNSS de operación continua para el monitoreo cinemático de la deformación de la corteza terrestre en Costa Rica (vigencia: Del 01 Julio 2015 al 30 junio 2018; responsable: Jorge Moya Zamora). Es un proyecto de investigación formulado con el fin de establecer un modelo de velocidades de alta resolución para Costa Rica

4. Primeros estudios del retardo troposférico a partir del procesamiento de las observaciones registradas por estaciones GPS de operación continua en Costa Rica (vigencia: Del 01 junio 2015 al 31 diciembre 2016; responsable: José Francisco Valverde Calderón). Es un proyecto de investigación formulado con el fin de estudiar la variación del retardo troposférico a un nivel local en Costa Rica
5. Estudio de deformaciones cosismicas y postsismicas en Costa Rica como una contribución al mantenimiento del marco geodésico del país (vigencia: 01 junio 2015 al 30 junio 2017; responsable: José Francisco Valverde Calderón). Es un proyecto de investigación formulado con el fin de generar estrategias que permitan analizar y modelar las deformaciones superficiales asociadas a terremotos en Costa Rica
6. Centro Nacional de Procesamiento de Datos GNSS (CNPDG) (vigencia: 01 enero 2013 a 31 diciembre 2015; responsable: Jorge Moya Zamora). Es un proyecto de investigación interdisciplinario, en el cual se procesan datos de las señales provenientes de los satélites (GPS, GLONASS y otros) de varios puntos de control distribuidos en el país y en la región, generando coordenadas con referencias geocéntricos.
7. El Servicio de Datos GNSS (SDG) de la Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia (vigencia: 2009 a 2012; responsable: Jorge Moya Zamora). Es el suministro de datos a tiempo real de las posiciones geocéntricas.
8. Estudio cinemático de la Placa Tectónica Caribe, considerando los datos suministrados por diferentes estaciones internacionales entre los años 2009 y 2011 (vigencia: 2009 a 2011; responsable: Jorge Moya Zamora). Aplicaciones tectónicas y movimiento de placas a partir de los datos procesados provenientes de las señales de los satélites.
9. Combinación de mediciones gravimétricas y GNSS en la generación de un modelo físico para Costa Rica (vigencia: 2009 a 2012; responsable: Gabriela Cordero Gamboa). Aquí se combinan datos satelitales con mediciones de la gravedad hechas en tierra y aplicaciones de modelos matemáticos, con el fin de determinar alturas geoidales en Costa Rica.
10. Evaluación y seguimiento de manglares en el litoral Pacífico de Costa Rica (vigencia: 01 enero 2014 a 31 diciembre 2017; responsable por Topografía Steven Oreamuno y Franklin Arroyo Solano, por Biología: Hania Vega y Luis Villalobos). Los humedales costeros de Costa Rica, en particular los manglares, constituyen ecosistemas de particular relevancia en el contorno del paisaje costero y juegan un papel relevante en la estabilidad ecológica y productiva de los recursos marinos en las zonas tropicales del mundo. Ante la ausencia de una propuesta permanente que profundice en el conocimiento de los manglares costarricenses, la Escuela de Ciencias Biológicas y la Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia de la Universidad Nacional procuran aunar esfuerzos para profundizar en su conocimiento y ampliar la visión ecosistémica de los manglares, lo que permitirá proponer estrategias de conservación, a efectos de mitigar su deterioro acelerado como resultado de las presiones antrópicas.
11. Revista Uniciencia (vigencia: 01 enero 2011 a 31 enero 2015). Revista para divulgación científica de la Facultad de Ciencias exactas y naturales. La ETCG es participante.
12. Red nacional de control geodésico de volcanes (vigencia: 01-ene 2006 a 31-dic 2008, responsable: Esteban Dörries Brune). En este trabajo se realizan redes geodésicas en al menos tres volcanes de Costa Rica (Irazú, Poás y Turrialba) para su monitoreo y control.
13. Implementación de sistemas automatizados para la administración de patentes municipales (vigencia: 01 setiembre 2004 a 31 diciembre 2004; responsable: Alexander

González Salas). Aquí se realiza un plan piloto para el inventario territorial para aplicación en municipalidades.

14. Análisis de deformaciones utilizando GPS (vigencia: 01 enero 2004 a 31 diciembre 2004; responsable Juan Gilberto Serpas Serpas). En este proyecto se realiza el monitoreo de algunas estructuras viales, como lo son el puente sobre el río Virilla (Saprissa) y el puente de la Amistad sobre el río Tempisque.
15. Estudio comparativo de la posición de los mojones de delimitación de la frontera Costa Rica-Nicaragua (vigencia: 01 enero 2001 a 31 diciembre 2002; responsable: Esteban Dorries Brune). En este trabajo se realiza una comparación de la situación actual de la frontera norte en cuanto a posición y delimitación con metodologías modernas y la posición definida en sus orígenes de acuerdo con las actas Alexander.

Extensión:

1. Contribución técnica de la Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia a la generación y actualización de la información geoespacial de las entidades públicas y comunitarias. (vigencia: 2010 a 2012). En este caso, se ha ofrecido capacitación en Sistemas de Información Geográfica para el desarrollo de sus catastros en diferentes comunidades de la región central pacífica.
2. Desarrollo de capacidades para la administración integrada y estratégica del territorio (CRI-HN-002-2012) (vigencia: 16 enero 2012 a 31 diciembre 2014; responsable: Steven Oreamuno). Trabajo comunitario en la Región Huetar Norte (Guatuso y Los Chiles) involucrando a las cuatro universidades públicas y la formación técnica junto con las pymes, para que puedan desarrollar diferentes trabajos pilotos en las comunidades.

1.2.5 Desarrollo disciplinario

Las carreras de Ingeniería en Topografía y Catastro y de Ingeniería en Topografía y Geodesia contribuyen al desarrollo de la profesión desde la perspectiva de la formación integral de sus estudiantes, con la finalidad de que, al insertarse en el mercado laboral, además, de contar con el conocimiento académico, participen en forma autónoma, creativa y responsable en la solución de problemas que se les presenten, de manera que contribuyan con el desarrollo del país para alcanzar mayores niveles de prosperidad para toda la sociedad.

El desarrollo de los cursos está orientado a preparar al estudiantado para entender las fortalezas y debilidades de los conceptos teóricos y prácticos de la disciplina, de tal manera que tenga las bases conceptuales y metodológicas para seleccionar las mejores herramientas, de forma que esté en capacidad de solucionar problemas específicos de la profesión y que permita el desarrollo de la disciplina.

Basado en el conocimiento disciplinar adquirido durante el desarrollo de la carrera, los estudiantes, a través del curso de Práctica Profesional Supervisada (Bachillerato), aplican métodos y técnicas en la solución de un problema específico, generando conocimiento práctico. Por su parte, en la Licenciatura, durante el desarrollo del Trabajo Final de Graduación, se proponen y desarrollan soluciones a problemas dentro del área disciplinar, con un enfoque crítico, propositivo y prospectivo, aportando de esta manera al desarrollo disciplinar.

1.3. DIMENSIÓN ADMINISTRATIVA

1.3.1. Administración curricular de la carrera.

La carrera de Ingeniería en Topografía y Catastro está adscrita a la Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia, por tanto, su administración curricular, académica y financiera estará a cargo de esa Unidad Académica, que deberá coordinar con las demás instancias de la universidad para el adecuado desarrollo del plan de estudios. En este sentido, la coordinación de la administración del currículo se da en diferentes niveles:

Extrauniversitaria. El plan de estudios atiende lo dispuesto por el Consejo Nacional de Rectores, que es el ente rector en materia curricular entre las universidades estatales, suministrando las directrices genéricas con la normativa sobre los requisitos mínimos de los planes de estudio y las regulaciones para que una carrera se ofrezca.

Intra universitaria. La Universidad Nacional ha designado a la Vicerrectoría de Docencia como la instancia responsable de velar por el cumplimiento y ejecución de los planes de estudio y generar la normativa a través del Consejo Académico, integrado por el Vicerrector(a) y por los Decanos(as) de la Universidad. Además, la Vicerrectoría de Docencia cuenta con el Programa de Diseño y Gestión Curricular, que se encarga de la orientación y supervisión a las Unidades Académicas en el rediseño, cumplimiento y evaluación del currículo.

La aplicación de las políticas y directrices sobre el currículo es responsabilidad de cada Unidad Académica, que las recibe por intermedio de la Vicerrectoría de Docencia.

Coordinación con el sector público y privado. Esta coordinación se realizará con dos enfoques: uno ligado al desarrollo de acciones conjuntas en temas de investigación, extensión, ejecución de prácticas profesionales por parte del estudiantado, así como la definición de convenios específicos; y otro vinculado con la pertinencia y actualización de la oferta curricular en relación con las acciones de mejoramiento y evaluación según las acciones que se requieran.

Niveles de coordinación Inter unidades e Inter facultades. El Decanato actúa como ente coordinador entre facultades, haciendo llegar los acuerdos al Consejo Académico de Facultad, ente que a su vez los lleva a cada Unidad Académica. La Facultad tiene designada la Comisión Curricular, integrada por el Vicedecano(a) y los Subdirectores(as) de Unidad, quienes velan por la coordinación inter-unidades, los cursos de servicio, y el cumplimiento del currículo, así como las equiparaciones y reconocimientos. A su vez, las directrices sobre esta materia son canalizadas a las comisiones curriculares de unidad.

La Comisión Curricular de la Unidad tiene como funciones dar seguimiento al currículo y al plan de estudios, velar por el cumplimiento de los cursos, proponer las evaluaciones del currículo, elaborar los instrumentos de evaluación, organizar las actividades de supervisión y evaluación del currículo y mantener el análisis permanente sobre la pertinencia y oportunidad de la oferta curricular.

Retroalimentación del plan de estudios con la investigación, la extensión y la producción. La política de la Escuela es lograr que los estudiantes apliquen sus conocimientos en tareas reales y de utilidad.

Es así como la mayoría de las actividades en el campo de la extensión es efectuada por los estudiantes con la tutoría de un docente, y se refleja en la práctica profesional supervisada, en donde se escogen este tipo proyectos para que los estudiantes realicen su práctica profesional. La integración de estudiantes a proyectos interdisciplinarios de investigación y en los proyectos propios, permite al estudiante desarrollar trabajos de graduación o contribuir con horas colaboración, en la práctica supervisada o con horas asistente, fortaleciendo su formación y su campo de conocimiento. En la producción, el estudiante se puede vincular a tareas de colaboración en la venta de servicios, fortaleciéndose así su formación profesional.

Coordinación horizontal y vertical del plan de estudios. La Unidad cuenta con un coordinador de carrera quien se encarga de administrar lo referente al plan de estudios, equiparaciones, reconocimientos, matrícula y otras tareas atinentes a su coordinación. El subdirector controla y coordina el cumplimiento de cursos, genera directrices a los docentes sobre aspectos pedagógicos y cumplimiento de objetivos de cursos, además de proponer a la comisión de currículo los cambios que se consideren pertinentes al plan de estudios.

Gestión de los recursos académicos e infraestructura existente. Las políticas de la Unidad y de la Facultad, en cuanto al mejoramiento continuo del recurso académico y la infraestructura, permiten fortalecer los planes operativos anuales con presupuestos sanos, además con la descentralización de recursos hacia la Facultad para la contratación de académicos en las modalidades de profesor visitante y profesor pasante, que permiten fortalecer la formación y actualización académica. Los recursos que genera la venta de servicios son canalizados casi en su totalidad al mantenimiento, reposición, compra de equipo topográfico y geodésico, computadoras y software. Por otro lado, al ser una carrera acreditada por SINAES, se cuenta con un Compromiso de Mejoramiento, en el cual, a nivel institucional, se cuenta con un compromiso real por parte de las autoridades para trasladar recursos académicos, infraestructura y equipo, según se programó en su momento.

Divulgación de la carrera. La Universidad tiene un programa permanente de divulgación de las diferentes carreras, además se hace uso del Colegio de Ingenieros, de la herramienta de correo electrónico para los egresados y de las páginas de Internet de la Universidad y de la Unidad.
Programas de educación continua. Se elaborará un programa de capacitación continua para que su ejecución sea ordenada y planificada para nuestros egresados y empleadores. Además, para nuestros académicos se coordinarán cursos de actualización con otras universidades a través de redes académicas.

Desarrollo profesional de los funcionarios universitarios. La Unidad Académica cuenta con un Plan de Fortalecimiento y Estabilidad del Sector Académico, el cual pretende potenciar en el personal académico las capacidades, habilidades y destrezas profesionales mediante el apoyo para la formación de posgrados, así como el acentuar la permanencia laboral de las y los académicos.

Además, se plantea el reto de buscar la excelencia académica asegurando que el quehacer sustantivo de la Unidad Académica incorpore los siguientes principios:

- Interpretación de la nueva realidad social planetaria para influir en su transformación.
- Fortalecimiento de la coherencia entre sus intereses y los de la sociedad.

- Desarrollo de una visión anticipada de los grandes problemas de la sociedad para responder con innovación y de manera inclusiva.
- Incidencia en las políticas públicas del Estado costarricense.

Para alcanzar las metas señaladas anteriormente, se depende en gran medida de que el personal académico cuente con las herramientas conceptuales-disciplinarias, pedagógicas y el marco ético para asumir los retos, por lo que, aunado al Plan de Fortalecimiento y Estabilidad del Sector Académico, se implementa un Programa de Capacitación y Actualización continua para los académicos.

1.3.2. Capacidad instalada (instalaciones, biblioteca, laboratorios, fincas, estaciones, entre otros)

La Unidad Académica involucrada en el desarrollo de este plan de estudio cuenta con aulas para el desarrollo de los cursos, bibliotecas actualizadas, laboratorios de cómputo e instalaciones con amplias zonas verdes. El siguiente cuadro contiene información de las instalaciones disponibles para la ejecución de este plan de estudios:

Cuadro 2: Instalaciones para la ejecución del Plan de estudios

INSTALACIONES	CANTIDAD
Aulas para docencia	5
Laboratorios especializados de cómputo para docencia	4
Laboratorio en investigación	2
Bibliotecas	2
Espacios de reuniones y realización de trabajos	2

Fuente: Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia

1.3.3. Recursos tecnológicos

Se tiene acceso a computadoras para uso personal de cada uno de los académicos y con PC para uso de los estudiantes en los diferentes laboratorios especializados en la Unidad, laboratorios institucionales, así como con la Plataforma de Aula Virtual y computadoras portátiles y proyectores multimedia que son utilizados por los académicos al momento de impartir las lecciones.

También se cuenta con:

- Equipos GPS de una frecuencia
- Receptores GNSS
- Equipos GPS navegadores
- Estaciones totales de alta precisión
- Teodolitos ópticos-mecánicos
- Niveles ópticos y niveles electrónicos de códigos de barras
- Miras de nivelación telescópicas y plegables
- Miras de código de barras
- Un gravímetro
- Trípodes
- Prismas y bastones

- Base de nivelación
- Un bote con su debido motor
- Variedad en equipo menor como por ejemplo cintas, brújulas, mazos, cuchillos, cascos, chalecos, entre otros.

Además, se posee aplicaciones informáticas especializadas para las diferentes áreas de conocimiento, como lo son: ERDAS→, ArcGis→, AutoCad→, MatLab→, ARGE→, TopconTool→, entre otros y adicionalmente, con dos vehículos todo terreno y una microbús.

1.3.4. Recursos bibliográficos físicos y digitales

El Sistema de Información Documental de la Universidad Nacional (SIDUNA) está conformado por distintas bibliotecas, siendo la Biblioteca "Joaquín García Monge" el nodo coordinador del sistema. La Biblioteca Mariana Campos es el centro de información especializado de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.

Como parte del SIDUNA se tiene acceso a diversas Bases de Datos Institucionales, y específicamente a Springer-Link, que contiene diversas revistas y libros especializados en el área de conocimiento de la carrera, en formato digital.

1.3.5. Recursos humanos

Los recursos humanos docentes con que cuenta la Escuela poseen la experiencia y formación en las áreas de conocimiento y de desarrollo en Topografía, Catastro y Administración del Territorio, Geodesia y Geomática, para atender y desarrollar el objeto de estudio, tal y como se detalla más adelante. Además, existe una estrategia de capacitación continua del personal académico y la participación de académicos expertos, sea de otras universidades u organismos del país o del exterior. También se cuenta con un calificado personal administrativo y de apoyo a la docencia, el cual permite un mejor accionar de la Unidad Académica, tal y como se desglosa a continuación:

Cuadro 3: Personal administrativo y de apoyo para la docencia de la ETCG

Cantidad	Nombre del cargo
1	Profesional Ejecutivo en Servicios Administrativos
1	Técnico Analista en Desarrollo Tecnológico
1	Técnico Asistencial en Servicios Secretariales
1	Técnico Asistencial en Servicios Paraacadémicos
1	Técnico Auxiliar en Servicios Secretariales
2	Gestión Operativa Especializada en Servicios Generales
2	Gestión Operativa Básica en Servicios Generales

Fuente: Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia

1.3.6. Perfil de los docentes

Todos los encargados de impartir los cursos de este programa tienen el grado académico mínimo de Licenciatura en áreas afines al objeto de estudio. Además, poseen la experiencia profesional adecuada para el ejercicio del cargo.

El siguiente cuadro presenta los/as académicos/as de planta y resume algunas de las características profesionales de cada uno de ellos(as):

Cuadro 4: Docentes que tendrán a cargo la docencia del plan de estudios

NOMBRE DOCENTE	GRADO ACADÉMICO	ESPECIALIDAD PROFESIONAL	AÑOS DE SERVICIO PROFESIONAL	ÁREA DE DESEMPEÑO PROFESIONAL	NOMBRE DE CURSO
Ingeniería en Topografía y Catastro con grado de Bachillerato					
Alexander González Salas	Licenciatura	Catastro y Administración del Territorio	27 años 4 meses	Levantamiento, descripción y administración del territorio	Catastro I y II, Sistemas de Información Geográfica I y III.
Franklin Arroyo Solano	Licenciatura	Topografía	17 años 5 meses	Topografía	Topografía I,II, Diseño de Urbanizaciones Topografía de Vías I y II.
Felipe Reyes Solares	Maestría	Geomática		Geomática	Fotogrametría I y II
José Francisco Valverde Calderón	Licenciatura	Geodesia	9 años 9 meses	Geodesia	Geodesia, Ajuste I y II Cartografía
Esteban Mora Vargas	Maestría	Geomática	9 años 1 mes	Geomática-Infraestructura de datos especiales	Sistemas de Información Geográfica I y II, Fotogrametría I y II
Steven Oreamuno Herra	Maestría	Geomática		Geomática-Infraestructura de datos especiales	Sistemas de Información Geográfica I y II, Fotogrametría I y II
Manuel Ramírez Núñez	Maestría	Geomática	16 años 5 meses	Geomática-Infraestructura de datos especiales	Sistemas de Información Geográfica I y II,

NOMBRE DOCENTE	GRADO ACADÉMICO	ESPECIALIDAD PROFESIONAL	AÑOS DE SERVICIO PROFESIONAL	ÁREA DE DESEMPEÑO PROFESIONAL	NOMBRE DE CURSO
					Fotogrametría I y II
Carlos Sevilla Hernández	Licenciatura	Valoración	18 años 7 meses	Valoración	Avalúos, Programación para Ingeniería
Francisco Mora Protti	Licenciatura	Diseño Urbano y arquitectura	25 años 1 mes	Diseño Urbano y arquitectura	Diseño de Urbanizaciones
Jorge Moya Zamora	Doctorado	Geodesia	16 años 9 meses	Geodesia	Geodesia, Ajuste I, Ajuste II, Cartografía I
Franklin de Obaldía Valdés	Licenciatura	Topografía	23 años 9 meses	Topografía	Topografía I y II, Topografía de Vías I y II
Karen Ruiz Flores	Licenciatura	Topografía	8 años 11 meses	Topografía	Topografía I y II, Sistema Satelital de Navegación Global, Dibujo Asistido por Computadora,
Gabriela Cordero Gamboa	Licenciatura	Topografía	12 años 7 meses	Topografía	Catastro I y II, Sistema Satelital de Navegación Global, Dibujo Asistido por Computadora
Neftalí Madrigal Chaverri	Licenciatura	Derecho y Notariado	11 años 3 meses	Derecho y Notariado	Legislación Catastral
Sara Bastos Gutiérrez	Licenciatura	Topografía	6 años 1 mes	Topografía	Topografía I y II, Topografía y GPS, Dibujo Asistido por Computadora, Catastro I y II
Reynaldo Benavides Majano	Licenciatura	Topografía	8 años 10 meses	Topografía	Topografía I y II, Dibujo Asistido por Computadora, Catastro I y II, Topografía de Obras Civiles

NOMBRE DOCENTE	GRADO ACADÉMICO	ESPECIALIDAD PROFESIONAL	AÑOS DE SERVICIO PROFESIONAL	ÁREA DE DESEMPEÑO PROFESIONAL	NOMBRE DE CURSO
David Aguilar Vargas	Licenciatura	Geomática	9 años 1 mes	Geomática	Fotogrametría I y II, Sistemas de Información Geográfica I y II
Erick Ovares Sánchez	Maestría	Geodesia	8 años 1 mes	Geodesia	Geodesia, Cartografía I
Myriam Jiménez Salazar	Maestría	Administración	19 años 0 meses	Administración	Administración para Ingeniería
Juan Carlos Valerio León	Maestría	Administración	31 años 10 meses	Administración	Administración para Ingeniería, Métodos y Técnicas de Investigación
Francisco Jiménez González	Maestría	Diseño Urbano y Arquitectura		Diseño Urbano y Arquitectura	Planificación Regional y Urbana, Diseño de Urbanizaciones
Ingeniería en Topografía y Geodesia con grado de Licenciatura					
José Francisco Valverde Calderón	Licenciatura	Geodesia		Geodesia	Diseño Geodésico I y II, Ajuste III, Geofísica, Geodesia Física, Geodesia Satelital
Jorge Moya Zamora	Doctorado	Geodesia	16 años 9 meses	Geodesia	Diseño Geodésico I y II, Ajuste III, Cartografía Matemática
Álvaro Álvarez Calderón	Licenciatura	Geodesia	5 años, 5 meses	Geodesia	Cartografía Matemática
Erick Ovares Sánchez	Maestría	Geodesia	8 años 1 mes	Geodesia	Diseño Geodésico I y II
Esteban Mora Vargas	Maestría	Geomática	9 años 1 mes	Geomática, Infraestructura de datos especiales	Teledetección
	Maestría	Geomática	16 años 5 meses		Teledetección

NOMBRE DOCENTE	GRADO ACADÉMICO	ESPECIALIDAD PROFESIONAL	AÑOS DE SERVICIO PROFESIONAL	ÁREA DE DESEMPEÑO PROFESIONAL	NOMBRE DE CURSO
Manuel Ramírez Núñez				Geomática, Infraestructura de datos especiales	
Olga Pimenova	Maestría	Geodesia		Geodesia	Geodesia Física, Geodesia Satelital, Teledetección

Fuente: Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia
Años de servicio profesional al 01 de marzo de 2016

2. FUNDAMENTACIÓN

2.1. Objeto de estudio y finalidad del conocimiento

El objeto de estudio de la carrera es el levantamiento y la representación de la forma y la superficie de la Tierra a una escala global, regional y local; comprende el estudio y desarrollo de métodos y técnicas para la captura, procesamiento, análisis y visualización de informa geoespacial, esto acorde con las necesidades de la sociedad.

La Geodesia, la Topografía y el Catastro brindan, con sus teorías, mediciones y cálculos, la referencia geométrica para las demás geociencias, como también para la Geomática, los sistemas de información geográfica, el catastro, la planificación y administración del territorio, la ingeniería, la construcción, el urbanismo, la navegación aérea, marítima y terrestre, entre otros e inclusive, para aplicaciones militares y programas espaciales.

El objeto de estudio de la carrera brinda un marco de referencia teórico y práctico que permite la localización precisa de objetos sobre la superficie terrestre, facilitando así la cuantificación y la cualificación de los recursos con los que cuenta un país, siendo esto la base para la administración y planificación del territorio. Asimismo, permite el establecimiento de políticas para la protección del medio ambiente.

La carrera contribuye, en el ámbito territorial, a establecer los límites de suelo edificable, verificar las dimensiones de las obras construidas, determinar los límites de la propiedad pública y privada, determinar el uso del suelo actual y permitido de una zona en particular, contribuyendo a definir políticas de administración del territorio y a la creación de planes reguladores en las municipalidades.

La profesión de Ingeniero en Topografía, Catastro y Geodesia comprende la ubicación, identificación, delimitación, medición, representación y valuación del espacio y la propiedad territorial, ya sea pública o privada, urbana o rural, tanto en su superficie como en su profundidad, así como la ubicación y control geométrico de obras y la organización del catastro, a través del diseño y establecimiento de

estructuras de redes de referencia horizontal y vertical. Asimismo, contempla el estudio y análisis de metodologías de medición y la calidad de los resultados en la ubicación relativa o absoluta de objetos en el espacio.

Además, la profesión del Ingeniero en Topografía, Catastro y Geodesia engloba una serie de disciplinas técnicas que tratan problemas de la organización, administración pública o aplicación de mediciones para el desarrollo y mantenimiento de la cartografía oficial del país, el catastro inmobiliario, infraestructura vial, y desarrollo de proyectos de ingeniería en los ámbitos de electricidad, infraestructura vial y proyectos hidroeléctricos, entre otros.

2.2. Aporte de otras disciplinas

Entre los aportes de otras disciplinas al desarrollo de la carrera están los siguientes:

- **Matemática** - Aporta el estudio de los algoritmos matemáticos y conceptos estadísticos que facilitan el procesamiento, análisis e interpretación de las mediciones y sus resultados. Es el fundamento para el desarrollo de nuevas técnicas y métodos para la medida y representación de la superficie terrestre, así como también para nuevas técnicas de geoprocesamiento.

- **Física** - Posibilita la interpretación de los fenómenos del medio ambiente y las características de funcionamiento del instrumento durante los procesos de medición. Brinda el marco de conocimientos sobre los cuales se fundamenta las mediciones sobre el campo gravitatorio terrestre y su modelaje.

- **Informática** - Es el conjunto de herramientas físicas y lógicas que facilita la obtención, procesamiento y archivo automatizado de las mediciones y datos colaterales asociados a sus finalidades. Permite la simulación de modelos y la obtención de resultados gráficos y digitales. La Informática y la Geodesia se funden para brindar la base para el desarrollo de técnicas modernas para la captura y geoprocesamiento de datos geoespaciales, permitiendo así realizar mediciones más eficientes en cuanto a tiempos de captura de datos y al manejo de grandes volúmenes y al procesamiento de los mismos.

- **Química** - Facilita la comprensión de los materiales que constituyen los objetos y los transforman en el tiempo, facilitando el entendimiento de procesos que ocurren en la Tierra y cómo estos afectan los procesos de medición e interpretación.

- **Derecho y Legislación** - A través del estudio de leyes y reglamentos se facilita la comprensión de la normativa y la legislación en la que se desenvuelve el ejercicio profesional en su entorno social.

- **Administración** - Provee los elementos básicos para la planificación y gestión de proyectos de ingeniería, donde se determinan variables como: costos, plazos, recursos técnicos y humanos necesarios, así como el proceso de formalización técnica y legal.

2.3. Aportes de la carrera a otras disciplinas

Son numerosas y variadas las contribuciones que la carrera de Ingeniería en Topografía y Geodesia aporta a otras disciplinas, entre ellas:

A la Ingeniería Civil

- Levantamientos preliminares para diseño de obras.
- Replanteo de obras.
- Control de obras en construcción y funcionamiento.
- Establecimiento de sistemas de referencia vertical y horizontal para la construcción de obras.
- Control geodésico de grandes estructuras.
- Medición y análisis de deformaciones de obras de ingeniería como puentes, represas edificios.
- Estudio y análisis de datos y resultados para obras de ingeniería.
- Elaboración de mapas y planos para diseño de obras.
- Diseño y replanteo de carreteras y caminos que conforman la red vial.
- Contribuye con información para la mejora de códigos sísmicos.

A la Arquitectura

- Estudios y levantamientos preliminares para construcciones urbanísticas.
- Estudios y levantamientos preliminares para diseño de construcciones.
- Control horizontal y vertical en la construcción de edificaciones.
- Establecimiento de redes de control para la construcción de grandes edificaciones.
- Elaboración de planos y mapas para planificación y diseño espacial.

A la Ingeniería Mecánica

- Levantamiento y confección de planos de infraestructura industrial.
- Control geodésico para la instalación de maquinaria industrial.
- Control geodésico en la etapa de funcionamiento de maquinaria industrial.

A la Ingeniería Forestal, Conservación y Protección de Áreas Boscosas y Vida Silvestre

- Elaboración de mapas forestales.
- Aplicaciones catastrales para manejo de información.
- Aplicaciones fotogramétricas en confección de mapas.
- Delimitación de hábitats.
- Levantamientos para inventarios forestales.
- Sistemas georreferenciados para la delimitación de áreas de protección.
- Aplicaciones de sistemas de información geográfica para el manejo de información de especies animales y de vegetación
- Establecimiento de técnicas para el rastreo y mapeo de animales mediante GPS
- Determinación de deformaciones de objetos naturales
- Elaboración de mapas de riesgo en zonas protegidas

A la Ingeniería Agronómica

- Levantamientos planimétricos y altimétricos para la planificación y ejecución de labores agrícolas a gran escala.

- Levantamientos sencillos para las labores agrícolas a pequeña escala.
- Levantamientos para cuantificar la producción agrícola por unidades territoriales.
- Sistemas de información del uso actual y potencial del suelo.
- Levantamiento, elaboración, archivo y manejo de catastros agrarios.
- Estudios preliminares, levantamiento y diseño de sistemas de canalización y riego.
- Parcelamientos.
- Análisis y procesamiento de sensores remotos para el mapeo de vegetación.
- Agricultura de precisión.

A la Planificación Urbana y Regional

- Levantamiento y procesamiento de la información catastral.
- Planes reguladores.
- Delimitación y mapeo de zonas de riesgo.
- Cartografía para zonificación.
- Diseño de mapas para ingeniería del transporte.
- Aplicaciones de Sistemas de Información Territorial.

En la Geofísica y la Geología

- Diseño de redes geodésicas para la medición, procesamiento e interpretación de datos aplicables a la tectónica de placas.
- Establecimiento de redes geodésicas para la medición, procesamiento e interpretación de datos para el control permanente de la actividad de los volcanes.
- Determinación y análisis de deformaciones provocadas por los movimientos de la corteza terrestre.
- Elabora mapas topográficos donde se detalla el relieve de un área de interés, a efectos de asociar el relieve con la acción de fallas geológicas.
- Genera estrategias para la estimación de volúmenes de áreas deslizadas.
- Georreferencia de estaciones sísmicas para mejorar la estimación de la intensidad y la ubicación de sismos.
- Recolecta información gravimétrica para el estudio de cuerpos volcánicos.
- Contribuye a validar modelos geofísicos de deformación.
- Estima la velocidad con la que se mueve una placa tectónica o una falla geológica, de forma que se contribuye a la mejora de los códigos sísmicos.

A la Química

- Levantamientos topográficos para la ubicación de zonas sujetas a análisis químicos y la interpretación de su distribución espacial.
- Aplicaciones de sistemas de información territorial para el archivo, manejo y mantenimiento de información gráfica y literal concerniente a las zonas sometidas a análisis químicos.

A la Biología

- Levantamientos para cultivos en acuacultura y maricultura.
- Delimitación y mapeo de reservas biológicas.
- Localización y análisis espacial de elementos y zonas de interés biológico y su representación en el espacio.

- Aplicaciones de sistemas de información territorial en el manejo de áreas de interés biológico.

A la Arqueología

- Diseño y medición de redes de control para levantamientos arqueológicos.
- Levantamientos para la ubicación de objetos en descubrimientos arqueológicos.
- Levantamientos para la conservación y restauración de monumentos históricos.
- Preparación de cartografía de zonas arqueológicas

A la Ciencia Forense

- Investigación de causas por usurpación, uso de documentos falsos y estafas con propiedades, inscripciones anómalas.
- Levantamiento de escenas de crimen para reconstrucción de hechos criminales.
- Levantamientos topográficos para registro de la escena en sitio y la posterior reconstrucción en accidentes de tránsito.

2.4. Áreas disciplinarias

Las áreas disciplinarias que integran los conocimientos teóricos-metodológicos que sustentan la estructura del plan de estudios de la carrera de Ingeniería en Topografía y Geodesia se identifican y describen, de forma general, a continuación:

1. **Topografía**
   Disciplina que proporciona los conocimientos fundamentales para la medición, en la descripción de la superficie terrestre en un ámbito local para diversas aplicaciones como levantamientos catastrales, agrarios y forestales, densificación de redes.

2. **Catastro**
   Da los conocimientos para el desarrollo de inventarios de bienes inmuebles considerando la parte física y su conciliación jurídica para la planificación del adecuado desarrollo del país y múltiples fines.

3. **Geodesia**
   Ciencia de la medición y proyección de la Tierra y la determinación de la posición de objetos sobre ella y en el espacio circundante en función del tiempo, así como el estudio de su campo de gravedad.

4. **Geomática**
   Brinda el conocimiento para la captura, procesamiento, almacenamiento, interpretación, actualización y distribución de grandes volúmenes de información relativa a objetos de la superficie terrestre, referidos a un sistema de coordenadas, con la aplicación de herramientas informáticas que facilitan la automatización de procesos y el manejo ágil e integrado, permitiendo además el análisis y la toma de decisiones eficaz y eficiente.

   La Geomática o Geoinformática es una propuesta tecnológica, científica e industrial, encaminada a integrar todas aquellas tecnologías de avanzada, relacionadas con la Topografía, Geodesia,

Catastro, Sistemas de Información Geográfica, Fotogrametría Digital y Sensores Remotos, para mejorar los procesos de sistematización y automatización, en la captura, geoprocesamiento y distribución de información espacial y generación de productos de forma eficiente.

El área de estudio de la Geomática se puede subdividir de manera conceptual en dos sub-áreas:

4.1 **Sub-área de Sensores Remotos y Fotogrametría.**

Área disciplinaria que proporciona los conocimientos para capturar, procesar, y analizar información espacial a partir de fotografías métricas aéreas o terrestres, así como de imágenes digitales provenientes de sensores multiespectrales e hiperespectrales aerotransportados en aviones, drones o satélites. Permite la medición remota de características geométricas y físicas de los objetos estudiados, facilitando además el mapeo de zonas inaccesibles o peligrosas.

4.2 Sub-área de Sistemas de Información Geográfica y Cartografía.

Área disciplinaria que genera los conocimientos para poder representar gráficamente en forma análoga y digital la superficie de la Tierra, además de correlacionar información numérica o literal seleccionada y ordenada a partir de un banco de datos, permitiendo el trabajo interdisciplinario. Brinda un conjunto de herramientas, métodos y técnicas que integran y relacionan diversos componentes (usuarios, hardware, software, procesos) que permiten la organización, almacenamiento, manipulación, análisis y modelización de grandes cantidades de datos procedentes del mundo real que están vinculados a una referencia espacial, facilitando la incorporación de aspectos sociales-culturales, económicos y ambientales, que conducen a la toma de decisiones de una manera más eficaz y eficiente. En el área de Sistemas de Información Geográfica, se permite la investigación y aplicación en áreas como la gestión de los recursos, la gestión de activos, la investigación en arqueología, la evaluación del impacto ambiental, la planificación urbana, la cartografía, la sociología, la geografía histórica, el marketing y la logística, por nombrar algunos ejemplos.

5. Ciencias Básicas

Esta área disciplinar brinda una sólida formación conceptual para el sustento de las disciplinas específicas y la evolución permanente de sus contenidos en función de los avances científicos y tecnológicos; está conformada por las asignaturas troncales en la formación de un Ingeniero, como son la Matemática, Física y Estadística, las cuales son actores determinantes en la formación básica de las carrera, proporcionando a los estudiantes los fundamentos que le permitan enfrentar con éxito problemas que requieren de capacidad analítica e innovación.

Los objetivos fundamentales de las asignaturas que conforman esta área disciplinar son:

- Proporcionar una sólida formación para la comprensión de los fenómenos naturales relacionados con los procesos de medición, procesamiento e interpretación de datos en la Fotogrametría, los Sensores Remotos, la Cartografía, el Catastro, la Geodesia, y la Geomática.

- Proporcionar al estudiante las herramientas necesarias que le permitan enfrentar con éxito problemas que requieren de capacidad analítica e innovación para su solución.
- Presentar los avances conceptuales, científicos y tecnológicos que pueden ser de utilidad en la formación profesional del estudiante para el planteamiento de soluciones a problemas en las áreas de estudio de la carrera.
- Inducir en el estudiante habilidades conceptuales y técnicas que le permitan cursar satisfactoriamente las asignaturas propias de su formación como Ingeniero.
- Desarrollar en el estudiante el pensamiento analítico, crítico, lógico, reflexivo y creativo que le permita enfrentarse a los retos de la profesión de forma coherente, eficiente y eficaz
- Preparar al estudiante para el trabajo individual y en equipo, para la búsqueda del conocimiento científico y su aplicación en la solución de problemas interdisciplinarios.

Cuadro 5: Distribución de áreas disciplinarias según cursos y créditos, Ingeniería en Topografía y Catastro con grado de Bachillerato

ÁREA DISCIPLINARIA		CURSO	CRÉDITOS	PORCENTAJE
TOPOGRAFÍA		Cálculo Topográfico	3	**17,61**
		Dibujo Topográfico Asistido por Computadora	3	
		Topografía I	3	
		Topografía II	3	
		Topografía de Vías I	4	
		Hidrología	2	
		Topografía de Vías II	4	
		Topografía de Obras Civiles	3	
		Subtotal	**25**	
CATASTRO		Legislación Catastral	2	**12,68**
		Catastro I	3	
		Catastro II	4	
		Sistemas de Información Territorial	3	
		Avalúos	3	
		Diseño de Urbanizaciones	3	
		Subtotal	**18**	
GEODESIA		Sistemas Satelital de Navegación Global	3	**8,45**
		Ajuste I	3	
		Ajuste II	3	
		Geodesia Geométrica	3	
		Subtotal	**12**	
GEOMATICA	**SENSORES REMOTOS Y FOTOGRAMETRÍA**	Fotogrametría I	4	**12,68**
		Fotogrametría II	3	
	SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y CARTOGRAFÍA	Programación para ingeniería	3	
		Sistemas de Información Geográfica I	2	
		Sistemas de Información Geográfica II	3	
		Cartografía I	3	
		Subtotal	**18**	
CIENCIAS BÁSICAS		Física I para Topografía	4	**26,06**
		Matemática General	4	
		Geología para Ingeniería	2	
		Cálculo I	4	

	Física II para Topografía	4	
	Cálculo II	4	
	Algebra Lineal	4	
	Probabilidad y Estadística	3	
	Práctica Profesional Supervisada	4	
	Métodos y Técnicas de Investigación	4	
	Subtotal	**37**	
Formación Humanística y complementaria	Estudios Generales	12	**22,54**
	Inglés Integrado	8	
	Cursos Optativos	12	
	Subtotal	**32**	
	TOTAL	**142**	

Fuente: Comisión Curricular, ETCG

Cuadro 6: Distribución de áreas disciplinarias según cursos y créditos, Ingeniería en Topografía y Geodesia con grado de Licenciatura

ÁREA DISCIPLINARIA	CURSO	CRÉDITOS	PORCENTAJE
GEODESIA	Diseño Geodésico I	4	**52,8**
	Ajuste III	3	
	Geodesia Física	4	
	Diseño Geodésico II	4	
	Geodesia Satelital	4	
	Subtotal	**19**	
GEOMÁTICA **Sub-área:** **SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y CARTOGRAFÍA**	Cartografía Matemática	4	**22,2**
	Teledetección	4	
	Subtotal	**8**	
FORMACIÓN HUMANÍSTICA Y COMPLEMENTARIA	Proyecto de Graduación	3	**25,0**
	Geofísica	3	
	Cursos Optativos	3	
	Subtotal	**9**	
	TOTAL	**36**	

Fuente: Comisión Curricular, ETCG

2.5. Ejes curriculares

Las actividades formativas que dan soporte al plan de estudios y entrecruzan las áreas disciplinarias y que además, están ligadas a los principios metodológicos que orientan el desarrollo de la carrera, son los siguientes:

1. ***Teórico-práctico***
   Se refiere al proceso de enseñanza–aprendizaje mediante el que se logra la construcción de conocimientos, reforzando los mismos con aplicaciones reales, manejo instrumental, desarrollo de habilidades y destrezas, conceptualización global práctico por parte del estudiante, además de permitir analizar los resultados y productos de su propio trabajo. Este eje implica un esfuerzo interdisciplinario y participativo.

2. ***Investigación***
   Proporciona la ampliación del horizonte del conocimiento del estudiante. La investigación científica y la intuitiva o no estructurada va a permitir la formación de un profesional con mayor capacidad para enfrentar problemas, proponer soluciones e interpretar las interrelaciones del medio social, económico, político y profesional en que se desenvuelve.

3. **Ética, Calidad y Compromiso Social**
   El proceso enseñanza–aprendizaje debe generar competencias individuales que garanticen una formación ética, de calidad profesional y comprometida con el medio ambiente, el desarrollo socioeconómico y el mejoramiento de la calidad de vida de la población.

2.6. Ejes Transversales Institucionales

Los ejes transversales son parte de la filosofía y cultura institucional. Incluyen conocimientos, actitudes, comportamientos, principios, valores y concepciones que están acordes con la misión, visión y valores de la Universidad Nacional. De igual forma, dinamizan el quehacer universitario en el ámbito de la docencia, vida estudiantil, investigación, extensión, administración y producción, e inciden en la formación integral de los estudiantes y del resto de la comunidad universitaria, puesto que se incorporan en la cotidianidad como vivencias, en las disciplinas, los contenidos y en todo su quehacer. Son: género, equidad, ambiente y cultura ambiental y diversidad cultural. Por otra parte, el eje que los une a todos es el desarrollo humano sostenible.

Los dos ejes transversales que están implícitos en los contenidos y actividades curriculares de la carrera, por la naturaleza y objeto de estudio de la misma, son: desarrollo humano sostenible y ambiente y cultura ambiental.

- **Desarrollo humano sostenible:**
  Con él se pretende formar profesionales que brinden aportes al desarrollo, considerando la persona como el elemento central de este proceso, que solamente se alcanza si están íntimamente presentes los elementos de justicia social, paz, libertad, participación ciudadana, economía saludable, desarrollo científico y técnico y ética de responsabilidad individual y colectiva, que fomenten el progreso material, la solidaridad social y el equilibrio ambiental.

- **Ambiente y cultura ambiental:**
  Pone en práctica las garantías ambientales donde se trabaja por un ambiente sano, tanto en la institución, como en las comunidades donde se da la formación de los estudiantes. Busca promover una visión integral de ambiente que incluya a los seres humanos y una cultura ambiental, de manera que se refleje en comportamientos que garanticen su preservación.

- **Género:**
  Promueve el análisis diferencial entre hombres y mujeres, los papeles que desempeñan, las responsabilidades, los conocimientos, el acceso, el uso y control sobre los recursos, los problemas y las necesidades, prioridades y oportunidades, con el propósito de planificar el desarrollo con eficiencia y equidad.

- **Equidad:**
  Ofrece alternativas, crea condiciones y tratos diferenciados y compensatorios, para que las particularidades sociales no sean un impedimento para alcanzar los objetivos.

- **Diversidad cultural:**
  Implica reconocer, respetar y aceptar las diferencias culturales, para posibilitar la participación y la generación de aportes efectivos de todas las personas en aquellas actividades que las afecten o interesen de manera directa o indirecta. Compromete además a la generación de espacios para que ellas puedan reunirse. Esta situación se da con independencia del grupo étnico, convicciones religiosas, clase social, género, ideología política, habilidades y capacidad cognitiva, entre otras.

Estos tres últimos ejes transversales se traducen en las políticas y lineamientos de admisión de la Universidad y de la Unidad Académica, así como en la formulación y realización de las actividades académicas de la Escuela.

En la figura No.1 se muestra la integración de las áreas disciplinarias, los ejes curriculares y los ejes transversales.

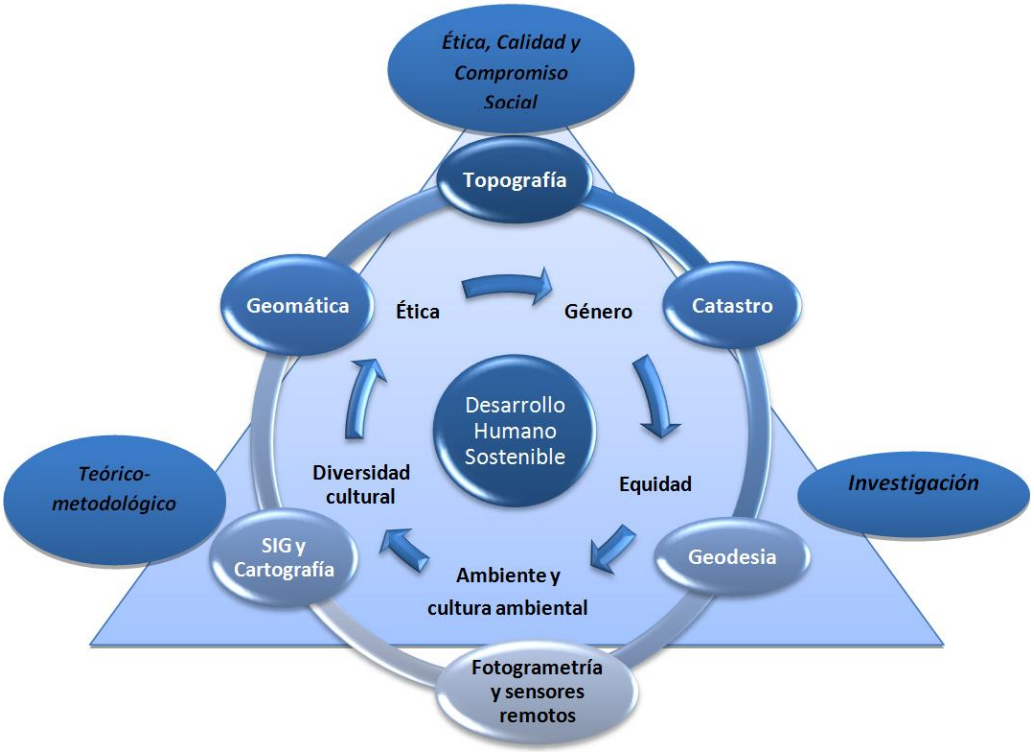


Figura Nº1: Áreas disciplinarias, Ejes curriculares y Ejes transversales

2.7. Estrategia metodológica, pedagógica y evaluativa

2.7.1. Enfoque metodológico

En el proceso de formación profesional se implementa una metodología innovadora para el abordaje de los diferentes problemas, a los que se puede enfrentar al ejercer su profesión, haciendo uso de los conceptos que van adquiriendo durante el proceso enseñanza-aprendizaje, de manera secuencial.

El proceso enseñanza-aprendizaje se logra mediante la presentación y discusión de casos reales que suceden en el ámbito de trabajo del Ingeniero Topógrafo. A partir de estos casos se pretende que el estudiante analice, sintetice y valore los conocimientos teóricos de una manera inmediata.

Las estrategias didácticas se centran en discusiones grupales realizadas a través de visitas de campo a los lugares apropiados, prácticas, búsqueda de información, discusión de lecturas, preparación de seminarios, foros, mesas redondas, investigaciones de campo, análisis *in situ* y *ex situ*, talleres y otros. Se contará, para ello, con herramientas tecnológicas como: equipo especializado, equipo multimedia, y otras (por ejemplo, Internet, acceso a paquetes de cómputo específicos, aulas virtuales).

Las actividades didácticas se realizarán bajo la supervisión del profesor. Se buscará que, desde los primeros cursos, se dirijan las actividades al ámbito de estudio. Este proceso buscará un beneficio individual del estudiante al realizar las prácticas de manera específica orientada al objeto de estudio, así como un enriquecimiento colectivo, al realizar la discusión de sus resultados en un grupo, de forma tal que se fomenta la participación activa del conjunto de estudiantes.

En todos los cursos se incluye el estudio de casos reales como medio para la apropiación de conocimiento y la aplicación práctica de conceptos; ese apartado procura que el estudiantado realice el estudio y el análisis de una situación real o hipotética y plantee soluciones al problema. Esta estrategia se incluye como medio para un aprendizaje significativo y trascendente, en donde el docente tendrá una participación preponderante en la elaboración de casos, que requiere de innovación, creatividad, visión integral del ejercicio de la profesión y preocupación por la formación integral.

Con la metodología descrita, el estudiantado estará preparado para proponer soluciones reales y válidas a problemas complejos a los que se enfrentará en el ejercicio de la profesión. Además, le sirve como base para poner en práctica conocimientos de la topografía, el catastro y la geodesia, así como para el desarrollo de habilidades y destrezas de carácter procedimental y actitudinal que fortalezcan la formación integral del discente.

2.7.2. Principios pedagógicos. Relación de los principios pedagógicos del plan con el modelo pedagógico de la UNA

Se consideran principios pedagógicos de la carrera los siguientes:

a. La formación de un profesional que logre interpretar la realidad y confrontar sus conocimientos con otros profesionales para desarrollar trabajo interdisciplinario. Este es un principio que se desarrolla a lo largo de las carreras.

b. El papel del docente es servir de guía y orientador del proceso enseñanza-aprendizaje, pero generando espacios para la construcción por parte del estudiante, así como espacios de

reflexión, análisis, interpretación y propuesta de solución a problemas investigados o planteados, además de supervisar el desarrollo de destrezas y habilidades.

c. El estudiantado juega un rol preponderante en su proceso de aprendizaje, ya que participa de forma activa aportando una serie de conocimientos y experiencias e incorporando los nuevos conceptos e instrumentos a su saber previo, lo que produce como resultado la integración de nuevos insumos a su experiencia previa profesional.

d. La construcción del conocimiento se complementa fuertemente con la práctica, buscando que los conceptos teóricos sean el sustento para la aplicación y la obtención de productos en nuestras áreas disciplinarias.

e. Conforme se avanza en la carrera, la relación docente-estudiante propicia una participación más equilibrada entre las partes, logrando un proceso de retroalimentación que permite profundizar en el análisis y la generación de propuestas de solución a los problemas planteados e investigados, además de generar productos de mayor satisfacción, tanto para el estudiantado como para el docente.

f. El proceso de enseñanza-aprendizaje se orientará hacia la aplicación de herramientas a la solución de problemas reales; en general, se promoverá el aprendizaje desde el análisis de situaciones planteadas desde el entorno. Esta estrategia didáctica es participativa y se privilegiará el uso de instrumentos que faciliten el análisis de los temas.

g. La estrategia metodológica del aula se sustenta en lecciones magistrales y la aplicación de conocimientos teóricos, técnicas y destrezas en laboratorios de gabinete y prácticas de campo de mayor participación y construcción por parte de los estudiantes.

h. Se da una estrecha relación entre la teoría y la práctica con la investigación como herramienta para asentar y ampliar los conocimientos. Los saber teóricos deben adaptarse y cuestionarse en el marco y contexto social en que se desenvuelve la disciplina.

i. Los horarios que se ofrecen para el desarrollo de los cursos se plantean de forma que permitan la asistencia tanto a estudiantes de tiempo completo como a los que trabajan. Es decir, se tienen horarios matutinos, vespertinos y nocturnos, en relación con los diferentes niveles de la carrera.

j. La investigación se fomenta instrumentalizándola como complemento de los aprendizajes, en la aplicación de nuevas tecnologías, estudio de problemas e implementación de soluciones dentro del campo disciplinar, redacción de informes técnicos, investigaciones bibliográficas e informes científicos.

2.5.3 Relaciones en el proceso educativo: papel de los docentes, papel del estudiantado y sus responsabilidades

Las relaciones entre docentes y estudiantes de la Universidad Nacional se realizan en un marco de respeto, tolerancia y diálogo. Los docentes universitarios propician que el estudiantado desarrolle el pensamiento crítico sustentado en conocimientos y convicciones.

La función docente es facilitar y orientar el proceso educativo, ayudar al educando a construir su propio conocimiento y promover un ambiente de respeto y autoconfianza que dé oportunidad para el aprendizaje, valorar los errores e identificar los estilos de aprendizaje del estudiantado.

Los docentes están llamados a organizar situaciones de enseñanza en las áreas de conocimiento que interrelacionen y articulen la teoría y la práctica, para que posibiliten la vinculación de las acciones que se desarrollan en el aula, con propósitos y fundamentos que permiten la reflexión y la conformación de conocimientos más sistemáticos. Son los promotores de un adecuado ambiente dentro del aula, en donde cada espacio constituye un microcosmos en el que los estudiantes comparten elementos culturales, lenguajes, códigos y saberes específicos. Como uno de los protagonistas del proceso educativo, están llamados a proporcionar las oportunidades para fomentar las relaciones interpersonales, la comunicación efectiva y el intercambio de vida, de manera que en las aulas se propicie una verdadera formación integral.

El trabajo del docente universitario no es una experiencia solitaria, es producto del contacto permanente con la realidad; un trabajo enriquecido socialmente con los saberes, los conocimientos, las experiencias, el intercambio de ideas, la innovación con tecnologías y la discusión rigurosa con los pares académicos de diversas áreas, los y las estudiantes y el personal administrativo y paracadémico que conforma la institución educativa.

2.5.4 Papel del estudiantado

Es vital que cada estudiante asuma un compromiso, no solo con su formación académica, sino con su formación ética, lo que significa comprender que:

"*… la ética va más allá del conjunto de prohibiciones y deberes que se adquieren al formar parte de una comunidad profesional (códigos deontológicos) porque no se reduce a reglamentar la conducta, sino que impulsa y guía la realización de acciones que redunden en beneficio de la sociedad y del profesional. Este carácter práctico que tiene la ética en el quehacer profesional permite reconocer que no forma parte del ámbito de las especulaciones filosóficas, sino que como ética aplicada genera efectos y acciones positivas. . . para las personas y grupos sociales. "* (Rosales, 2005, pág. 18)

En suma, docentes y estudiantes se constituyen en protagonistas del acto educativo, en el que los procesos de enseñanza y aprendizaje son retroalimentados permanentemente con el aporte de la experiencia de aula, la investigación, la extensión y la producción. Esta dinámica redunda, en última instancia, en una práctica educativa orientada hacia la reflexión, la participación, el trabajo cooperativo y la innovación.

2.5.5 Principios pedagógicos

Los principios pedagógicos en que se sustenta el Diplomado en Entomología Médica de la Universidad Nacional son los siguientes, según su modelo pedagógico:

- Respeto a la diversidad en todas sus expresiones.
- Respeto y compromiso con la igualdad de oportunidades y con la construcción de una sociedad más justa y equitativa.
- Formación de profesionales solidarios y comprometidos con el bienestar social.
- Flexibilidad para conceptuar el aprendizaje como proceso sociocultural, histórico, dinámico y transformable, posible y que puede construirse de muchas maneras.
- Interacción en los procesos formativos donde los conocimientos sean discutidos y enriquecidos permanentemente.
- Formación de un espíritu investigador en los futuros profesionales.
- Creatividad que permita la innovación, así como la utilización de medios, estrategias y recursos de enseñanza en los procesos de mediación pedagógica.
- Disposición para determinar los principios lógicos subyacentes en cada disciplina, que posibiliten una formación profesional de calidad.
- Evaluación como proceso integral, concertado, permanente, contextualizado y propositivo.
- Mejoramiento continuo en la formación integral de los estudiantes y los procesos de gestión académica-administrativa y paraacadémica.
- Visión prospectiva que permite la planificación estratégica para el logro de objetivos a mediano y largo plazo.

Los principios metodológicos: participación, interdisciplinariedad, análisis, síntesis, criticidad y relación teoría-práctica, posibilitan a los participantes abordar, de manera integral, las situaciones que se presenten, así como generar aportes significativos y pertinentes.

2.7.3. Principios de evaluación del proceso de enseñanza-aprendizaje. Relación de la evaluación con el modelo pedagógico institucional

Durante el proceso de formación del estudiantado, se realizarán continuamente procesos de seguimiento de su desarrollo académico, a fin de observar la construcción del conocimiento, tanto en forma individual como colectiva. Todas las actividades establecidas en el plan de estudios serán evaluadas en cada curso desde el inicio, considerando los aspectos que puedan ser utilizados para conocer su madurez académica y el grado de logro alcanzado en el campo específico que aborda cada curso.

En el proceso de evaluación se hará uso de diversos instrumentos: pruebas escritas (pruebas cortas y exámenes); pruebas prácticas (resolución de casos, elaboración de casos, investigaciones teóricas, análisis de material bibliográfico, investigaciones y prácticas *in situ* y *ex situ*, discusiones sobre temas específicos a través de mesas redondas, foros, simulación de escenarios, entre otros); generación de informes para la intervención y transformación en situaciones problema, entre otros como complementos extra.

Estas estrategias evaluativas buscan valorar la asimilación de conocimientos por parte los estudiantes, y se basarán en el principio de resolución de problemas o realización de actividades, de tal forma que cada estudiante desarrolle habilidades, destrezas y capacidades mediante procesos de formación dinámicos, que estarán acompañados permanentemente por los profesionales en las áreas competentes.

Considerando la evaluación como un proceso sistemático para el mejoramiento continuo, se evaluará fundamentalmente de tres formas: diagnóstica, formativa y sumativa. El estudiantado será evaluado en forma continua en cada una de las actividades teóricas o prácticas que se estipulan en los cursos.

La calificación mínima de aprobación es siete (7. 00), de conformidad con las normas establecidas en el Reglamento General sobre los Procesos de Enseñanza y Aprendizaje de la Universidad Nacional (SCU-2327-2010) y sus procedimientos.

2.7.4. Evaluación del plan de estudios

Tanto los cursos como los componentes teóricos, prácticos y metodológicos utilizados en el desarrollo de los mismos, serán valorados por parte de los (as) estudiantes al finalizar cada ciclo lectivo.

La coordinación académica deberá velar porque se cumpla con lo estipulado en el programa del curso, para lo cual coordinará lo necesario con los profesores al inicio de él para su buen desarrollo y aprovechamiento.

Al finalizar cada ciclo se realizará la evaluación docente, con el objetivo de determinar el nivel de logro, con respecto a los objetivos planteados. Una vez que se concluya la primera promoción, se realizará la evaluación del plan de estudios. Para ello, se llevará a cabo un taller donde participarán profesores, estudiantes y administrativos involucrados, así como otros actores que se consideren pertinentes.

La evaluación del plan de estudios es una tarea colectiva de la Unidad Académica, en donde debe estar presente el criterio de los agentes de la dimensión interna y externa. En la conducción académica se dará prioridad al seguimiento, mantenimiento al día y evaluación permanente del plan de estudios y del currículo en general. La Comisión Curricular de la Unidad debe supervisar la aplicación del plan de estudios y la implementación permanente de un plan de mejoramiento.

La evaluación parcial del Plan de Estudios se hará cada dos años, y contará con la participación de los docentes, estudiantes y administrativos de la Unidad, con el objeto de valorar los cambios de adaptación y de menor cuantía que vaya requiriendo el Plan.

La evaluación integral se efectuará cada 5 años, siguiendo la metodología y las exigencias técnicas establecidas por la Universidad y el Consejo Nacional de Rectores (CONARE), en cumplimiento a los requisitos exigidos por el Sistema Nacional de Acreditación de la Educación Superior (SINAES) en la auto-evaluación para el mejoramiento.

3. PERFIL DE LA PERSONA GRADUADA

3.1 Perfil académico:

Ingeniería en Topografía y Catastro con grado de Bachillerato: está dirigido a personas con interés en la realización de trabajos topográficos, cartográficos, catastrales, fotogramétricos, que coadyuven a la construcción de obras civiles como puentes, carreteras y edificaciones varias. Además, debe mostrar interés en utilizar y mejorar el registro catastral, realizar trabajos de campo como avalúos, mediciones, análisis de datos y generación de recomendaciones. Debe preocuparse por ejercer su profesión tomando en cuenta el buen manejo del entorno natural y artificial, unido a los derechos espaciales y legales, siendo capaz de integrarse en equipos inter y multidisciplinarios.

Ingeniería en Topografía y Geodesia con grado de Licenciatura: se ofrece a profesionales con grado de Bachillerato en Ingeniería en Topografía y Catastro y afines, que tengan interés por profundizar sus conocimientos teóricos y prácticos en los métodos geodésicos actuales y utilizar estos conocimientos en una gran variedad de aplicaciones, como: en el monitoreo de obra civil, monitoreo de objetos naturales como fallas geológicas, volcanes; en el establecimiento de redes de control para replanteo en obra civiles; en el establecimiento y mantenimiento del marco geodésico de referencia horizontal y vertical oficial del país; contribuyendo con otras geociencias como la sismología, la geofísica, la vulcanología.

3.2 Perfil ocupacional:

El Ingeniero Topógrafo y Geodesta es un profesional que tiene los conocimientos y la preparación necesarias para laborar en los niveles de planeación, organización, dirección y ejecución en las áreas de Geomática, Fotogrametría, Cartografía, Geodesia, Topografía, y ciencias afines, con el fin de establecer el marco geográfico y geométrico de referencia de todos los proyectos en que se apliquen estas disciplinas.

El Profesional se podrá desempeñar en:

- Sector Público: todas aquellas dependencias involucradas en estudios y ejecución de proyectos de construcción y mantenimiento de obras que involucran la Topografía y la Geodesia.
    - En dependencias gubernamentales dedicadas a la industria de la construcción y de la vivienda.
    - En trabajos de mejoramiento del medio ambiente.
    - En instituciones que impulsan el desarrollo agropecuario.
    - En instituciones dedicadas a la construcción de vías de comunicación.
    - En instituciones encargadas de vigilar que se cumplan los tratados sobre límites y aguas, nacionales e internacionales.
    - En municipalidades, en los departamentos de Catastro, Tributación, Construcción y Operaciones.

- Otras dependencias y entidades en el ámbito estatal y municipal, además de centros de investigación y desarrollo tecnológico.

- Sector Privado, en empresas constructoras de:
  - Infraestructura urbana.
  - Centros habitacionales, incluyendo edificios comerciales, industriales, agrícolas, etc.
  - Estudio, proyecto y supervisión de vías de comunicación.
  - Exploraciones geológicas, obras mineras e hidráulicas.
  - Nivelación de tierras.
  - Producción cartográfica mediante técnicas de Sensores remotos, Fotogrametría y Posicionamiento Global Satelital (GPS).

- Como profesional independiente:
  - Asesoría y capacitación de personal en el área de Geomática, Topografía, Catastro y Geodesia.
  - Realizando estudios y proyectos, peritajes en problemas jurídicos, que involucren límites de propiedad, inscripción de predios, avalúos, entre otros.
  - Consultor en sistemas de información catastral.
  - Ejecutando levantamientos para desarrollos agropecuarios, urbanísticos y movimientos de tierra.

El graduado bajo este plan de estudios será capaz de aplicar e innovar el conocimiento en el desarrollo de proyectos, con una visión ética, social, ambiental y técnica con las siguientes capacidades, habilidades y destreza, según los espacios laborales que se exponen a continuación:

Cuadro 7: Perfil Ocupacional, Bachillerato en Topografía y Catastro, Licenciatura en Topografía y Geodesia

ESPACIOS LABORALES	CARGOS	FUNCIONES
● Instituto Geográfico Nacional. ● Empresas de telecomunicaciones ● Instituciones públicas, en áreas de planificación del ordenamiento	● Jefe de Topografía en Proyectos Hidroeléctricos y Urbanísticos. ● Director de Departamento de Topografía o afines. ● Director de Proyectos Geodésicos. ● Jefe de Operaciones en Municipalidades.	● Establece un sistema cartesiano para definir, mediante coordenadas, un conjunto de puntos sobre la superficie terrestre que conforman una “red geodésica”, la cual sirve de referencia en la construcción de trabajos topográficos, hidrográficos, geofísicos y en la creación de Cartografía. ● Realiza el levantamiento y representación global y parcial de la superficie de la Tierra, determinando su forma y dimensiones.

ESPACIOS LABORALES	CARGOS	FUNCIONES
territorial urbano y rural. ● Ministerios del Ambiente y Energía, Agricultura y Ganadería y Desarrollo. ● Ministerios de Obras Públicas y Transportes ● Organismos de Investigación Judicial y juzgados. ● Municipios. ● Empresas geodésicas, aero-fotogramétricas y cartográficas. ● Empresas constructoras de obras civiles. ● Industrias petroleras. ● Empresas agrícolas. ● Empresas forestales. ● Empresas hidroeléctricas ● Empresas de ferrocarriles. ● Empresas de puertos. ● Empresas mineras. ● Otras instituciones no gubernamentales ● Universidades o centros de educación	● Topógrafo jefe de cuadrillas de Topografía. ● Supervisor de trabajos topográficos de campo y oficina a nivel medio. ● Jefe de Topografía en obras constructivas. ● Instructor de asistentes de Topografía. ● Perito en litigios de tierras y en información topográfica para fines de medicatura forense y levantamiento de pesquisas judiciales. ● Perito valuador con fines fiscales y de mercado ● Administrador de Bases de datos Espaciales y Sistemas de Información Geográfica. ● Administrador de Sistemas de Información Geográfica. ● Especialista Operador de Sistemas de Información Geográfica. ● Calculista de datos Topográficos. ● Especialista en Cartografía Digital. ● Calificador de Planos de Agrimensura. ● Coordinador de procesos de inscripción de planos de agrimensura.	● Realiza el diseño y ejecución de redes gravimétricas, determinando la magnitud y la dirección de la fuerza de gravedad en cualquier punto del planeta. ● Observa, estudia y describe la variación temporal del campo de gravedad. ● Determina la deformación en posición y forma de objetos naturales o artificiales. ● Dirige y administrar los proyectos de control de posición horizontal y vertical de obras civiles y del relieve de áreas específicas que requieren del conocimiento de los cambios de posición en el tiempo. ● Determina el posicionamiento de puntos sobre la superficie terrestre y también de embarcaciones en alta mar o aviones. ● Establece los Sistemas de Referencia Local, con base en los Sistemas de Referencia Global, para determinar las coordenadas de distintos puntos de un terreno. ● Realiza levantamientos para confeccionar la cartografía básica de un país, el establecimiento de fronteras nacionales e internacionales y límites internos, como trazados de límites provinciales, cantonales y distritales. ● Realiza levantamientos para cartas de navegación marítima, aérea y terrestre en donde se muestran los rasgos geográficos más relevantes, por ejemplo, las barreras, rutas aéreas, radiofaros y otros elementos de orientación, como las vías de ferrocarril o carreteras. ● Realiza levantamientos mineros y subterráneos, determinando movimientos de tierra, extensiones, volúmenes y mapeo de túneles.

ESPACIOS LABORALES	CARGOS	FUNCIONES
● Ejercicio de la agrimensura y la topografía de manera liberal.	● Docente e investigador en educación superior. ● Consultor en obras topográficas, catastrales, geodésicas, fotogramétricas, e implementación de sistemas de información geográfica.	● Apoya en la evaluación de recursos minerales, energéticos y naturales. ● Realiza levantamientos marítimos para confeccionar mapas oceánicos, de ríos, puertos o lagos, con el fin de establecer las profundidades y facilitar una navegación segura. ● Ejecuta procesos de digitalización de cartografía. ● Interpreta imágenes aéreas provenientes de sensores remotos y fotogrametría. ● Opera sistemas de Información Geográfica con fines catastrales y administración del territorio. ● Realizar levantamientos topográficos para el control de obras civiles, como caminos, puentes, puertos y proyectos hidroeléctricos. ● Realiza avalúos de terrenos y propiedades en el ámbito tributario. ● Realiza auscultación de obras de ingeniería. ● Ejecuta levantamientos de escenas de eventos criminales con fines forenses. ● Realiza cálculos de oficina como poligonales, dibujo de CAD, ajuste de redes geodésicas. ● Elabora y prepara mapas para fines específicos utilizando sistemas de Información Geográfica y dibujo asistido por computadora. ● Manipula, configura y controla equipo de medición, como: estaciones totales, teodolitos, receptores GPS, niveles, entre otros. ● Determina las coordenadas tridimensionales de objetos de interés, que permiten luego calcular áreas, volúmenes, distancias, azimuts, y direcciones.

ESPACIOS LABORALES	CARGOS	FUNCIONES
		● Analiza y valora datos de campo y confiabilidad de los resultados en mediciones geodésicas. ● Analiza la calidad de los datos de campo y los resultados. ● Aplica metodologías geodésicas en las mediciones y elaboración de resultados en proyectos de ingeniería. ● Aplica programas específicos para el cálculo y el ajuste de datos. ● Aplica criterios de conservación y mejoramiento del ambiente, así como de impactos sociales y económicos a proyectos de topografía y catastro. ● Asesora en la gestión, administración evaluación y ejecución de proyectos, incluyendo la administración de personal técnico. ● Asesora en procesos de ordenamiento territorial. ● Automatiza procesos geodésicos, topográficos, fotogramétricos y catastrales. ● Consigna los cambios físicos que sufren los predios en el tiempo. ● Construye modelos y genera simulaciones de mediciones para aplicaciones cartográficas. ● Define estándares para la elaboración de producción fotogramétrica y de cartografía digital. ● Dirige, desarrolla y supervisa trabajos geodésicos para proyectos de Cartografía, Fotogrametría, Catastro, Geomática y avalúos. ● Diseña y selecciona modelos de aplicación de Sistemas de Información Territorial (SIT). ● Efectúa levantamiento de predios y su inscripción ante el Estado. ● Ejerce profesionalmente la docencia, incluyendo el manejo de equipo y realizando investigación.

ESPACIOS LABORALES	CARGOS	FUNCIONES
		● Planifica, organiza, coordina, dirige y ejecuta actividades y tareas de medición y cálculo y representación de la Tierra sobre una superficie de referencia. ● Procesa datos de campo y elabora resultados para la construcción y actualización cartográfica. ● Realiza avalúos de bienes según las metodologías de valuación aplicables y tomando en cuenta las normas nacionales e internacionales de valoración. ● Replantea estructuras y objetos puntuales a partir de información gráfico–numérica. ● Simula, diseña, establece y controla redes geodésicas para el diseño, ejecución y control de obras civiles. ● Realiza investigaciones cartográficas, geodésicas para la implementación de nuevas cartografías y sistemas de referencia. ● Formula y desarrolla cursos de formación profesional, capacitación continua y actualización profesional en ámbito de la Topografía, Administración del Territorio, Geodesia y Geomática. ● Ejecuta las labores de Topografía, Administración del Territorio, Geodesia y Geomática con base a la normativa vigente en administración de servicios, medio ambiente, conservación, planificación regional y urbana.

3.3 Perfil Profesional del graduado de la Ingeniería en Topografía y Castrato con grado de Bachillerato:

Saber conceptual

Al concluir el plan de estudios, cada estudiante tendrá conocimiento sobre:

- Normas y aspectos legales que requiere en los diferentes proyectos relacionados con las áreas de Topografía, Administración del Territorio, Geodesia y Geomática.
- Herramientas de la geomática en el desarrollo de los proyectos topográficos y de administración del territorio.
- Instrumentos y software especializado para la solución de múltiples problemas: equipos GNSS, sistemas de información geográfica y para el procesamiento de imágenes.
- Los conceptos teóricos-prácticos fundamentales sobre las técnicas utilizadas en Geodesia para el diseño, establecimiento, ajuste, mantenimiento y densificación del Sistema Nacional de Coordenadas aplicando metodologías convencionales y sistemas de posicionamiento global.
- Metodologías de valoración para fines fiscales, ambientales y de mercado.
- Técnicas de levantamiento y mantenimiento catastral.
- Metodologías para el cálculo topográfico.
- Metodologías para el trabajo de agrimensura en agricultura, fraccionamiento, áreas de conservación, zona marítimo terrestre, zonas limítrofes, movimientos de tierra, vías de transporte, entre otros.
- Técnicas para establecer y delimitar la zona marítima terrestre y la pleamar.
- Técnicas para el procesamiento, almacenamiento, análisis y visualización de datos geográficos, que permiten la distribución y generación de cartografía digital.
- Técnicas para el levantamiento, diseño, replanteo y control de obras civiles.
- Técnicas para determinación de las coordenadas bidimensionales y tridimensionales de objetos sobre la superficie terrestre, que permite definir áreas, volúmenes, ubicación y longitudes de los mismos.
- Técnicas para la determinación de los valores más probables, parámetros de calidad y confiabilidad de las coordenadas y las observaciones que conforman una red geodésica.
- Los fundamentos de Geometría, Matemática, Química y Física que permiten entender los fenómenos físicos y naturales que afectan las mediciones, que facilitan el modelado y corrección de las mismas.
- Técnicas para el mapeo y representación gráfica de la superficie terrestre.
- Automatización de procesos y cálculos mediante herramientas informáticas.
- Modelos de planificación urbana y rural, historia y tendencias actuales.
- Conoce los procesos catastrales, registrales y de fraccionamiento de la propiedad inmueble para los fines del Registro Inmobiliario en Costa Rica.
- Técnicas para la generación de cartografía mediante técnicas fotogramétricas modernas.

Saber procedimental

Al finalizar el plan de estudios cada estudiante será capaz de:

- Diseñar y planificar vuelos fotogramétricos, control terrestre, aerotriangulación y restitución fotogramétrica de todo tipo de cartas, a escala grande, mediana y pequeña; creación de modelos digitales de elevación y ortofotos digitales.
- Diseñar, implementar y evaluar sistemas de información territorial para la gestión del cobro del impuesto para los departamentos de Bienes Inmuebles en los gobiernos locales.
- Diseñar, implementar y utilizar bases de datos georreferenciadas.

- Ejecutar actividades profesionales orientadas a la calificación y registro de documentos públicos y privados, propios del proceso de inscripción que conlleva a la publicidad registral.
- Ejecutar proyectos y mediciones relacionados con la auscultación de obras civiles.
- Elaborar criterios técnicos para el peritaje de bienes inmuebles.
- Elaborar mapas y planos para diseño de obras civiles de pequeña, mediana y gran escala.
- Elaborar planos y medidas necesarias para nivelaciones, cálculo de áreas, rumbos, posiciones, fraccionamientos, curvas de nivel, volumen de tierra, y determinación de pendientes.
- Elaborar y actualizar cartografía digital utilizando técnicas modernas de teledetección para la captura de datos.
- Elaborar y procesar ortofotos digitales mediante técnicas de fotogrametría digital y SIG.
- Establecer puntos de control terrestres para la toma y procesamiento de fotografías.
- Realizar levantamiento de detalles, para el mantenimiento y conservación de edificios declarados patrimonio nacional.
- Controlar y fiscalizar la ubicación de alcantarillados y disposición de aguas servidas en Zona Marítimo Terrestre y áreas limítrofes.
- Coordinar, asignar y controlar el trabajo que ejecutan las cuadrillas de topografía, hidrometría y estudios básicos en el campo.
- Correlacionar información numérica y literal con información gráfica aplicando SIG.
- Dar mantenimiento a puntos de control en obras portuarias.
- Delimitar la zona marítima terrestre y la pleamar.
- Establecer puntos de apoyo para la navegación aérea en aeropuertos y levantamientos batimétricos.
- Planificar, elaborar y evaluar productos fotogramétricos mediante las técnicas de fotogrametría digital y convencional.
- Planificar, diseñar y ejecutar levantamientos catastrales.
- Dirigir y ejecutar levantamientos topográficos de diferentes obras civiles.
- Diseñar aplicaciones fotogramétricas para la producción cartográfica oficial y casos específicos.
- Diseñar y replantear fraccionamiento de tierras para distribución parcelaria.
- Implementar aplicaciones fotogramétricas para cartografía de vigilancia y control de zonas de riesgo.
- Implementar la combinación de software CAD para cartografía en integración al SIG.
- Utilizar programas informáticos en el procesamiento de datos y obtención de información de imágenes producidas por sensores remotos.
- Implementar y aplicar los sistemas de información geográfica en la producción de cartografía temática digital.
- Interpretar planos de construcción de edificación para su replanteo y montaje de elementos constructivos.
- Realizar el levantamiento y mapeo de zonas de recarga acuífera en áreas costeras y zonas de mantos acuíferos.
- Ejecutar levantamientos topográficos para centros de población, fraccionamiento rural, inventarios forestales y reservas indígenas.
- Levantar y replantear alcantarillados, sistemas de agua potable, rellenos sanitarios, acueductos, sistemas de riego y tuberías de presión.
- Diseñar, levantar y replantear caminos y carreteras, túneles, canales y vías férreas.

- Levantar zonas de conservación y protección agrícola.
- Evaluar avances de obra y en la determinación de sus costos.
- Realizar topografía especial para obras hidroeléctricas.
- Realizar batimetría y topografía para dragado.
- Realizar el mantenimiento catastral de las zonas ABRE (Áreas Bajo Regímenes Especiales).
- Realizar estudios y mapeos de deslizamientos de materiales.
- Realizar localización y análisis espacial de elementos y zonas de interés biológico y su representación en el espacio.
- Realizar validación y saneamiento en el Registro Inmobiliario.
- Estudiar y analizar datos y resultados para obras de ingeniería.
- Fiscalización de planos catastrales en Zona de Concesión o zona limítrofe con ella.
- Contribuir al manejo del recurso hídrico con el uso de sistemas de información geográfica.
- Representar en un plano o mapas los resultados de los levantamientos topográficos.
- Realizar informes técnicos.
- Realizar levantamientos hidrográficos.

3.4 Perfil profesional del graduado de la Ingeniería en Topografía y Geodesia con grado de Licenciatura:

Saber conceptual

Al concluir el plan de estudios, cada estudiante tendrá conocimiento sobre:

- La aplicación práctica de técnicas utilizadas en la Geodesia moderna para el diseño, establecimiento, procesamiento, ajuste, mantenimiento y densificación de un marco geodésico de referencia horizontal y vertical a escala global, continental, nacional y local.
- Técnicas para la generación de modelos geoidales, para aplicaciones geodésicas, geofísicas y oceanográficas.
- Técnicas para efectuar levantamientos gravimétricos para prospecciones geofísicas y establecimiento de redes gravimétricas.
- Procedimientos para la determinación y análisis de deformaciones por métodos geodésicos en objetos naturales como fallas geológicas, deslizamientos, volcanes, por tectónica de placas y artificiales como puentes, represas, túneles, entre otros.
- Conceptos y técnicas de diseño, medición, procesamiento y control que permiten gestionar el componente técnico de un proyecto de ingeniería.
- Conceptos avanzados sobre el funcionamiento de los sistemas GNSS, donde se destaca el conocimiento de las fuentes de error que afectan las observaciones y su tratamiento.
- Conceptos avanzados en el procesamiento de datos de GNSS, que le permiten desarrollar metodologías para cumplir con los fines de múltiples aplicaciones.
- Aplicaciones de los sensores remotos en tareas de índole geodésicas, como estudios de deformación en volcanes y fallas geológicas, usando InSAR y métodos modernos de auscultación de obras civiles mediante el uso de escáneres terrestres.
- Métodos para efectuar el replanteo de precisión en aplicaciones industriales y otro tipo de aplicaciones y realizar el control del mismo.

- Conceptos sobre los métodos de observación geodésicos modernos aplicaciones como el establecimiento de un marco de referencia, uso de satélites artificiales para el estudio del campo de la gravedad de la Tierra y Altimetría Satelital.
- Conceptos básicos de Geofísica requeridos para el entendimiento de fenómenos que afectan las observaciones geodésicas.
- Conceptos sobre los diferentes sistemas de alturas que se pueden establecer en la actualidad y la relación entre los mismos.

Saber procedimental

Al finalizar el plan de estudios, cada estudiante podrá:

- Diseñar redes geodésicas para múltiples fines como control geodésico en obra civil, estudios de deformaciones por métodos geodésicos, apoyo para trabajos catastrales y fotogramétricos, entre otros, aplicando métodos convencionales y satelitales.
- Aplicar estrategias para optimizar los procesos de diseño y establecimiento de redes geodésicas.
- Enlazar levantamientos al marco de referencia global, regional o nacional (oficial).
- Generar propuestas metodológicas para el mantenimiento de redes geodésicas horizontales y verticales oficiales y particulares.
- Generar procedimientos para aplicar controles a los equipos topográficos convencionales y determinar si es necesario la calibración de los mismos.
- Determinar, basado en conceptos estadísticos avanzados, la calidad de observaciones convencionales y satelitales.
- Identificar el sitio más adecuado para instalar una estación GNSS de operación continua, incluyendo consideraciones como monumentación, telecomunicaciones, seguridad de los equipos, entre otros.
- Vincular distintos sistemas de alturas, sean establecidos con métodos convencionales o satelitales.
- Proponer metodologías para efectuar estudios de deformación, considerando la fuente de la deformación, la frecuencia de la misma, el tipo de objeto y otros elementos.
- Generar estrategias para efectuar la transformación de coordenadas de capas de información y vértices geodésicos asociados a distintos sistemas de coordenadas.
- Técnicas para efectuar el replanteo de maquinaria industrial.
- Actualizar las coordenadas de las estaciones de referencia en un procesamiento GNSS a la época de observación.
- Usar herramientas en línea para el procesamiento de observaciones GNSS.
- Analizar la cinemática de un marco de referencia a partir de la estimación de la velocidad de las estaciones que lo conforman.
- Diseñar, medir y procesar observaciones gravimétricas con fines geodésicos y geofísicos.
- Determinar modelos geoidales locales a partir de nivelaciones y mediciones GNSS.
- Proponer metodologías para la generación de un modelo geoidales nacional.
- Establecer y mantener el sistema de alturas oficial del país, considerando las recomendaciones emitidas por organizaciones internacionales.
- Establecer y mantener la red gravimétrica oficial del país.

3.4. Perfil actitudinal del graduado de Bachillerato y Licenciatura

El presente plan de estudios promueve una actitud racional y un comportamiento expresivo en la resolución de problemas, lo que le permitirá al graduado ser riguroso, ético, objetivo, responsable, honesto y sistemático al formular juicios sobre una determinada situación.

Al finalizar el plan de estudios cada estudiante:

- Poseerá una actitud crítica y reflexiva en torno a la situación actual de los proyectos topográficos, tanto a nivel local como nacional e internacional.
- Desarrollará su capacidad para trabajar en equipos multidisciplinarios, locales, nacionales o internacionales, en aspectos relacionados con las áreas de Topografía, Catastro, Geodesia, Geomática y Medio Ambiente.
- Comprenderá los conceptos teóricos-prácticos avanzados sobre las técnicas utilizadas en Geodesia para el diseño y ajuste de redes geodésicas.
- Entablará adecuadas relaciones humanas.
- Promoverá una conciencia social sostenible con su entorno y su medio laboral.
- Desplegará una ética centrada en el desarrollo humano, laboral y conservación de la naturaleza.
- Será líder en su grupo de trabajo y mantendrá una actitud vigilante para que se apliquen los principios de equidad, justicia, sostenibilidad ambiental y cultural en su lugar de trabajo.
- Asumirá, como parte integral de su quehacer, los aspectos éticos, tanto en el plano personal como en el profesional.
- Respetará a sus colegas y en general a todas las personas con que tengan relación con su entorno.
- Se actualizará de manera permanente en el área de estudio y áreas afines.
- Tendrá disposición para resolver problemas con los recursos disponibles a su alcance.

4. OBJETIVOS DEL PLAN DE ESTUDIOS

4.1. Objetivos Generales

a. Formar ingenieros en Topografía, Catastro y Geodesia, para satisfacer las necesidades de la sociedad en cuanto a la demanda de profesionales con capacidad para gestionar información sobre la superficie terrestre y su entorno cercano.

b. Formar profesionales que suministren información gráfica, numérica y literal de una porción de terreno o un territorio para ser usada como un insumo para el desarrollo de proyectos socioeconómicos.

c. Incorporar a la sociedad, profesionales formados con rigurosidades científicas, técnicas y éticas, reflexivas, creativas, autónomas y comprometidas en el campo de las mediciones, recolección, procesamiento de datos y análisis de resultados, para la determinación de la forma y dimensiones de la Tierra.

d. Formar ingenieros en Topografía, Catastro y Geodesia con grado de bachiller para satisfacer las necesidades de la sociedad en cuanto a la demanda de profesionales con capacidad para ejecutar las tareas necesarias para el levantamiento, replanteo y control de obras de ingeniería, utilizando metodologías, instrumental y técnicas modernas de procesamiento.

e. Formar ingenieros en Topografía, Catastro y Geodesia con grado de bachiller para satisfacer las necesidades de la sociedad en cuanto a la demanda de profesionales con capacidad de almacenar, editar, analizar y consultar bases de datos espaciales, utilizando metodologías, instrumental y técnicas modernas de geoprocesamiento.

f. Formar ingenieros en Topografía, Catastro y Geodesia con grado de licenciatura para satisfacer las necesidades de la sociedad en cuanto a la demanda de profesionales con capacidad para diseñar, implementar y evaluar redes geodésicas para el desarrollo de obras de ingeniería de pequeña, mediana y gran envergadura.

g. Formar ingenieros en Topografía, Catastro y Geodesia con grado de licenciatura para satisfacer las necesidades de la sociedad en cuanto a la demanda de profesionales con capacidad para diseñar, implementar y evaluar sistemas de información geoespacial, utilizando metodologías, instrumental y técnicas modernas del área de la geomática.

4.2. Objetivos Específicos

Dado que se ofrecen los grados de Bachillerato en Topografía y Catastro, y Licenciatura en Topografía y Geodesia, se definen los objetivos específicos de acuerdo con el grado que se otorga. Es importante enfatizar que los objetivos son inclusivos para los grados superiores, es decir, los objetivos del bachillerato están incluidos en los de la licenciatura.

Objetivos para el Bachillerato

Para el grado de Bachillerato se tiene como objetivos:

1. Formar profesionales críticos, creativos, independientes y participativos, con un dominio sólido del conocimiento de las metodologías y técnicas topográficas y catastrales, y su aplicación en la descripción del relieve terrestre.
2. Formar profesionales con amplio dominio de las técnicas, metodologías e instrumentación, que permiten la determinación de las coordenadas de los puntos, ubicación, forma y posición relativa de objetos sobre la superficie terrestre.
3. Formar profesionales con conocimientos sólidos capaces de incorporarse al ámbito laboral de una forma rápida y eficiente, de forma tal que le permita a las instituciones públicas y privadas alcanzar sus objetivos.
4. Formar profesionales con capacidad para representar en un plano la forma y tamaño del terreno en estudio y sus principales accidentes naturales o artificiales, con el objetivo tanto de elaborar y ejecutar proyectos de obras públicas, urbanismo y ambientales, como desarrollar todo tipo de obras subterráneas, como túneles o explotaciones mineras.

5. Formar profesionales con los conocimientos y habilidades en el área de la geomática que le permite almacenar, procesar y visualizar información espacial.

Objetivos para la Licenciatura

Para el grado de Licenciatura se tiene como objetivos:

1. Formar ingenieros en Topografía y Geodesia con el grado de Licenciatura, con capacidad de diseñar y desarrollar proyectos catastrales, topográficos y geodésicos.
2. Formar profesionales con capacidad para planificar, ejecutar y gestionar procesos de medida, posicionamiento y navegación, operación de sistemas de información geográfica, explotación de imágenes; representación y visualización de la información catastral.
3. Formar profesionales con capacidad para planificar, ejecutar y gestionar procesos y productos de aplicación a la obra civil y la construcción; a la ingeniería medio ambiental, agronómica, forestal y minera; de aplicación en el catastro y registro, ordenamiento del territorio y otras geociencias.
4. Formar profesionales con capacidad de generar información acorde a los requerimientos técnicos, considerando las necesidades de exactitud, tiempo y costo de los productos esperados.

5. METAS DE FORMACIÓN

Cuadro 8: Metas de Formación, Bachillerato en Topografía y Catastro, Licenciatura en Topografía y Geodesia

VARIABLES	BAHILLERATO		LICENCIATURA	
	ABSOLUTOS POR PROMOCIÓN	RELATIVOS	ABSOLUTOS POR PROMOCIÓN	RELATIVOS
Cupos disponibles	60	100%	20	100%
Índice de deserción	20	33%	5	25%
Índice de aprobación	40		15	
Índice de reprobación				
Número de graduados por promoción	35		5	
Duración del plan de estudios por promoción	4 años		1 año + realización del Trabajo Final de Graduación	
Número de promociones	5			

Cupos disponibles para ingreso: **60**
Cupos reales para primer ingreso: **55**

Porcentaje de deserción: De acuerdo al comportamiento histórico, en el primer año cambian de carrera o abandonan la universidad un 30 %. En el segundo año la deserción es baja, alrededor de un 5%. De tercer año hasta obtener el bachillerato existe una deserción cero, después del bachillerato la deserción aumenta hasta un 50% motivado por la inserción del bachiller al mundo laboral, de este

porcentaje un 50% no concluye las materias de licenciatura por el mismo motivo, y sólo un 10% de los estudiantes opta por presentar su proyecto de tesis.

Ante el bajo número de graduados con el grado de licenciatura, la Escuela aprobó un nuevo reglamento sobre trabajos de graduación con una mayor gama de opciones, buscando la flexibilidad y la adaptación a las necesidades de los estudiantes que tienen que combinar el trabajo con los estudios y las responsabilidades familiares.

Número de graduados por promoción: **40**
Número de promociones que ofrece la carrera por año: **2**
Número estimado de graduandos por año con el grado de Bachillerato: **35**
Número estimado de graduandos por año con el grado de Licenciatura: **5**

6. ESTRUCTURA CURRICULAR

Al estudiante se le otorgará el título de Bachillerato en Ingeniería en Topografía y Catastro al completar los 142 créditos, y el título de Licenciatura en Ingeniería en Topografía y Geodesia al cumplir los 36 créditos y al aprobar el Trabajo Final de Graduación. Las modalidades para los trabajos finales para obtener el grado de Licenciatura están reguladas por el Reglamento de Trabajos de Graduación en Licenciatura y son las siguientes: Tesis Grado, Proyecto de Graduación, Seminario de Graduación, Práctica dirigida y Articulo científico. El plan de estudios incluye dos cursos en los cuales se desarrollan las propuestas de graduación, a saber, Métodos y Técnicas de Investigación y Proyecto de Graduación.

La estructura curricular del plan de estudio se muestra en el cuadro 9, considerando para su presentación el ciclo lectivo y el nivel en el que se ubica cada curso. Asimismo, para la distribución respectiva de las horas semanales por materia, la Escuela de Topografía, Castro y Geodesia se ha basado en la normativa institucional, incorporando las horas teoría, las horas prácticas, las horas de estudio independiente, las horas totales por semana y las horas docentes.

A continuación, se presenta la descripción, los objetivos, los contenidos y la bibliografía para cada uno de los cursos que integran los diferentes períodos y que en conjunto conforman la estructura curricular de la carrera de Ingeniería en Topografía y Geodesia.

El Bachillerato se compone de 142 créditos y la Licenciatura de 36, para un total de 178 créditos. En cuanto al idioma instrumental, el estudiante debe seleccionar el idioma inglés, debido a que mucha información bibliográfica se publica es ese idioma. La destreza informática se adquiere en varios de los cursos propios de la carrera: Programación para Ingeniería, Dibujo I, Sistemas de Información Geográfica I y II, Fotogrametría I y Ajuste I, II y III.

Para la determinación de los créditos, se ha respetado el “Convenio para unificar la definición del crédito en la educación superior de Costa Rica”, firmado por el Consejo Nacional de Rectores, en noviembre de 1976, donde se define el crédito como:”…una unidad valorativa del trabajo del estudiante que equivale a tres horas reloj semanales de trabajo del mismo, durante 15 semanas,

aplicadas a una actividad que ha sido supervisada, evaluada y aprobada por el profesor." (CONARE, 1990).

De acuerdo con la definición anterior, en el presente plan de estudios, diseñado para períodos de 17 semanas, el valor del crédito se ha interpretado de la siguiente manera: un crédito es equivalente a 2,5 horas por semana durante 17 semanas, es decir, un crédito equivale a 45 horas en total en un curso, incluyendo horas contacto y horas de estudio independiente.
De los criterios emitidos por estudiantes, egresados, empleadores, el Colegio de Ingenieros Topógrafos y docentes se extraen las siguientes conclusiones:

- Las materias de formación general, estudios generales, idioma instrumental, matemáticas y física deben estar al inicio de la carrera para que sean conocimientos que sirvan de referente y como herramientas que el estudiante va a necesitar a lo largo de su carrera.
- Las materias disciplinarias de la carrera deben tener una organización y estrategia pedagógica que permita el aprendizaje práctico ligado a las necesidades y demandas laborales, lo que implica reorientar los cursos a formas de aprendizaje de mayor aporte y creación por parte del estudiante, reforzando su visión práctica y menos conductista por parte del profesor
- Los cursos deben tener una estructura y contenidos generales que le permitan la flexibilidad para adaptarse al surgimiento de nuevas tecnologías y conocimientos disciplinares.
- Se busca una mayor flexibilidad curricular y la concentración de conocimientos de una misma disciplina o áreas con continuidad y secuencia.
- Orientación hacia una formación sólida como ingeniero que le dé paridad con profesionales de otras ramas de la ingeniería, permitiendo el trabajo inter y multidisciplinario, como aporte de nuestros graduados a otras disciplinas.
- Se amplía el rango de los contenidos buscando una mayor competitividad del graduado, ante una consecuencia de variación de los campos laborales y conocimientos emergentes
- Adopción de cursos optativos como una directriz institucional y parte de la flexibilidad curricular. Se definen cursos optativos propios de la carrera como ampliación del conocimiento disciplinar, y se establece que al menos 9 créditos de cursos considerados como disciplinares y 3 créditos de otras entidades de la Universidad.
- Cambio de nombre de algunos cursos existentes en el Plan de Estudios 2005 para adaptarlos a la realidad de sus objetivos y contenidos, además de que puedan ser percibidos con más claridad por otros interesados.
- Los grados que otorga el presente plan son el de Bachillerato en Topografía y Catastro y el de Licenciatura en Topografía y Geodesia.
- Las modalidades para los trabajos finales para obtener el grado de Licenciatura están reguladas por el Reglamento de Trabajos de Graduación en Licenciatura y son las siguientes: Tesis Grado, Proyecto de Graduación, Seminario de Graduación, Práctica dirigida, Articulo científico
- Los requerimientos para presentar y aprobar el Trabajo Final de Graduación están plasmados en el Reglamento de Trabajos Finales de Graduación de la Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia, APROBADO EN ASAMBLEA DE LA ESCUELA DE TOPOGRAFÍA, CATASTRO Y GEODESIA, SESION ORDINARIA Nº 02-15 DEL 29 DE JULIO DE 2015, MEDIANTE ACUERDO FCEN-ETCG-AAU-003-2015, modificado en la sesión ordinaria de la Asamblea de Unidad Académica 03-2015 del 11 de septiembre de 2015

Cuadro 9: Estructura Curricular, Bachillerato en Topografía y Catastro

Código	Nivel	Ciclo lectivo	Nombre del curso	No. Créditos	Horas por semana						
					Presenciales/Contacto				Estudio ind.	Total de horas	Horas Docente
					Teoría	Práctica	Lab	Gira			
TGF 400	**I**	I	Cálculo Topográfico	3	2	1	-	-	5	8	**3**
TGF 401	**I**	I	Dibujo Topográfico Asistido por Computadora	3	2	2	-	-	4	8	**4**
TGF 402	**I**	I	Geología para Ingeniería	2	2	1	-	*	2	5	**3**
MAT 001	**I**	I	Matemática General	4	3	2	-	-	6	11	**5**
	I	I	Estudios Generales	3	-	-	-	-	-	8	**-**
	I	I	Estudios Generales	3	-	-	-	-	-	8	**-**
Sub Total I Ciclo, I Nivel				**18**							
FIY 423 FIY 423L	**I**	II	Física I para Topografía	4	4	-	2 A	-	5	11	**6**
MAT 002	**I**	II	Cálculo I	4	3	2	-	-	6	11	**5**
TGF 403	**I**	II	Topografía I (curso colegiado)	3	3	3	-	*	2	8	**6**
	I	II	Estudios Generales	3	-	-	-	-	-	8	**-**
	I	II	Estudios Generales	3	-	-	-	-	-	8	**-**
Sub Total II Ciclo, I Nivel				**17**							
TGF 404	**II**	I	Programación para Ingeniería	3	1	3	-	-	4	8	**4**
FIY 424 FIY 424L	**II**	I	Física II para Topografía	4	4	-	2 A	-	5	11	**6**
MAT 003	**II**	I	Cálculo II	4	3	2			6	11	**5**
TGF 405	**II**	I	Topografía II (curso colegiado)	3	3	-	3 A	*	2	8	**6**
LIX 410	**II**	I	Inglés Integrado I	4	3	3	1	-	4	11	**7**
Sub Total I Ciclo, II Nivel				**18**							
TGF 406	**II**	II	Sistemas de Información Geográfica I	2	1	2	-	-	2	5	**3**
TGF 407	**II**	II	Legislación Catastral	2	3	-	-	-	2	5	**3**
TGF 408	**II**	II	Sistemas Satelitales de Navegación Global (curso colegiado)	3	3	-	3 A	*	2	8	**6**
MAT 005	**II**	II	Algebra Lineal	4	3	2			6	11	**5**
MAT 006	**II**	II	Estadística y Probabilidad	3	3	1			4	8	**4**
LIX 411	**II**	II	Inglés Integrado II	4	3	3	1	-	4	11	**7**
Sub Total II Ciclo, II Nivel				**18**							
TGF 409	**III**	I	Sistemas de Información Geográfica II	3	2	2	-	-	4	8	**4**
TGF 410	**III**	I	Catastro I (curso colegiado)	3	3	-	3 A	*	2	8	**6**
TGF 411	**III**	I	Cartografía I	3	2	1	-	-	5	8	**3**

Código	Nivel	Ciclo lectivo	Nombre del curso	No. Créditos	Horas por semana						
					Presenciales/Contacto				Estudio ind.	Total de horas	Horas Docente
					Teoría	Práctica	Lab	Gira			
TGF 412	**III**	I	Topografía de Vías I (curso colegiado)	4	3	-	4 A	*	4	11	**7**
TGF 413	**III**	I	Hidrología	2	2	1	-	*	2	5	**3**
	III	I	Optativo Libre	3	-	-	-	-	-	8	**-**
Sub Total I Ciclo, III Nivel				**18**							
TGF 414	**III**	II	Fotogrametría I (curso colegiado)	4	3	-	3 A	-	5	11	**6**
TGF 415	**III**	II	Catastro II (curso colegiado)	4	3	3	-	*	5	11	**6**
TGF 416	**III**	II	Ajuste I	3	1	2	-	-	5	8	**3**
TGF 417	**III**	II	Topografía de Vías II (curso colegiado)	4	3	3	-	*	5	11	**6**
	III	II	Optativo Disciplinar	3	-	-	-	-	-	8	**-**
Sub Total II Ciclo, III Nivel				**18**							
TGF 418	**IV**	I	Fotogrametría II	3	2	2	-	-	4	8	**4**
TGF 419	**IV**	I	Sistemas de información territorial	3	2	1	-	-	5	8	**3**
TGF 420	**IV**	I	Ajuste II	3	1	2	-	-	5	8	**3**
TGF 421	**IV**	I	Topografía de Obras Civiles	3	2	1	-	*	5	8	**3**
TGF 422	**IV**	I	Avalúos	3	2	1	-	*	5	8	**3**
	IV	I	Optativo Disciplinar	3	-	-	-	-	-	8	**-**
Sub Total I Ciclo, IV Nivel				**18**							
TGF 423	**IV**	II	Diseño de Urbanizaciones	3	2	1	-	*	5	8	**3**
TGF 424	**IV**	II	Geodesia Geométrica	3	2	1	-	-	5	8	**3**
TGF 425	**IV**	II	Práctica Profesional Supervisada	4	2	1		*	8	11	**3**
TGF 426	**IV**	II	Métodos y Técnicas de Investigación	4	2	1	-	-	8	11	**3**
	IV	II	Optativo Disciplinar	3	-	-	-	-	-	8	**-**
Sub Total II Ciclo, IV Nivel				**17**							
Total del Bachillerato				**142**							

Cuadro 10: Estructura Curricular, Licenciatura en Topografía y Geodesia

Código	Nivel	Ciclo lectivo	Nombre del curso	No. Créditos	Horas por semana						
					Presenciales/Contacto				Estudio ind.	Total de horas	Horas Docente
					Teoría	Práctica	Lab	Gira			
TGF 500	**V**	I	Diseño Geodésico I (curso colegiado)	4	3	4	-	*	4	11	**7**
TGF 501	**V**	I	Ajuste III	3	1	2	-	-	5	8	**3**
TGF 502	**V**	I	Geodesia Física	4	2	1	-	-	8	11	**3**
TGF 503	**V**	I	Cartografía Matemática	4	2	1			8	11	**3**
TGF 504	**V**	I	Proyecto de Graduación	3	2	1	-	-	5	8	**3**
Sub Total I Ciclo, I Nivel				**18**							
TGF 505	**V**	II	Diseño Geodésico II (curso colegiado)	4	3	4	-	*	4	11	**7**
TGF 506	**V**	II	Geofísica	3	2	1	-	-	5	8	**3**
TGF 507	**V**	II	Geodesia Satelital	4	2	1			8	11	**3**
TGF 508	**V**	II	Teledetección	4	2	1	-	-	8	11	**3**
	V	II	Optativo disciplinar	3	-	-	-	-	-	-	**-**
TGF 509			Trabajo Final de Graduación	0							
Sub Total II Ciclo, I Nivel				**18**							
Total del Licenciatura				**36**							

Cuadro 11: Malla curricular de la Ingeniería en Topografía y Geodesia, con grado de bachillerato y licenciatura.
Horas totales por semana / número de créditos

Bachillerato, 142 créditos								Licenciatura, 36 créditos	
Nivel: 1		Nivel: 2		Nivel: 3		Nivel: 4		Nivel: 5	
Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 1	Ciclo 2
Cálculo Topográfico (8/3)		Programación para Ingeniería (8/3)	Sistemas de Información Geográfica I (5/2)	Sistemas de Información Geográfica II (8/3)	Fotogrametría 1 (11/4)	Fotogrametría II (8/3)		Cartografía Matemática (11/4)	Teledetección (11/4)
Geología para Ingeniería (5/2)	Física I para Topografía (11/4)	Física II para Topografía (11/4)	Legislación Catastral (5/2)	Catastro I (8/3)	Catastro II (11/4)	Sistemas de Información Territorial (8/3)	Diseño de Urbanizaciones (8/3)	Diseño Geodésico I (11/4)	Diseño Geodésico II (11/4)
Dibujo Topográfico Asistido por Computadora (8/3)	Topografía I (8/3)	Topografía II (8/3)	Sistemas Satelitales de Navegación Global (8/3)	Topografía de Vías I (11/4)	Topografía de Vías II (11/4)	Topografía de Obras Civiles (8/3)	Práctica Profesional Supervisada (11/4)	Geodesia Física (11/4)	Geodesia Satelital (11/4)
Matemática General (11/4)	Cálculo I (11/4)	Cálculo II (11/4)	Algebra lineal (11/4)	Cartografía I (8/3)	Ajuste I (8/3)	Ajuste II (8/3)	Geodesia Geométrica (8/3)	Ajuste III (8/3)	
Estudios Generales (8/3)	Estudios Generales (8/3)		Probabilidad y Estadística (8/3)	Hidrología (5/2)		Avalúos (8/3)	Métodos y Técnicas de Investigación (11/4)		Geofísica (8/3)
Estudios Generales (8/3)	Estudios Generales (8/3)	Ingles Integrado I (11/4)	Ingles Integrado II (11/4)	Optativo Libre 1 (8/3)	Optativo Disciplinar (8/3)	Optativo Disciplinar (8/3)	Optativo Disciplinar (8/3)	Proyecto de Graduación (8/3)	Optativo Disciplinar (8/3)
18 créditos	17 créditos	18 créditos	18 créditos	18 créditos	18 créditos	18 créditos	17 créditos	18 créditos	18 créditos

CURSOS OPTATIVOS

Cuadro 12: Estructura curricular de los cursos optativos

Código	Nivel	Ciclo lectivo	Nombre del curso	No. Créditos	Horas por semana						
					Presenciales/Contacto				Estudio ind.	Total de horas	Horas Docente
					Teoría	Práctica	Lab	Gira			
TGF102O	**IV**	II	Hidráulica de pozos	3	1	2	*	*	5	8	**3**
TGF103O	**IV**	II	Hidrogeología básica	3	1	2	*	*	5	8	**3**
TGF104O	**IV**	I	Introducción a la gestión del riesgo	3	1	2	*	*	5	8	**3**
TGF 440O	**III**	II	Planificación Regional y Urbana	3	2	1	*	*	5	8	**3**
TGF 441O	**IV**	II	Posicionamiento GNSS	3	2	1	*	*	5	8	**3**
TGF 442O	**III**	II	Levantamientos Gravimétricos	3	2	1	*	*	5	8	**3**
TGF 443O	**IV**	I	Cartografía Temática Digital	3	2	1	*	*	5	8	**3**
TGF 444O	**IV**	I	Análisis Espacial	3	2	1	*	*	5	8	**3**
TGF 445O	**III**	II	Interactuando el Lenguaje de Programación Visual Basic Application con una herramienta de cálculo informático	3	1	2	*	*	5	8	**3**
TGF 446O	**IV**	I	Cartografía digital con UAV	3	1	*	2	*	5	8	**3**
TGF 447O	**IV**	II	Principios de innovación y emprendimiento en la ingeniería	3	3	*	*	*	5	8	**3**
TGF449O	**IV**	II	Fundamentos de teledetección con imágenes de radar	3	2	1	*	*	5	8	**3**
TGF450O	**IV**	I	Inteligencia artificial y Big Data en Geomatica	3	2	1	*	*	5	8	**3**
Licenciatura											
TGF 520O	**V**	II	Sistemas de Información Geográfica 3D	3	2	1	*	*	5	8	**3**
TGF 521O	**V**	II	Infraestructura de Datos espaciales	3	2	1	*	*	5	8	**3**
TGF522O	**V**	II	Análisis y Diseño de Sistemas de Información Geoespacial	3	1	*	2	*	5	8	**3**
TGF523O	**V**	II	Fundamentos para la gerencia de proyectos de Ingeniería Geomática	3	2	1	*	*	5	8	**3**
Sub Total II Ciclo, I Nivel											
Total del Licenciatura											

7. DESCRIPTORES DE LOS CURSOS

Cálculo Topográfico

UNIDAD ACADÉMICA	Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia
NOMBRE DEL CURSO	Cálculo Topográfico
CÓDIGO	TGF400
NIVEL	I
PERÍODO LECTIVO	I
TIPO DE CURSO	Regular
MODALIDAD	Presencial
NATURALEZA	Teórico –Laboratorio
CRÉDITOS	3
HORAS SEMANALES	8
HORAS PRESENCIALES	3 (2T -1P)
HORAS DE ESTUDIO INDEPENDIENTE	5
HORAS DE ATENCION AL ESTUDIANTE	1
HORAS DOCENTE	3
REQUISITO	Ninguno
CORREQUISITO	Matemática General
DOCENTE	Franklin Arroyo Solano

Descripción del curso:

Este curso tiene un carácter teórico práctico y brinda los conceptos para el procesamiento y tratamiento de los datos de campo recolectados en Topografía. El curso desarrolla los temas del tratamiento de series de observaciones topográficas, los sistemas de coordenadas y sistemas de unidades. Además, a través del curso, el estudiantado asimila el uso de la nomenclatura, terminología científica y tecnológica utilizada en el área de la Topografía.

El componente práctico del curso tiene como meta lograr una mejor comprensión y asimilación del conocimiento por parte del estudiantado, mediante la realización de sesiones prácticas. En ellas, el estudiantado habrá de identificar las cuestiones teóricas planteadas con anterioridad y resolverá los problemas técnicos y prácticos de una forma experimental utilizando herramientas de cómputo específicas para el área.

Objetivos Generales:

Desarrollar destrezas y habilidades para el procesamiento y tratamiento de los datos de campo recolectados en levantamientos topográficos

Entender los procesos que afectan las mediciones topográficas, así como los conceptos básicos relacionados con los sistemas de coordenadas planas usados en topografía.

Objetivos específicos:

Al finalizar el curso el estudiante será capaz de:

1. Realizar el tratamiento de series de observaciones topográficas con igual o diferente exactitud, mediante la utilización de técnicas de cálculo para determinar el valor más probable de las incógnitas.

2. Dominar los diferentes sistemas de unidades angulares y lineales que se utilizan en topografía para su uso correcto en los levantamientos topográficos, mediante la solución de ejercicios prácticos.

3. Calcular distancias, azimuts, rumbos y áreas a partir de las coordenadas rectangulares de puntos, utilizando correctamente los algoritmos matemáticos que permiten la determinación de información gráfica y numérica sobre la relación espacial entre puntos, además de otras aplicaciones.

4. Calcular la transformación de coordenadas entre sistemas coordenados en dos dimensiones, utilizando métodos de transformación estándares en la topografía, con el fin de trasladar información de nubes de puntos entre dos sistemas de coordenadas.

Contenido temático:

1. **Conceptos Fundamentales**
   - 1.1 Los cálculos topográficos
   - 1.2 Sensibilidad, precisión, exactitud
   - 1.3 Precisión necesaria en los cálculos
   - 1.4 Criterios de redondeo y cifras significativas
   - 1.5 Uso de la calculadora

2 **Fundamentos Teóricos de la Medición**
   - 2.1 Concepto de medición
   - 2.2 Mediciones directas
   - 2.3 Mediciones indirectas
   - 2.4 Selección de la exactitud en las mediciones
     - 2.4.1 Aspectos matemáticos, económicos y técnicos
   - 2.5 Sistemas de unidades
     - 2.5.1 Normas ISO
     - 2.5.2 Angulares
     - 2.5.3 Lineales
     - 2.5.4 Areal
     - 2.5.5 Conversión de unidades

3 **Sistemas de Coordenadas Planas**
   - 3.1 Coordenadas cartesianas
     - 3.1.1 Definición
     - 3.1.2 Localización de puntos
     - 3.1.3 Relaciones entre puntos
       - 3.1.3.1 Cálculo de distancia
       - 3.1.3.2 Cálculo de azimut
       - 3.1.3.3 Cálculo de azimutes sucesivos
       - 3.1.3.4 Cálculo de rumbo
       - 3.1.3.5 Cálculo de ángulos
   - 3.2 Coordenadas polares
     - 3.2.1 Definición
     - 3.2.2 Localización de puntos
     - 3.2.3 Relaciones entre puntos
       - 3.2.3.1 Cálculo de distancia

3.2.3.2 Cálculo de azimut
3.2.3.3 Cálculo de ángulos

3.3 Conversión entre sistemas de coordenadas.
3.3.1 Conversión rectangular a polar
3.3.2 Conversión polar a cartesiana

3.4 Calculo de derroteros
3.4.1 Caso rumbos
3.4.2 Caso azimuts
3.4.3 Información del plano catastro.

3.5 Coordenadas locales y nacionales
3.5.1 Sistemas de coordenadas locales
3.5.2 Sistemas de coordenadas nacionales
3.5.3 Sistemas Oficiales en Costa Rica
3.5.4 Relaciones entre un sistema local y nacional

3.6 Calculo de áreas por coordenadas.
3.6.1 Concepto
3.6.2 Métodos y sus características
3.6.2.1 Trapecios
3.6.2.2 Triángulos
3.6.3 Estudio de casos prácticos

4. **Transformación entre Sistemas de Coordenadas Cartesianas.**

4.1 Conceptos fundamentales
4.1.1 Concepto de transformación
4.1.2 Métodos de transformación de coordenadas
4.1.2.1 Características
4.1.2.1.1 La escala
4.1.2.1.2 La forma

4.2 Transformación con 2 puntos idénticos
4.3 Transformación con “n” puntos idénticos
4.4 Estudio de casos en Costa Rica
4.5 Herramientas informáticas para la transformación de coordenadas

5. **Teoría de Errores**

5.1 Conceptos fundamentales
5.1.1 Valor verdadero
5.1.2 Valor más probable
5.1.3 Valor observado
5.1.4 Errores verdaderos y residuos
5.1.5 Tipos de error en las mediciones
5.1.5.1 Error grosero
5.1.5.2 Error sistemático
5.1.5.3 Error aleatorio

5.2 Determinación del valor más probable
5.2.1 Promedio aritmético simple
5.2.2 Promedio ponderado

5.3 Error medio cuadrático
5.3.1 Concepto del error medio cuadrático
5.3.2 Error medio cuadrático de una observación y su valor más probable
5.3.2.1 Caso de observaciones de igual peso
5.3.2.2 Caso de observaciones de diferente peso

5.3.3 Repetición de medición para elevar la exactitud del valor más probable

6. Elementos de Geometría Plana

6.1 Conceptos básicos
- 6.1.1 Recta, segmento, rayos, ángulos

6.2 Triángulos
- 6.2.1 Clasificación por sus lados y por sus ángulos
- 6.2.2 Rectas notables en un triángulo
- 6.2.3 Teorema de Pitágoras
- 6.2.4 Teorema de Tales

6.3 Cuadriláteros y paralelogramos
- 6.3.1 Áreas de figuras planas
- 6.3.2 Áreas de Triángulos: formula de Herón

6.4 La circunferencia
- 6.4.1 Características de la circunferencia
  - 6.4.1.1 Longitud
  - 6.4.1.2 Área
  - 6.4.1.3 Diámetro, radio
  - 6.4.1.4 Cálculo del número pi
- 6.4.2 Elementos de la circunferencia: sector circular, segmento circular, menisco y otros
- 6.4.3 Rectas especiales en la circunferencia
- 6.4.4 Ángulos en la circunferencia: ángulo inscrito, ángulo circunscrito, ángulo central

7. **Introducción a hojas electrónicas de calculo**

7.1 El concepto de hoja electrónica
7.2 Celdas
7.3 Rangos de celdas
7.4 Operaciones
- 7.4.1 Suma
- 7.4.2 Resta
- 7.4.3 Multiplicación
- 7.4.4 División
- 7.4.5 Fórmulas

7.5 Funciones trigonométricas
7.6 Funciones estadísticas
7.7 Gráficas
7.8 Importación y exportación de datos
7.9 Impresión

8. **Elaboración de reportes técnicos**

8.1 Tipos de reportes
8.2 El objetivo de los reportes técnicos
8.3 Los reportes técnicos en la ETCG
8.4 Estructura de presentación del reporte
- 8.4.1 Portada
- 8.4.2 Título
- 8.4.3 Autor
- 8.4.4 Resumen en español e inglés
- 8.4.5 Introducción

8.4.6 Metodología
8.4.7 Resultados
8.4.8 Discusión
8.4.9 Conclusiones
8.4.10 Referencias bibliográficas
8.4.11 Anexos

8.5 Norma para la numeración consecutiva de los reportes y revisiones

8.6 Normas para el formato del reporte
8.6.1 Tamaño de hoja y márgenes
8.6.2 Tipo de letra
8.6.3 Tamaño de letra
8.6.4 Numeración de figuras, tablas y formulas

Bibliografía:

Avilés, Grecia. (2012). Apuntes de topografía. Chile : Universidad del Bio-Bio.

Alcantara Garcia, D. A. (2007). Topografía y sus aplicaciones. México: Grupo editorial

Baselga, S. (2011). Fundamentos de cartografía matemática. España: Universitat Politècnica de València.

Gay, P. (2015). Practical Boundary Surveying Legal and Technical Principles. Springer International Switzerland. ISBN: 978-3-319-07157-2

Jordán, W. (1978). Tratado general de Topografía. (5ª. Ed.). España: Gustavo Gili, S.A.

Kavanagh, B. (2009). Surveying: principles and applications. New Jersey: Pearson Prentice Hall.

Kavanagh, B. F. (2010). Surveying with construction applications. USA, N.J.: Prentice Hall

Pelidura, F.J. (2000). Topografía, Geodesia y Cartografía aplicadas a la ingeniería. Madrid: Mundi-Prensa.

Pérez, C. (2010). Estadística aplicada a través de Excel. Madrid : Pearson Educación

Wallace, T., & Fillmore, J. (2011). The adjustment of observations by the method of least squares with applications to geodetic work. New York : D. Van Nostrand.

Walkenbach, J. (2013). Excel 2013 bible. Indianapolis: Wiley

Whyte, W. S., & Paul, R. E. (2008). Basic surveying. (4a ed.). Oxford:Butterworth-Heinemann

Wirshing, J.R. (2011). Introducción a la topografía. Mexico : McGraw-Hill Interamericana

Wolf, P. R. (2009). Topografía. México, D.F.: Alfaomega.

Wolf, P. R., & Ghilani, C. D. (2008). Elementary surveying: an introduction to geomatics. New York: Pearson Prentice Hall.

Dibujo Topográfico Asistido por Computadora

UNIDAD ACADÉMICA	Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia
NOMBRE DEL CURSO	Dibujo Topográfico Asistido por Computadora
CÓDIGO	TGF401
NIVEL	I
PERÍODO LECTIVO	I
TIPO DE CURSO	Regular
MODALIDAD	Presencial
NATURALEZA	Teórico – Práctico
CRÉDITOS	3
HORAS SEMANALES	8
HORAS PRESENCIALES	4 (2T -2P)
HORAS DE ESTUDIO INDEPENDIENTE	4
HORAS DE ATENCION AL ESTUDIANTE	1
HORAS DOCENTE	4
REQUISITO	Ninguno
CORREQUISITO	Cálculo Topográfico
DOCENTE	Franklin Arroyo Solano

Descripción del curso:

Este curso tiene un carácter teórico práctico y brinda los conceptos fundamentales sobre xxx. Asimismo, permite el desarrollo de destrezas y habilidades en las técnicas de representación gráfica y su aplicación en el campo de la Topografía, haciendo uso adecuado de los distintos instrumentos para dibujo. Se presentan los conceptos necesarios para representar gráficamente la superficie terrestre; además, se desarrollan las técnicas para la interpretación y extracción de información desde fuentes cartográficas. También se presentan las diferentes herramientas e instrumentos para el dibujo de croquis, planos y mapas, mediante la aplicación de sistemas de Dibujo Asistido por Computadora (CAD, por sus siglas en inglés).

El componente práctico del curso tiene como meta lograr una mejor comprensión y asimilación del conocimiento por parte del estudiantado, mediante la realización de sesiones prácticas. En ellas, el estudiantado habrá de identificar las cuestiones teóricas planteadas con anterioridad y resolverá los problemas técnicos y prácticos de una forma experimental utilizando herramientas de cómputo específicas para el área.

Objetivo general:

Desarrollar las destrezas y habilidades para realizar representaciones gráficas del terreno, los accidentes naturales y artificiales, así como la interpretación y extracción de información desde hojas cartográficas y mapas, utilizando herramientas de Dibujo Asistido por Computadora.

Objetivos específicos:

Al finalizar el curso, el estudiante será capaz de:

1. Utilizar, de forma correcta, los instrumentos de dibujo para el trazado de líneas, puntos, polígonos, curvas, textos y otros elementos para la elaboración de un plano topográfico.

2. Elaborar planos utilizando primitivas de dibujo para la representación de objetos naturales y artificiales a diferentes escalas, referidos a un sistema de coordenadas planas, para representar gráficamente la superficie terrestre.

3. Elaborar croquis de campo, para la ilustración gráfica sin escala y/o elementos de precisión geométrica de sitios de levantamiento, mediante el uso de elementos simples como papel, lápiz y/o libretas de campo.

4. Dibujar elementos de geometría descriptiva utilizando proyecciones isométricas para la representación, diseño e interpretación de objetos relacionados con la topografía de obras civiles como alcantarillas, tomas, estructuras de entrada y salida, etc.

5. Generar mapas digitales utilizando plataformas informáticas de dibujo asistido por computadora, para la representación del espacio topográfico.

Contenido temático:

1. Interpretación de mapas
- 1.1. Elementos constitutivos del mapa
- 1.2. Normas DIN e ISO
- 1.3. Rotulación
- 1.4. Simbología cartográfica y topográfica
- 1.5. Uso de instrumentos de medición sobre planos y mapas
- 1.6. Manejo y uso de las hojas cartográficas

2. Introducción a las herramientas CAD
- 2.1. Conceptos básicos
- 2.2. Definición
- 2.3. Comandos básicos de CAD
- 2.4. Estudios de casos

3. **Dibujo geométrico**
- 3.1. Caracterización del dibujo geométrico
- 3.2. Figuras geométricas, polígonos
- 3.3. Construcción de dibujos con curvas y rectas

4. Dibujo a escala
- 4.1. Definiciones
- 4.2. Escalas gráficas y escalas numéricas
- 4.3. Representaciones a diferentes escalas
- 4.4. Cambios de escala

5. Dibujo por coordenadas
- 5.1. Sistema polar y rectangular de coordenadas
- 5.2. Relación entre el sistema rectangular y el sistema polar
- 5.3. Definición de rumbo y acimut (relación)
- 5.4. Dibujo por coordenadas ortogonales
- 5.5. Dibujo por coordenadas polares
- 5.6. Creación de planos de agrimensura

6. Dibujo de Curvas de nivel

6.1. Conceptos básicos
    6.1.1.Definición batimetría
    6.1.2.Interpretación
    6.1.3.Características
6.2. Conceptos básicos de métodos de interpolación
    6.2.1.Reglas de interpolación
    6.2.2.Procedimiento de interpolación
6.3. Estudios de casos
6.4. Herramientas para generación automatizada de curvas de nivel

7. Perfiles y Terrazas
7.1. Definición
7.2. Perfil longitudinal
7.3. Perfil transversal
7.4. Cálculo de volúmenes
7.5. Creación de plantas perfiles
7.6. Dibujo de secciones y cálculo de áreas

8. Introducción al dibujo en 3D
8.1. Sistemas de coordenadas en 3d (x,y,z)
8.2. Dibujo isométrico
8.3. Dibujo diedrico (vista frontal, lateral, superior)

Bibliografía:

Ameneiro Bustos, A. (2011). Topografía: trabajo de campo y gabinete. Madrid: Mad.

Chappell, E. (2012). AutoCAD civil 3D essentials. Indianapolis, USA: John Wiley & Sons

Dix, M. & Riley, P. (2013). AutoCAD 2013. México: Pearson Educación

Elys, J. (2013). Fundamentos del diseño asistido por ordenador (CAD) en arquitectura. España: BLUME

Fernadez, J. & Tajadura, J. (2013). Autocad avanzado 2013-2014. (1ª ed.). España: McGraw-Hill Interamericana de España S.L

Giesrcke, F. (2013). Ed 14ª. Dibujo Técnico Con Graficas De Ingeniería. (14ª ed.).USA: Pearson University.

McCormac, J. C. (2012). Topografía. México: Limusa Wiley.

Naranjo, L. P. (1990). Fundamentos de dibujo topográfico, Curso 1. Escuela de Topografía Catastro y Geodesia. Heredia, Costa Rica.

Naranjo, L. P. (1990). Fundamentos de dibujo topográfico, Curso 2. Escuela de Topografía Catastro y Geodesia. Heredia, Costa Rica.

Serpas, J. (1988). Apuntes sobre geometría descriptiva. Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia. Heredia, Costa Rica.

Geología para Ingeniería

UNIDAD ACADÉMICA	Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia
NOMBRE DEL CURSO	Geología para Ingeniería
CÓDIGO	TGF402
NIVEL	I
PERÍODO LECTIVO	I
TIPO DE CURSO	Regular
MODALIDAD	Presencial
NATURALEZA	Teórico - Práctico
CRÉDITOS	2
HORAS SEMANALES	5
HORAS PRESENCIALES	3 (2T -1P)
HORAS DE ESTUDIO INDEPENDIENTE	2
HORAS DE ATENCION AL ESTUDIANTE	1
HORAS DOCENTE	3
REQUISITO	Ninguno
CORREQUISITO	Ninguno
DOCENTE	Franklin de Obaldia, Argenide García Vargas

Descripción del curso:

El curso presenta la relación que mantiene la geología con la topografía, especialmente en la construcción de obras civiles en las que se involucra el topógrafo. Se desarrollan las leyes y los procesos geológicos y geomorfológicos que dan origen a las formas del relieve, principalmente en la superficie terrestre. Se presentan los conceptos fundamentales sobre la aplicación de las ciencias de la Tierra a la solución de los problemas de ingeniería y que tienen relación directa con esa disciplina. Durante el curso se guía al estudiantado para desarrollar un proyecto de investigación, estudiando algún fenómeno natural que haya provocado la alteración del relieve costarricense o regional (terremoto, deslizamiento, inundación u otros de interés), con el fin de aplicar los conocimientos teóricos que se presentan en el curso.

Objetivo general:

Estudiar y analizar los procesos geomorfológicos que contribuyen a la formación de los diferentes tipos de relieve, y establecer la relación que mantiene la geología con la topografía, especialmente en la construcción de obras civiles en las que se involucra al topógrafo.

Objetivos específicos:

Al finalizar el curso, el estudiante será capaz de:

1. Utilizar la información que brinda la Geología a través de sus descubrimientos y teorías para el desarrollo de proyectos de topografía y geodesia, como lo son la construcción de canales, túneles, puentes y otras, con el fin de crear obras más seguras y estables.

2. Reconocer la Geodesia y la Topografía como herramientas que, mediante el uso de métodos de análisis, permite la determinación de deformaciones de la corteza, coadyuvando a la Geología en el desarrollo de modelos de placas tectónicas, teorías de deformación, entre otras.

3. Utilizar e interpretar mapas geológicos para extraer información de tipos de suelos, rocas y fallas, que permiten el desarrollo de proyectos de exploración de recursos y la construcción de obras civiles como: represas, túneles, carreteras, tuberías de conducción, entre otros.

Contenido temático:

1. Relación entre la geología, topografía y geodesia
- 1.1 Definiciones de geología
- 1.2 Aplicación de la Geología en la Topografía y la Geodesia
- 1.3 Aplicaciones de la Topografía y la Geodesia en la Geología
- 1.4 Desarrollo de casos prácticos en Costa Rica

2. Deformación de la corteza terrestre
- 2.1 Rasgos superficiales generales
- 2.2 Características estructurales: pliegues, fallas juntas y discordancias
- 2.3 La Geodesia como ciencia para la determinación de la deformación de la corteza terrestre
- 2.4 Desarrollo de casos prácticos en Costa Rica

3. **Terremotos, placas tectónicas y deriva de los continentes**
- 3.1 Placas tectónicas
- 3.2 Deriva de los continentes
- 3.3 Foco, epicentro y profundidad de un terremoto
- 3.4 Causas y efectos de los terremotos
- 3.5 Escalas Richter y Mercalli
- 3.6 Liberación de energía de acuerdo a la magnitud de un terremoto
- 3.7 Principales terremotos ocurridos en Costa Rica en los últimos años
- 3.8 Cambios en el nivel del terreno debido a los terremotos
- 3.9 Relación de la Geodesia y la Tectónica de Placas para el mantenimiento del Marco Global de Referencia

4. Intemperismo y suelo
- 3.1 Tipos de intemperismo: mecánico y químico
  - 3.1.1 Intemperismo químico de las rocas
  - 3.1.2 Velocidad de intemperismo
- 3.2 Suelos
  - 3.2.1 Clasificación de los suelos
  - 3.2.2 Algunos tipos de suelo
- 3.3 Pendiente y erosión de los suelos

5. Tipo de Rocas
- 4.1 Estructura interna de la Tierra
- 4.2 Ígneas, metamórficas y sedimentarias
- 4.3 Densidades de las rocas
- 4.4 Relación entre la densidad y gravedad de las rocas
- 4.5 Estudio de casos: densidad, gravimetría y geoide
- 4.6 Mapas geológicos
  - 4.6.1 Mapa geológico global.
  - 4.6.2 Mapa geológico de Costa Rica.
  - 4.6.3 Mapa de gravedad global.

6. Geotecnia

5.1 Concepto de Geotecnia
5.2 Mecánica de suelos
5.3 Ensayo de laboratorio
  5.3.1 Pruebas de penetración
  5.3.2 Ensayos Marshall y CBR
5.4 Resistencia de materiales
  5.4.1 Ubicación de los sitios de pruebas
5.5 Aplicación de métodos geotécnicos en el caso de deformaciones
  5.5.1 Estudios de casos

7. Costa Rica y su geomorfología

6.1 Historia Geológica del istmo centroamericano
  6.1.1 Caso de Costa Rica
6.2 Vulcanismo y sismicidad en Costa Rica
6.3 Fallamientos
6.4 Sistemas montañosos
6.5 Relieve de Costa Rica
6.6 Sistema costero
6.7 Características geológicas de Costa Rica
6.8 La geodesia y las características geológicas de Costa Rica en los desastres naturales
6.9 Influencia de la sismicidad en costa rica sobre el marco de referencia
  6.9.1 Caso de estudio terremoto de Limón
  6.9.2 Caso de estudio de erupción del volcán Irazú de 1969
  6.9.3 Caso de estudio de terremoto de Nicoya

8. Aplicaciones de la geología en la obra civil

8.1 Caso de construcción de:
  8.1.1 Túneles
  8.1.2 Puentes
  8.1.3 Canales
  8.1.4 Carreteras
  8.1.5 Líneas férreas
  8.1.6 Líneas de transmisión
  8.1.7 Edificaciones de gran escala
  8.1.8 Represas

Bibliografía:

Denyer, P., & Kussmaul, S. (2012). Geología de Costa Rica. Cartago, Costa Rica: Editorial Tecnológica de Costa Rica.

Krynine, D.P., & Judd W.R. (1975). Principios de geología y geotecnica para ingenieros. Barcelona, España: Ediciones Omega S.A.

Leet & Judson, 1975. Fundamentos de geología física. México: Limusa.

Madrigal, R. (1977). Geomorfología G-316. (4ª ed.). Costa Rica: editorial UCR

Mora, S. (1994). La geología y sus procesos. San José, Costa Rica.

Rodríguez, M., González, J., & Giner, J. (2011). Geología práctica: introducción al reconocimiento de materiales y análisis de mapas. Madrid: Pearson

Ruiz, M., & González, S. (2012). Geología aplicada a la ingeniería civil. México, D.F.: Limusa.

Salas, L. (2013). Geomecánica básica: fundamentos sobre mecánica de suelos San José, Costa Rica: Editorial UCR.

Stewart, R., & Anderson, S. (2012). Geomorphology: the mechanics and chemistry of landscapes. New York : Cambridge University Press

Tarbuck, E. J., & Lutgens, F. (2013). Ciencias de la Tierra: una introducción a la geología física. Madrid: Prentice-Hall

Matemática General

UNIDAD ACADÉMICA	Escuela de Matemática
NOMBRE DEL CURSO	Matemática General
CÓDIGO	MAT001
NIVEL	I
PERÍODO LECTIVO	I
TIPO DE CURSO	Regular
MODALIDAD	Presencial
NATURALEZA	Teórico – Práctico
CRÉDITOS	4
HORAS SEMANALES	11
HORAS PRESENCIALES	5 (3T-2P)
HORAS DE ESTUDIO INDEPENDIENTE	6
HORAS DE ATENCION AL ESTUDIANTE	1
HORAS DOCENTE	5
REQUISITO	Ninguno
CORREQUISITO	Ninguno
DOCENTE	

1. Descripción general del curso

En este curso se hace una revisión de los conceptos fundamentales del álgebra, funciones, ecuaciones y trigonometría para que el estudiante pueda aplicarlos en su carrera.

Además, se introduce al estudiante en el proceso de análisis, interpretación y resolución de problemas de aplicación de la Matemática, con la finalidad de que desarrolle las habilidades necesarias para enfrentar con éxito su desempeño profesional.

2. Objetivos generales

a. Introducir al estudiante en el proceso de análisis, interpretación y resolución de problemas de aplicación de la matemática.

b. Ejercitar las destrezas del estudiante en el uso de la matemática como lenguaje y herramienta de las ciencias naturales y sociales.

3. Objetivos específicos

1. Aplicar los conceptos matemáticos básicos del campo de los números reales en la resolución de ecuaciones e inecuaciones.
2. Aplicar los conceptos matemáticos básicos de la geometría analítica del plano en la solución de problemas.
3. Aplicar los conceptos matemáticos básicos de las funciones y su aplicación en la solución de problemas.
4. Estudiar las funciones exponencial y logarítmica, sus propiedades y aplicaciones.
5. Estudiar las funciones trigonométricas, sus propiedades y aplicaciones

4. Contenido temático

a. Álgebra (3 semanas).

Factorización de polinomios: por factor común, agrupamiento, diferencia de cuadrados, inspección, fórmula general, fórmulas de cubos, fórmulas notables, teorema del factor, completación de cuadrados y combinación de métodos. Simplificación de expresiones algebraicas, incluyendo expresiones que requieran racionalizaciones que completen diferencias de cuadrados y de cubos. Operaciones con fracciones algebraicas: suma, resta, multiplicación y división. Fracciones complejas.

b. Ecuaciones (2 semanas)

Concepto de ecuación. Conjunto solución de una ecuación con una incógnita. Resolución de ecuaciones de los siguientes tipos: polinomiales factorizables, fraccionarias, radicales (con a lo sumo tres expresiones radicales), ecuaciones con cambio de variable. Ecuaciones con valor absoluto. Resolución de problemas mediante el planteo de una ecuación con una incógnita que implique despeje de incógnitas en fórmulas y porcentajes.

c. Desigualdades (1 semanas)

Intervalos reales. Unión e intersección de intervalos. Desigualdades en una incógnita y conjunto de soluciones. Resolución de desigualdades de primer grado, grado dos o superior factorizables y fraccionarias. Uso de la tabla para resolver desigualdades.

d. Geometría analítica en el plano (2 semanas)

El plano cartesiano. Cálculo de la distancia entre dos puntos y de las coordenadas del punto medio de un segmento, distancia de un punto a la recta. Ecuaciones de la recta, la forma general y la forma $y = mx + b$. Representación gráfica de rectas. Paralelismo y perpendicularidad de rectas. Solución de sistemas de ecuaciones por método de eliminación de variables y sustitución. Intersección de rectas.

e. Funciones (3 semanas)

Definición de función como criterio de correspondencia. Definición de dominio, codominio y rango. Definición de función real de variable real. Función inyectiva, sobreyectiva y biyectiva. Dominio real de definición de una función cuyo criterio está dado por una expresión algebraica (polinomios, expresiones fraccionarias, radicales y combinación de estas). Funciones particulares: constante, identidad, lineal, cuadrática. Representación gráfica de cada una, incluyendo casos con asíntotas y funciones definidas a trozos. Funciones crecientes y funciones decrecientes. Signo de una función. Ceros de una función. Interpretación gráfica de los conceptos de dominio, codominio, rango, ceros, signo, crecimiento y decrecimiento. Cálculo de las coordenadas de los puntos de intersección entre rectas y parábolas y entre parábolas. Composición de funciones. Función inversa. Cálculo de la función inversa de una función lineal o cuadrática.

f. Función logarítmica y función exponencial (2 semanas)

Definición de función exponencial de base a ($a > 0$, $a \neq 1$), gráfica y propiedades. Ecuaciones exponenciales. Definición de función logarítmica de base a de un número real positivo como inversa de la función exponencial, gráfica y propiedades. Propiedades de logaritmos. Cambio de base. Identidades logarítmicas. Ecuaciones logarítmicas.

g. Funciones trigonométricas (4 semanas)

Medida de ángulos en grados y en radianes, conversión de grados a radianes y viceversa. Relaciones trigonométricas fundamentales en un triángulo rectángulo: seno, coseno, tangente, cotangente, secante y cosecante. El círculo trigonométrico: ángulos en posición normal, ángulos cuadrantales, ángulos de referencia, signos de funciones trigonométricas. Definición de las seis funciones trigonométricas fundamentales mediante el círculo trigonométrico. Gráficas de las funciones seno, coseno y tangente. Fórmulas trigonométricas básicas: suma, resta, ángulo doble, ángulo medio, transformación de sumas a productos. Identidades trigonométricas. Ecuaciones trigonométricas. Funciones trigonométricas inversas. Ley de senos y cosenos. Resolución de triángulos. Problemas de aplicación.

5. Bibliografía

Arias, F. y Poveda, W. Matemática Elemental. Editorial UCR.

Murillo, M., Soto A. y Araya J.A. (2002). Matemática Básica con Aplicaciones. San José, Costa Rica: EUNED.

Rees P. y Sparks F. (1970) Álgebra. México, D. F.: Editorial McGraw-Hill.

Swokoski, E. (1995). Álgebra con Geometría Analítica. México, D. F. : Grupo Editorial Iberoamericana.

Wisniewski P. y A. L. Gutiérrez. (2003). Introducción a las matemáticas universitarias. México D. F.: Editorial McGraw-Hill

Física I para Topografía

UNIDAD ACADÉMICA	Departamento de Física
NOMBRE DEL CURSO	Física I para Topografía
CÓDIGO	FIY423
NIVEL	I
PERÍODO LECTIVO	II
TIPO DE CURSO	Regular
MODALIDAD	Presencial
NATURALEZA	Teoría
CRÉDITOS	3
HORAS SEMANALES	8
HORAS PRESENCIALES	4
HORAS DE ESTUDIO INDEPENDIENTE	4
HORAS DE ATENCION AL ESTUDIANTE	1
HORAS DOCENTE	4
REQUISITO	Matemática General
CORREQUISITO	Calculo 1 Laboratorio de Física I para Topografía
DOCENTE:	

Descripción del curso:

Este curso está destinado al estudiantado que ingresa a la carrera de Ingeniería en Topografía y Catastro con grado de Bachillerato, y aborda las bases de la Física General según la descripción clásica.

El estudio de los temas ayudará al estudiantado a comprender algunos de los fenómenos físicos involucrados en muchos aspectos de la vida moderna, en la naturaleza y en la técnica y, sobre todo, obtener la formación académica a un nivel matemático adecuado para un profesional de ingeniería.

El estudio de la Física es de suma importancia para las ingenierías. De hecho, están estrechamente relacionadas. La Ingeniería se puede tomar como una aplicación de la Física. La Física es una ciencia teórico-experimental que busca entender el universo que nos rodea, su funcionamiento; mientras que la Ingeniería es la aplicación práctica de muchos de los conceptos desarrollados por la Física y otras ciencias. El estudiantado de Ingeniería no solo debe ser consciente que la Física tiene aplicación directa a la Ingeniería, sino que también desarrolla habilidades para el razonamiento lógico y la solución de problemas, elementos que son necesarios también para su desarrollo profesional y académico.

A lo largo de este curso se desarrollarán diversos temas trascendentales para la carrera de Ingeniería en Topografía y Catastro con grado de Bachillerato. Se introducen temas de **Óptica** que serán de gran importancia para comprender el funcionamiento del instrumental usado en las distintas labores de la Ingeniería Topográfica, además de su aplicación en sensores remotos y fotogrametría. Luego, durante la mayor parte del ciclo se estudia la **Mecánica** de una partícula, de sistemas de varias partículas, así como de cuerpos rígidos; que ayudarán al estudiantado a comprender aspectos relacionados con los sistemas de posicionamiento global, las teorías de la forma y tamaño de la Tierra y el diseño de carreteras. Por último, se describe y analiza el comportamiento de fluidos en diversas condiciones a través de la **Mecánica de Fluidos**.

Paralelamente a este curso, el estudiantado irá adquiriendo conocimientos de Álgebra, Análisis vectorial, Cálculo Diferencial e Integral en una y más variables, los cuales resultan de gran utilidad en la explicación de la teoría y resolución de problemas desde las primeras semanas de clases.

Se utiliza Cálculo Diferencial e Integral en una variable para aplicarlos a problemas de física general universitaria. Es deseable y oportuno que el estudiantado tenga como conocimientos previos los temas relacionados a la mecánica, tales como movimiento de una partícula, fuerzas y movimiento, fuerzas fundamentales, trabajo y energía, movimiento circular, impulso y cantidad de movimiento.

Objetivo general:

Identificar los fenómenos y principios físicos que rigen y afectan las observaciones topográficas y geodésicas, utilizando las leyes físicas que permitan el modelado de estos en los campos de la Óptica, Cinemática y Dinámica.

Objetivos específicos:

Al finalizar el curso el estudiante será capaz de:

1. Comprender los conceptos y principios fundamentales de la física en el campo de la óptica, cinemática y dinámica, que sirvan de base para relacionarlos con los procesos de medición, procesamiento y análisis de las observaciones topográficas.
2. Conocer las leyes de movimiento de Newton, el concepto de trabajo, energía y la conservación de la energía, que permitirán entender la física asociada al diseño de carreteras y, además, al movimiento de satélites artificiales como base para la aplicación de métodos de posicionamiento global.
3. Desarrollar los conceptos y principios de campos gravitatorios, que permitirán el estudio y comprensión de la verdadera forma de la Tierra.
4. Detallar los conceptos y principios de la mecánica de fluidos, que facilitarán la comprensión de los procesos de mediciones en el campo de la hidrología.
5. Desarrollar una actitud científica al enfrentarse a situaciones reales, teóricas y experimentales, y encontrar soluciones para éstas.

Contenido temático:

1. Óptica Geométrica
- 1.1. Introducción
- 1.2. La naturaleza de la luz
- 1.3. Espectro electromagnético
- 1.4. Reflexión y refracción
- 1.5. Reflexión total interna
- 1.6. Dispersión
- 1.7. Reflexión y refracción en superficies plana y esférica
- 1.8. Lentes delgadas

2. Unidades, escalares y vectores
- 2.1. Introducción
- 2.2. Estándares y unidades

2.3. Incertidumbres y cifras significativas
2.4. Vectores y vectores unitarios
2.5. Componentes de vectores
2.6. Suma y producto de vectores

3. Movimiento unidimensional
3.1. Introducción
3.2. Desplazamiento y velocidad
3.3. Aceleración
3.4. Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado
3.5. Cuerpos en caída libre

4. Movimiento en dos y tres dimensiones
4.1. Introducción
4.2. Vectores de posición, velocidad y aceleración
4.3. Movimiento de proyectiles
4.4. Movimiento circular
4.5. Velocidad relativa

5. Leyes de movimiento de Newton
5.1. Introducción
5.2. Fuerza e interacciones
5.3. Diagramas de cuerpo libre
5.4. Primera ley de Newton y aplicaciones: partículas en equilibrio
5.5. Segunda ley de Newton y aplicaciones: dinámica de partículas
5.6. Masa y peso
5.7. Fuerzas de fricción
5.8. Tercera ley de Newton
5.9. Dinámica del movimiento circular
5.10. Torca

6. Trabajo y Energía
6.1. Introducción
6.2. Trabajo
6.3. Energía Cinética y el teorema Trabajo-Energía
6.4. Trabajo y energía con fuerza variable
6.5. Potencia
6.6. Energía Potencial: gravitacional y elástica
6.7. Fuerzas conservativas y no conservativas
6.8. Fuerza y energía potencial
6.9. Diagramas de energía

7. Cantidad de movimiento, impulso y colisiones
7.1. Introducción
7.2. Cantidad de movimiento e impulso
7.3. Conservación de la cantidad de movimiento y colisiones
7.4. Centro de masa
7.5. Propulsión de un cohete

8. Rotación de cuerpos rígidos
8.1. Introducción
8.2. Velocidad y aceleración angulares

8.3. Rotación con aceleración angular constante
8.4. Relación entre cinemática, lineal y angular
8.5. Energía en el movimiento rotacional
8.6. Teorema de los ejes paralelos

9. Gravitación

9.1. Introducción
9.2. Ley de gravitación de Newton
9.3. Peso
9.4. Energía potencial gravitatoria
9.5. Movimiento de satélites
9.6. Movimiento de los planetas
9.7. Distribuciones de masa esféricas
9.8. Peso aparente y rotación terrestre

10. Mecánica de fluidos

10.1. Introducción
10.2. Densidad
10.3. Presión
10.4. Flotación
10.5. Tensión superficial
10.6. Flujo de un fluido
10.7. Ecuación de Bernoulli
10.8. Viscosidad y turbulencia

Bibliografía:

Para el curso:

•Física Universitaria, Tomo I y II. Sears, F., Zemansky, M., Young, H. y Freedman, R. Decimocuarta Edición. México. Ed. Pearson, 2018.

De consulta:

•Física para Ciencias e Ingeniería, Tomo I. Serway, R. A. y Jewett, J. W. Jr. Sétima Edición. México. Cengage Learning Editores, S.A. de C.V., 2009.
•FÍSICA. Wilson, J. D. Sexta Edición. éxico, D.F.: Prentice Hall Hispanoaméricana, S.A., 2007.
•FÍSICA: Conceptos y Aplicaciones. Tippens, P. E., Tercera Edición. México, D.F.: Mc.Graw-Hill, 2011.
•FÍSICA, Tomo I y II. Resnick, R., Halliday, D., y Krane, K. Quinta Edición. New York: Editorial CECSA, 2001.

Laboratorio de Física I para Topografía

UNIDAD ACADÉMICA	Departamento de Física
NOMBRE DEL CURSO	Laboratorio de Física I para Topografía
CÓDIGO	FIY423L
NIVEL	I
PERÍODO LECTIVO	II
TIPO DE CURSO	Regular
MODALIDAD	Presencial
NATURALEZA	Laboratorio
CRÉDITOS	1
HORAS SEMANALES	3
HORAS PRESENCIALES	3
HORAS DE ESTUDIO INDEPENDIENTE	
HORAS DE ATENCION AL ESTUDIANTE	
HORAS DOCENTE	3
REQUISITO	Matemática General
CORREQUISITO	Calculo 1 Física I para Topografía
DOCENTE:	

Descripción

El curso de Laboratorio de Física I para topografía es un curso práctico de asistencia obligatoria donde el estudiantado comprobará, demostrará o deducirá los principios fundamentales de la Física. Comprende experimentos de Óptica, Mecánica y Fluidos. A través de la realización de las prácticas de forma individual o en parejas, la persona estudiante reforzará los conceptos vistos en clase a la vez que adquiere habilidades para medir y manejar instrumentos, además de comunicación y trabajo en equipo

Objetivo general:

Demostrar y comprobar experimentalmente los principios de la Óptica, Mecánica y Fluidos.

Objetivos específicos:

Al finalizar el curso el estudiante será capaz de:

1. Expresar los resultados con la incertidumbre y las cifras significativas apropiadas para un mejor análisis.
2. Graficar conjuntos de datos para extraer información de estos.
3. Explicar la ley de la reflexión y la ley de Snell que permita entender el comportamiento de la luz entre dos superficies.
4. Describir la formación de imágenes en lentes convergentes que permita demostrar el funcionamiento de dispositivos ópticos.
5. Comprender los conceptos de velocidad media, velocidad instantánea, la aceleración y su relación con la velocidad y la posición en el movimiento unidimensional para describir el movimiento de cualquier objeto.
6. Aplicar la segunda ley de Newton para un sistema experimental para identificar situaciones similares en la naturaleza.

7. Utilizar el principio de conservación de la cantidad de movimiento para medir la cantidad de momento total de un sistema unidimensional.
8. Reconocer las ecuaciones de la cinemática para el movimiento de rotación con aceleración angular constante e implementarlas en situaciones reales.
9. Aplicar el principio de conservación de la energía mecánica como ejemplo para entender las causas del movimiento de los objetos.
10. Caracterizar la materia por su densidad y medir la presión en un fluido e interpretar de manera correcta dichos conceptos al aplicarlos en campos como la Hidrología.
11. Cooperar con su equipo de trabajo en el desarrollo de experimentos para una mejor comunicación y resolución de problemas.
12. Medir el error experimental para un mejor análisis de datos.

Bibliografía:

Para el curso:

•Guía de laboratorio de Física I para Topografía. Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica, 2020.
•Física Universitaria, Tomo I y II. Sears, F., Zemansky, M., Young, H. y Freedman, R. Decimocuarta Edición. México. Ed. Pearson, 2018.

De consulta:

•Física para Ciencias e Ingeniería, Tomo I. Serway, R. A. y Jewett, J. W. Jr. Sétima Edición. México. Cengage Learning Editores, S.A. de C.V., 2009.
•FÍSICA. Wilson, J. D. Sexta Edición. México, D.F.: Prentice Hall Hispanoaméricana, S.A., 2007.
•FÍSICA: Conceptos y Aplicaciones. Tippens, P. E., Tercera Edición. México, D.F.: Mc.Graw-Hill, 2011.
•FÍSICA, Tomo I y II. Resnick, R., Halliday, D., y Krane, K. Quinta Edición. New York: Editorial CECSA, 2001.

Cálculo I

UNIDAD ACADÉMICA	Escuela de Matemática
NOMBRE DEL CURSO	Cálculo I
CÓDIGO	MAT002
NIVEL	I
PERÍODO LECTIVO	II
TIPO DE CURSO	Regular
MODALIDAD	Presencial
NATURALEZA	Teórico - Práctico
CRÉDITOS	4
HORAS SEMANALES	11
HORAS PRESENCIALES	5 (3T -2P)
HORAS DE ESTUDIO INDEPENDIENTE	6
HORAS DE ATENCION AL ESTUDIANTE	1
HORAS DOCENTE	5
REQUISITO	Matemática General
CORREQUISITO	Ninguno
DOCENTE	

1. Descripción general del curso

Este curso pretende brindar al estudiante una base sólida en el manejo del cálculo diferencial e integral, como herramienta práctica en el desarrollo de su carrera. Se estudian los conceptos teóricos que sirven de base para la resolución de ejercicios prácticos, referentes a límites, derivadas e integrales de funciones reales en una variable; enfatizando en los procedimientos de optimización de funciones en una variable, que le proporcionarán las bases conceptuales necesarias para los cursos posteriores.

2. Objetivo general

Resolver problemas de aplicación utilizando conceptos del cálculo diferencial e integral.

3. Objetivos específicos

1. Desarrollar conceptos del cálculo diferencial e integral de funciones de una variable real.
2. Resolver problemas que involucren el cálculo de derivadas e integrales de funciones de una variable real.
3. Optimizar funciones reales de variable real.

Contenidos

a. Límites de funciones reales de variable real (3 semanas).

Noción intuitiva de límite. Cálculo de límites: por sustitución directa, simplificación, racionalización y cambio de variable. Límites de funciones trigonométricas y sus inversas. Límites unilaterales. Límites infinitos. Límites al infinito. Continuidad y discontinuidad de funciones

b. **Derivadas (3 semanas)**

Definición de la primera derivada de una función en un punto. Interpretación de la primera derivada como razón de cambio instantáneo. Interpretación geométrica de la primera derivada en un punto. Cálculo de rectas tangentes y de rectas normales a una curva. Función derivada. Teoremas sobre derivación de funciones: derivada de una suma, resta, producto,

cociente y composición de funciones. Regla de la cadena. Teorema del valor medio y Teorema de Rolle. Derivadas de orden superior. Derivación implícita. Derivación logarítmica.

c. Aplicaciones de la derivada (4 semanas)

Problemas de razones de cambio. Extremos absolutos de una función continua. Extremos relativos a una función. Aplicación de la primera derivada al estudio del crecimiento de una función. Aplicación de la segunda derivada al estudio de la concavidad de una función. Criterios de primera, segunda y n-ésima derivada. Construcción de gráficas de funciones mediante su cuadro de variación (incluyendo asíntotas verticales, horizontales y oblicuas). Aplicación de la teoría de derivadas en resolución de problemas de optimización. Regla de L'Hopital.

d. Integrales (5 semanas)

La integral definida mediante sumas de Riemman y propiedades fundamentales relacionadas con el álgebra de funciones. Cálculo de la integral definida. Teorema fundamental del cálculo. La integral indefinida de una función como un conjunto de primitivas. Notación. Propiedades de la integral. Técnicas de integración: directa, por sustitución, por partes, por sustitución trigonométrica, por fracciones parciales, por sustitución de racionales, por sustitución de Weiestrass. Integrales de funciones trigonométricas, exponenciales y logarítmicas.

e. Aplicaciones de la integral (2 semanas)

Aplicación de la integral definida al cálculo de áreas bajo una curva y área entre curvas. Cálculo de longitudes de arco. Volúmenes de sólidos de revolución: método de discos (incluye arandelas) y capas (envolventes o casquetes cilíndricos).

4. Bibliografía

Apóstol, T. Calculus. Vol. I y II. Ed. Reverté Ediciones S. A de C. V., México, 1985.

Ayres, F. Cálculo Diferencial e Integral, Serie Schaum. Editorial McGraw Hill.

Demidovich, B. Problemas y Ejercicios de Análisis Matemático. Editorial MIR, Moscú, 1977.

González, J. Introducción al Cálculo. Editorial UNED, San José, 2003.

Finney Thomas. Cálculo una Variable. Editorial Addison Weslie Longman. 1997.

Gourant T., R. y John, Gritz. Introducción al Cálculo y al Análisis Matemático. Limusa, México, 1993.

Larson R., Hostetler R., Edwards B. Cálculo. Volumen 1. McGraw-Hill, 6ta Ed., México, 1999.

Piskunov, N. Cálculo diferencial e integral, Tomo I. Editorial MIR, Moscú, 1969.

Simmons, G. Cálculo con Geometría Analítica. Segunda edición. Editorial McGraw Hill, México, 2002.

Stewart, James. Cálculo. Thompson Learning, Cuarta Edición, México, 2002.

Topografía I

UNIDAD ACADÉMICA	Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia
NOMBRE DEL CURSO	Topografía I
CÓDIGO	TGF403
NIVEL	I
PERÍODO LECTIVO	II
TIPO DE CURSO	Regular - Colegiado
MODALIDAD	Presencial
NATURALEZA	Teórico – Práctico
CRÉDITOS	3
HORAS SEMANALES	8
HORAS PRESENCIALES	6 (3T -3P)
HORAS DE ESTUDIO INDEPENDIENTE	2
HORAS DE ATENCION AL ESTUDIANTE	1
HORAS DOCENTE	6
REQUISITO	Cálculo Topográfico
CORREQUISITO	Ninguno
DOCENTE	Franklin Arroyo Solano

Nota: Este curso es colegiado y será impartido por dos profesores, cada uno con una jornada de un cuarto de tiempo completo (¼ TC)

Descripción del curso:

Este curso tiene un carácter teórico - práctico. Se presentan al estudiantado los conceptos básicos de topografía, específicamente sobre planimetría y nivelación geométrica, realizando levantamientos en el campo. El estudiantado desarrollará habilidades y destrezas en el uso, manejo y aplicación de instrumentos topográficos. Además, se desarrollarán los conceptos básicos de teoría de errores en el campo de la Topografía, haciendo análisis de los resultados obtenidos de las prácticas de campo.

Para lograr una mejor comprensión y asimilación del conocimiento por parte del estudiantado, se efectuarán sesiones prácticas de campo y gabinete. En ellas, el alumnado identificará las cuestiones teóricas planteadas con anterioridad y resolverá los problemas técnicos y prácticos de una forma experimental. En las prácticas de campo se realizarán mediciones con los equipos topográficos, como: niveles, cintas, brújulas, entre otros, para realizar nivelaciones y levantamientos sencillos.

Objetivo general:

Desarrollar las destrezas y habilidades para realizar levantamientos planimétricos y altimétricos en topografía, así como el análisis y determinación de las exactitudes de la información levantada en campo; utilizando instrumental como niveles, brújulas, estadias y cintas métricas, entre otros, teniendo en cuenta el uso correcto y control del equipo topográfico.

Objetivos específicos:

Al finalizar el curso, el estudiante será capaz de:

1. Identificar las diferencias entre la topografía y la geodesia, utilizando criterios técnicos basados en la exactitud, instrumental y extensión del área de trabajo, de manera tal que pueda seleccionar los métodos adecuados de levantamiento, trabajo de campo y oficina, en cuanto a planimetría y altimetría se refiere.

2. Realizar levantamientos altimétricos en el ámbito topográfico, identificando los métodos y equipo necesarios para lograr determinar las cotas, pendientes, volúmenes y diferencias de altura de puntos sobre la superficie terrestre.

3. Realizar levantamientos planimétricos en el ámbito topográfico, identificando los métodos y equipos necesarios, para lograr determinar la localización y coordenadas de puntos de interés, dentro de un sistema de coordenadas local o nacional, además de determinar distancias, áreas y azimutes.

4. Realizar el control y ajuste del equipamiento topográfico, mediante el uso de técnicas para determinar el mal funcionamiento o desajuste de los mismos, para garantizar así que los levantamientos de campo brinden resultados libres de errores sistemáticos o groseros.

5. Realizar el procesamiento de los levantamientos de campo, mediante la utilización de los métodos adecuados de cálculo y control, considerando la teoría de errores, además de su posterior representación gráfica.

Contenido temático:

1. Introducción a la topografía
- 1.1 Reseña histórica
- 1.2 Concepto de topografía y geodesia
- 1.3 Funciones típicas del topógrafo

2. Espacio topográfico
- 2.1 El punto
- 2.2 La línea
- 2.3 Plano horizontal
- 2.4 Plano vertical

3. Áreas de acción de la topografía
- 3.1 Planimetría
- 3.2 Altimetría
- 3.3 Taquimetría
- 3.4 Uso de la libreta.

4. Levantamientos con cinta
- 4.1 Criterios para medir con cinta.
- 4.2 Medición en terreno plano y quebrado.
- 4.3 Concepto de error relativo y precisión.
- 4.4 Correcciones de la medición con cinta (error por catenaria, temperatura, presión, tensión y otras.)
- 4.5 Uso de la brújula.
- 4.6 Levantamientos sencillos con cinta: ángulos fijos, salvar obstáculos y triángulos rectángulos.

5. Levantamiento Ortogonal

5.1 Diferentes tipos de escuadras de agrimensura: refracción y reflexión
5.2 Instrumentos para el levantamiento ortogonal
5.3 Líneas bases y auxiliares
5.4 Comprobación y control del levantamiento de campo

6. Elementos de Altimetría

6.1 Concepto
6.2 Sistema de Referencia
6.3 Clases de nivelación
6.4 Uso de la estadia
6.5 Controles necesarios al medir con estadia
6.6 Precisión de levantamientos con estadia
6.7 Errores por refracción y curvatura
6.8 Nivel esférico, control y ajuste
6.9 Nivel tubular, control y ajuste
6.10 Uso del nivel de manguera
6.11 Nivel de mano
6.12 Clisímetro
6.13 Cálculo de pendientes
6.14 Tipos de Equialtímetros
6.15 Barometros altímetros
6.16 Uso del GPS navegador para la localización de puntos (X,Y,Z)
6.17 Altura ortometrica y elipsoidica.
6.18 Control y ajuste de los Equialtímetros
6.19 Compensación de itinerarios de nivelación

7. Métodos de nivelación

7.1 Nivelación simple.
7.2 Nivelación compuesta.
7.3 Métodos para la nivelación de una línea (controles de medición (1 lectura, 3 lecturas), Cota fija, distancias fijas, cambios de pendiente, perfiles)
7.4 Métodos para la nivelación de un terreno (radial, cuadrícula, secciones transversales)
7.5 Compensación de un circuito de nivelación
7.6 Ajuste ponderado para un punto que se le quiere dar nivel desde bancos con alturas conocidas
7.7 Nivelación de precisión
7.8 Consideraciones metodológicas para la nivelación de precisión
7.9 Principio de funcionamiento de las placas plano-paralelas
7.10 Controles necesarios al medir con placas plano-paralelas, precisión de nivelaciones realizadas con placas plano-paralelas, estadias de 5 mm y 10 mm

Bibliografía:

Avilés, G. (2012). Apuntes de topografía. Chile: Universidad del Bio-Bio.

Baselga, S. (2011). Fundamentos de cartografía matemática. España: Universitat Politècnica de València.

Gay, P. (2015). Practical Boundary Surveying Legal and Technical Principles. Springer International Switzerland. ISBN: 978-3-319-07157-2

Jordán, W. (1978). Tratado general de Topografía. (5ª. Ed.). España: Gustavo Gili, S.A.

Kavanagh, B. F. (2010). Surveying with construction applications. USA, N.J.: Prentice Hall

Wirshing, J.R. (2011). Introducción a la topografía. México: McGraw-Hill Interamericana

Programación para Ingeniería

UNIDAD ACADÉMICA	Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia
NOMBRE DEL CURSO	Programación para Ingeniería
CÓDIGO	TGF404
NIVEL	II
PERÍODO LECTIVO	I
TIPO DE CURSO	Presencial
MODALIDAD	17 semanas
NATURALEZA	Teórico - Práctico
CRÉDITOS	3
HORAS SEMANALES	8
HORAS PRESENCIALES	4 (1T -3P)
HORAS DE ESTUDIO INDEPENDIENTE	4
HORAS DE ATENCION AL ESTUDIANTE	1
HORAS DOCENTE	4
REQUISITO	Ninguno
CORREQUISITO	Topografía II
DOCENTE	Carlos Sevilla

Descripción del curso:

Este curso es de carácter teórico - práctico y brinda los conceptos y habilidades necesarios para el procesamiento de datos y la automatización de procesos de cálculo, en el área de la Geomática, Topografía, Catastro y Geodesia, mediante la programación de computadoras, utilizando lenguajes de alto nivel orientados al desarrollo de cálculos técnicos. El curso se enfoca en el paradigma de programación estructurada aplicado al desarrollo de programas de tamaño pequeño y mediano, pero también se aplica el enfoque de lenguaje interactivo de comandos. Integra el cálculo, la visualización y programación en entornos de desarrollo orientados al cálculo técnico, en donde los problemas y soluciones se expresan en la notación matemática habitual.

En la parte teórica, se desarrollan los conceptos fundamentales de la programación, como lo son: algoritmos, estructuras de datos, sentencias de control, lectura y escritura de archivos, entre otros. En la parte práctica, se desarrollan las habilidades necesarias para la solución, con herramientas de informática, a problemas de ingeniería relacionados con las áreas de la Geomática, Topografía, Catastro y la Geodesia, como, por ejemplo, el procesamiento de series de observaciones, principios de tratamiento de imágenes digitales, solución de sistemas de ecuaciones, creación de gráficas para la presentación de resultados y herramientas para la generación de reportes técnicos. Durante el desarrollo del curso, los estudiantes usan herramientas modernas de software para el área de la ingeniería, tales como: MATLAB, MATHCAD, OCTAVE y SCILAB.

Objetivo general:

Generar en el estudiantado la capacidad de desarrollar programas de cómputo para la visualización y procesamiento de datos, así como la automatización de cálculos técnicos mediante la utilización de herramientas informáticas de alto nivel, que permitan la solución rápida y eficaz a problemas del área de la Geomática, Topográfica, Catastro y Geodesia.

Objetivos específicos:

Al finalizar el curso el estudiante será capaz de:

1. Desarrollar programas de cómputo mediante la utilización de lenguajes de alto nivel, para la solución a problemas del área de la Geomática, Topografía y Geodesia.

2. Plantear, analizar y documentar los cálculos técnicos necesarios para la solución rápida y eficiente a problemas específicos de la ingeniería, mediante la utilización de herramientas informáticas de computación técnica.

3. Plantear estructuras de datos en un lenguaje de programación, mediante las primitivas que este brinda, con el fin de almacenar, procesar y visualizar los datos de campo de forma eficiente.

4. Automatizar el cálculo de funciones fundamentales, como lo son: distancias, áreas, azimutes, rumbos, entre otras, mediante los comandos y herramientas que brindan las plataformas de computación científica, con el fin de mejorar la eficiencia y reducir los errores en estos cálculos.

5. Generar diversas gráficas en 2D y 3D para la visualización de resultados o datos de campo, que permitan una mejor interpretación de los mismos, mediante la utilización de las herramientas de computación técnica.

6. Elaborar reportes técnicos que contengan elementos de cálculo con material documental interactivo en forma de texto, figuras e imágenes, funciones y ecuaciones, que mejoren y faciliten la documentación de procesos de investigación, medición, tratamiento y conversión de datos de campo, utilizando herramientas modernas de cálculo técnico, como lo son: MatLab, MathCad, Octave y SciLab.

Contenido temático:

1. Introducción a la Programación de Computadoras

- 1.1 Conceptos fundamentales
  - 1.1.1 Definición de programa
  - 1.1.2 Partes fundamentales de un programa
  - 1.1.3 Lenguajes de programación
  - 1.1.4 Etapas en la elaboración de un programa
  - 1.1.5 Algoritmo: diagrama de flujo y seudocódigo
- 1.2 Herramientas modernas de software para el cálculo de ingeniería.
  - 1.2.1 Estudio de casos
    - 1.2.1.1 LENGUAJES DE PROGRAMACION
    - 1.2.1.2 MATLAB
    - 1.2.1.3 MATHCAD
    - 1.2.1.4 HOJAS DE CÁLCULO.
  - 1.2.2 Comparación de las herramientas
    - 1.2.2.1 Ventajas
    - 1.2.2.2 Desventajas
    - 1.2.2.3 Tendencias modernas.

2. Elementos de Programación

- 1.2.3 Codificación
- 1.2.4 Instrucciones del programa

1.2.5 Instrucciones de declaración
1.2.6 Declaración de variables
1.2.7 Tipos de datos
1.2.8 Expresiones numéricas y de cadena de caracteres
1.2.9 Programación estructurada
1.2.10 Declaración de subprogramas: procedimientos con parámetros
1.2.11 Declaración de funciones
1.2.12 Instrucciones de lectura y escritura de archivos
1.2.13 Instrucción de asignación
1.2.14 Instrucción de llamado a subprogramas
1.2.15 Estructuras condicionales:
1.2.15.1 instrucción IF
1.2.15.2 instrucción CASE
1.2.16 Estructuras repetitivas
1.2.16.1 WHILE . . . WHEN
1.2.16.2 DO . . . LOOP
1.2.16.3 FOR . . . NEXT

3. Computación Técnica

3.1. Que es la computación técnica
3.2. Plataformas de computación técnica
3.3. Aplicaciones en el área de la Geomática, Topografía y Geodesia.
3.4. Procesamiento simbólico
3.5. Procesamiento numérico
3.6. Modos de Visualización
3.6.1.Consola de comandos
3.6.2.Visualización WYSIWYG
3.7. Estrategias de solución de problemas
3.7.1.Planteamiento del problema
3.7.2.Definir parámetros de entrada y salida
3.7.3.Definir algoritmo matemático
3.7.3.1. Descripción matemática completa del sistema
3.7.3.2. Comportamiento del sistema
3.7.3.3. Construir código computacional
3.7.4.Resolver el problema
3.7.4.1. Extraer resultados
3.7.4.2. Predicciones
3.7.4.3. simulaciones
3.7.5.Verificar solución
3.7.5.1. Comparar resultados con datos reales
3.7.6.Documentar solución propuesta.

4. Caso de estudios

4.1. MATHCAD, MATLAB, OCTAVE, SCILAB
4.1.1. Edición de cálculos en notación científica
4.1.1.1. Declaración de variables
4.1.1.2. Manejo automático de unidades
4.1.1.3. Manejo de matrices
4.1.2. Evaluación de ecuaciones
4.1.2.1. Operadores aritméticos
4.1.2.2. Evaluación numérica

4.1.2.3. Evaluación simbólica
4.1.3. Manejo de archivos
4.1.3.1. Lectura de archivos
4.1.3.2. Escritura de archivos
4.1.3.3. Integración con Excel, MATLAB, MATHCAD
4.1.4. Creación y edición de documentos técnicos
4.1.4.1. Enfoque de WYSIWYNG en documentos técnicos.
4.1.4.2. Creación de documentos
4.1.4.3. Edición de documentos
4.1.4.4. Actualización automática de los cálculos en los documentos.
4.1.4.5. Exportación y conversión de documentos
4.1.5. Gráficas y tablas
4.2. Herramientas de Programación
4.2.1.Operadores aritméticos
4.2.2.Operadores de calculo
4.2.3.Definición y evaluación de operadores
4.2.4.Operadores de ingeniería
4.2.5.Operadores para vectores y matrices
4.2.6.Funciones del sistema
4.2.6.1. Concepto de TOOLBOX
4.2.6.2. Funciones de ajuste de curvas
4.2.6.3. Funciones de análisis de datos
4.2.6.4. Funciones de estadística.
4.2.6.5. Funciones para el tratamiento de imágenes digitales
4.2.7. Funciones de usuario
4.2.7.1. Declaración e invocación de funciones
4.2.7.2. Declaración e invocación de subprogramas
4.2.7.3. Bibliotecas de funciones
4.3. Manejo de gráficos
4.3.1. Gráficos 2D
4.3.1.1. XY plots
4.3.1.2. scatter
4.3.1.3. line
4.3.1.4. column
4.3.1.5. bar
4.3.1.6. stem
4.3.1.7. waterfall
4.3.1.8. error
4.3.1.9. box
4.3.2.Gráficos 3-D
4.3.2.1. scatter
4.3.2.2. superficie
4.3.2.3. curvas
4.3.2.4. Polar
4.3.2.5. Contornos

5. Solución de Problemas Básicos de Topografía con Matlab y Mathcad

5.1 Manejo de coordenadas
5.2 Cálculo de distancia por coordenadas
5.3 Cálculo de azimuts
5.4 Cálculo de rumbos

5.5 Cálculo de áreas por coordenadas
5.6 Transformación de coordenadas
5.7 Promedio simple
5.8 Promedio pesado
5.9 Solución de sistemas de ecuaciones
5.10 Ajuste de curvas
5.11 Manejo de imágenes digitales
5.12 Propagación de errores

6. Los Reportes Técnicos

6.1 Las partes constitutivas del reporte.
6.2 Las gráficas y tablas
6.3 Las citas bibliográficas
6.4 La bibliografía

Bibliografía

Attaway, S. (2012). Matlab: a practical introduction to programming and problem solving. Amsterdam: Elsevier.

American Psychological Association (2010). What´s new in the 6th edition. Recuperado de http://www.apastyle.org/learn/tutorials/brief-guide.aspx
Gómez, J. (2015). Excel 2013 Avanzado. España: RA-MA Editorial

Magrab, E. (2011). An Engineer's guide to MATLAB: with applications from mechanical, aerospace, electrical, civil and biological systems engineering. Boston: Prentice Hall

Maxfield, B. (2013). Essential PTC Mathcad Prime 3.0: A Guide for New and Current Users. USA: Academic Press.
Moore, H. (2012). MATLAB for engineers. Boston, Massachusetts: Pearson

Tamayo, F. (2012). Fundamentos de lógica de programación: conceptos fundamentales, demostraciones y ejercicios. Estados Unidos: Editorial Académica española

Física II para Topografía

UNIDAD ACADÉMICA	Departamento de Física
NOMBRE DEL CURSO	Física II para Topografía
CÓDIGO	FIY424
NIVEL	II
PERÍODO LECTIVO	I
TIPO DE CURSO	Regular
MODALIDAD	Presencial
NATURALEZA	Teoría
CRÉDITOS	3
HORAS SEMANALES	8
HORAS PRESENCIALES	4
HORAS DE ESTUDIO INDEPENDIENTE	4
HORAS DE ATENCION AL ESTUDIANTE	1
HORAS DOCENTE	4
REQUISITO	Cálculo I Física I para Topografía Laboratorio de Física I para Topografía
CORREQUISITO	Laboratorio de Física II para Topografía
DOCENTE	

Descripción del curso:

Este curso está destinado al estudiantado de la carrera de Ingeniería en Topografía y Catastro. Se dan las bases de la Física General según la descripción clásica y complementa los conocimientos adquiridos en el curso anterior de Física I.

El estudio de los temas ayudará al estudiantado a comprender algunos de los fenómenos físicos involucrados en muchos aspectos de la vida moderna, en la naturaleza y en la técnica y, sobre todo, a obtener la formación académica a un nivel matemática adecuado para un profesional de ingeniería.

El estudio de la Física es de suma importancia para las ingenierías. De hecho, están estrechamente relacionadas. La Ingeniería se puede tomar como una aplicación de la Física. La Física es una ciencia teórico-experimental que busca entender el universo que nos rodea, su funcionamiento; mientras que la Ingeniería es la aplicación práctica de muchos de los conceptos desarrollados por la Física y otras ciencias. Los estudiantes de Ingeniería no solo deben ser conscientes que la Física tiene aplicación directa a la Ingeniería, sino que también desarrolla habilidades para el razonamiento lógico y la solución de problemas, elementos que son necesarios también para su desarrollo profesional y académico

A lo largo de este curso se desarrollarán diversos temas de importancia para la carrera de Ingeniería en Topografía y Catastro. Se introducen conceptos básicos de **Termodinámica** que permitirán entender cómo las mediciones ópticas se pueden ver afectadas por las condiciones ambientales. Además, se abordarán las bases del **Electromagnetismo**. Todos estos conceptos servirán para entender los fenómenos en el campo de la teledetección

Se utiliza Cálculo Diferencial e Integral en una variable para aplicarlos a problemas de física general universitaria

Objetivo general:

Dominar, por parte del estudiantado, la Física General Universitaria en el área de Termodinámica, Electricidad y Magnetismo, así como los contenidos en sus unidades, desde un punto de vista actual.

Objetivos específicos:

1. Comprender la naturaleza térmica de los materiales y cómo estos se ven afectados por las variaciones de flujo de calor para poder interpretar las alteraciones que sufren los objetos debido a los cambios de temperatura.
2. Entender la naturaleza eléctrica y magnética de la materia que permita demostrar las interacciones que existen en ella.
3. Comprender la relación que existe entre los fenómenos eléctricos y magnéticos que permita relacionar el concepto de onda electromagnética y su propagación en el espacio.
4. Desarrollar una actitud científica al enfrentarse a situaciones reales, teóricas y experimentales, y encontrar soluciones para éstas.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO:

1. Introducción a la Termodinámica

1.1 Introducción
1.2 Temperatura
1.3 Expansión térmica
1.4 Calor
1.5 Cambios de fase
1.6 Mecanismos de transferencia de calo
1.7 Propiedades térmicas de la materia
1.8 Ecuaciones de estado
1.9 Capacidades caloríficas
1.10 Fases de la materia

2. Campo eléctrico y Ley de Gauss

2.1 Introducción
2.2 Carga eléctrica
2.3 Materiales eléctricos
2.4 Ley de Coulomb
2.5 Campo eléctrico y líneas de campo
2.6 Cálculo de campos eléctricos
2.7 Dipolos eléctricos
2.8 Flujo eléctrico
2.9 Ley de Gauss y aplicaciones

3. Potencial eléctrico

3.1 Introducción
3.2 Energía Potencial Eléctrica
3.3 Potencial eléctrico
3.4 Superficies equipotenciales
3.5 Gradientes de potencial

4. Corriente, resistencia, fuerza electromotriz y circuitos eléctricos

4.1 Introducción
4.2 Corriente
4.3 Resistividad, resistencia y ley de Ohm
4.4 Fuerza electromotriz
4.5 Energía y potencia en circuitos eléctricos
4.6 Circuitos de corriente continua
4.7 Resistores en serie y paralelo
4.8 Reglas de Kirchhoff

5. Campo magnético

5.1 Introducción
5.2 Campo magnético y líneas de campo
5.3 Flujo magnético
5.4 Movimiento de partículas cargadas en un campo magnético y aplicaciones
5.5 Fuerza magnética sobre un conductor que transporta corriente

6. Fuentes de campo magnético

6.1 Introducción
6.2 Campo magnético de una carga en movimiento
6.3 Campo magnético de un conductor recto con corriente
6.4 Campo magnético de una espira circular con corriente
6.5 Fuerza entre conductores paralelos
6.6 Ley de Ampère y aplicaciones

7. Inducción electromagnética

7.1 Introducción
7.2 7.2 Ley de Faraday
7.3 Ley de Lenz
7.4 Fuerza electromotriz de movimiento
7.5 Campos eléctricos inducidos.

8. Ondas y ondas electromagnéticas

8.1 Introducción
8.2 Tipos de ondas
8.3 Descripción matemática de una onda
8.4 Velocidad y rapidez de una onda
8.5 Energía del movimiento ondulatorio
8.6 Interferencia de ondas y principio de
8.7 superposición
8.8 Ondas electromagnéticas y ecuaciones de
8.9 Maxwell
8.10 Ondas electromagnéticas planas
8.11 Ondas electromagnéticas sinusoidales
8.12 Energía y momento lineal de las ondas electromagnéticas
8.13 Ondas electromagnéticas estacionarias

Bibliografía:

Para el curso:

• Física Universitaria, Tomo I y II. Sears, F., Zemansky, M., Young, H. y Freedman, R. Decimocuarta Edición. México. Ed. Pearson, 2018.

De consulta:

• Física para Ciencias e Ingeniería, Tomo I. Serway, R. A. y Jewett, J. W. Jr. Sétima Edición. México. Cengage Learning Editores, S.A. de C.V., 2009.
• FÍSICA. Wilson, J. D. Sexta Edición. México, D.F.: Prentice Hall Hispanoaméricana, S.A., 2007.
• FÍSICA: Conceptos y Aplicaciones. Tippens, P. E., Tercera Edición. México, D.F.: Mc.Graw-Hill, 2011.
• FÍSICA, Tomo I y II. Resnick, R., Halliday, D., y Krane, K. Quinta Edición. New York: Editorial CECSA, 2001.

Laboratorio de Física II para Topografía

UNIDAD ACADÉMICA	Departamento de Física
NOMBRE DEL CURSO	Laboratorio de Física II para Topografía
CÓDIGO	FIY424L
NIVEL	I
PERÍODO LECTIVO	II
TIPO DE CURSO	Regular
MODALIDAD	Presencial
NATURALEZA	Laboratorio
CRÉDITOS	1
HORAS SEMANALES	3
HORAS PRESENCIALES	
HORAS DE ESTUDIO INDEPENDIENTE	
HORAS DE ATENCION AL ESTUDIANTE	
HORAS DOCENTE	3
REQUISITO	Calculo 1 Física I para Topografía Laboratorio de Física I para Topografía
CORREQUISITO	Física II para Topografía
DOCENTE:	

Descripción del curso:

Este curso está destinado a los estudiantes que ingresan a la carrera de Ingeniería en Topografía y Catastro. Se dan las bases de la Física General Universitaria, según la descripción clásica y abarca Termodinámica y Electromagnetismo.

Objetivo general:

Desarrollar habilidades de trabajo en grupo, así como la de preparación de informes científicos mediante el estudio de fenómenos de Termodinámica, Electricidad y Magnetismo.

Objetivos específicos:

Al finalizar, el estudiantado estará en la capacidad de:

1. Distinguir entre los conceptos de calor, energía térmica y temperatura.
2. Describir cómo se expanden los sólidos al aumentar la temperatura para determinar el valor del coeficiente de expansión lineal de diferentes sólidos.
3. Describir la transferencia de calor por conducción para determinar el coeficiente de conductividad térmica para diferentes materiales.
4. Describir los flujos de energía en un sistema aislado.
5. Comprender el concepto de campo eléctrico.
6. Realizar diagramas de los campos eléctricos para distribuciones simples.
7. Verificar que las líneas de campo eléctrico son ortogonales a las líneas equipotenciales.
8. Comprender el funcionamiento de los instrumentos de medición eléctrica, además de los equipos generadores de señal.
9. Analizar circuitos que contienen combinaciones de resistencia en serie y en paralelo.
10. Calcular la potencia en los circuitos eléctricos.
11. Comprobar la no linealidad de un filamento de tungsteno, así como de un diodo.

12. Comprender las relaciones entre corriente eléctrica, resistencia y diferencia de potencial.
13. Aplicar las leyes de Kirchhoff para determinar las corrientes en los circuitos.
14. Distinguir la interacción de los polos magnéticos de la tierra.
15. Comprender cómo actúan las fuerzas magnéticas sobre los cables portadores de corrientes.
16. Comprender como las corrientes eléctricas generan campos magnéticos.
17. Describir cuantitativa y cualitativamente el fenómeno de la inducción magnética

Bibliografía:

Para el curso:

• Guía de Física II para Topografía. Márquez, X. Primera Edición. Costa Rica. Ed. Universidad Nacional, 2020.

De consulta:

• Física Universitaria, Tomo I y II. Sears, F., Zemansky, M., Young, H. y Freedman, R. Decimocuarta Edición. México. Ed. Pearson, 2018.
• Física para Ciencias e Ingeniería, Tomo I. Serway, R. A. y Jewett, J. W. Jr. Sétima Edición. México. Cengage Learning Editores, S.A. de C.V., 2009.
• FÍSICA. Wilson, J. D. Sexta Edición. México, D.F.: Prentice Hall Hispanoaméricana, S.A., 2007.
• FÍSICA: Conceptos y Aplicaciones. Tippens, P. E., Tercera Edición. México, D.F.: Mc.Graw-Hill, 2011.
• FÍSICA, Tomo I y II. Resnick, R., Halliday, D., y Krane, K. Quinta Edición. New York: Editorial CECSA, 2001.

Cálculo II

UNIDAD ACADÉMICA	Escuela de Matemática
NOMBRE DEL CURSO	Cálculo II
CÓDIGO	MAT003
NIVEL	II
PERÍODO LECTIVO	I
TIPO DE CURSO	Regular
MODALIDAD	Presencial
NATURALEZA	Teórico - Práctico
CRÉDITOS	4
HORAS SEMANALES	11
HORAS PRESENCIALES	5 (3T -2P)
HORAS DE ESTUDIO INDEPENDIENTE	6
HORAS DE ATENCION AL ESTUDIANTE	1
HORAS DOCENTE	5
REQUISITO	MAT002 Cálculo I
CORREQUISITO	Ninguno
DOCENTE	

1. Descripción general del curso

En este curso se pretende desarrollar los conceptos necesarios para que el estudiante analice la convergencia de sucesiones, series y, además, adquiera los conocimientos elementales para determinar soluciones de ecuaciones diferenciales y, con esto, aplicarlas a los contextos de su área profesional. Se desarrollarán métodos de solución de estas últimas, así como la aplicación en las distintas áreas.

2. Objetivo general

Aplicar los conceptos fundamentales del Cálculo Integral en la resolución de problemas de distintos campos.

3. Objetivos específicos

a. Aplicar los conceptos y fórmulas del cálculo diferencial e integral para resolver problemas relacionados con las diferentes disciplinas.
b. Aplicar los diferentes criterios de convergencia para los distintos tipos de series y sucesiones.
c. Aplicar las técnicas básicas para la resolución de ecuaciones diferenciales lineales y su aplicación a diferentes campos de interés científico.

4. Contenido temático

a. Integrales impropias (2 semanas).
Cálculo de integrales impropias de tipo I y II. Criterios de convergencia de integrales impropias: p-integrales, comparación directa y al límite.

b. Sucesiones y series (4 semanas)
Sucesiones de números reales. Convergencia. Sucesiones monótonas y acotadas. Series de números reales. Convergencia. Series geométricas y telescópicas. Criterios

de comparación de la integral y del límite. Criterios para la convergencia de series: Criterio de la integral, Criterio de comparación en el límite, Criterio del cociente y de la raíz. Series alterntes. Convergencia absoluta. Series de potencia, radio e intervalos de convergencia. Series de Taylor y Maclaurin.

c. Funciones en varias variables (2 semanas)

Definición y ejemplos de funciones de dos o más variables. Dominios reales de funciones de varias variables. Noción intuitiva de límite de una función de varias variables. Derivadas parciales de n-ésimo orden. Regla de la cadena.

d. Optimización de funciones en varias variables (3 semanas)

Máximos y mínimos de funciones de dos y tres variables. Criterio de la segunda derivada para funciones de dos variables. Extremos locales y puntos de ensilladura. Multiplicadores de Lagrange (una restricción). Problemas de máximos y mínimos.

e. Ecuaciones diferenciales (6 semanas)

Definiciones fundamentales de las ecuaciones diferenciales. Ejemplos de ecuaciones diferenciales. Orden y grado de una ecuación diferencial. Comprobación de soluciones de una ecuación diferencial explicita e implícitamente. Ecuaciones diferenciales de primer orden no lineales, variables separables, ecuaciones exactas, homogéneas y factor integrantes, Bernoulli. Ecuaciones diferenciales lineales de segundo orden y de orden superior (coeficientes constantes y coeficientes variables), homogéneas. Ecuaciones no homogéneas, soluciones particulares. Método de coeficientes indeterminados y variación de parámetros. Ecuación de Euler.

5. Bibliografía

Apóstol, T. Calculus. Vol. I y II. Ed. Reverté Ediciones S. A de C. V., México, 1985.

Demidovich, B. Problemas y Ejercicios de Análisis Matemático. Editorial MIR, Moscú, 1977.

Chiang, A. Wainwright, K. Métodos fundamentales de economía matemática (cuarta edición).Edit. McGraw- Hill. México, 2006.

Larson R., Hostetler R., Edwards B. Cálculo. Volumen 1. McGraw-Hill, 6ta Ed. , México, 1999.
Simmons, G. Cálculo con Geometría Analítica. Segunda edición. Editorial McGraw Hill, México, 2002.
Stewart, J. Cálculo. Thompson Learning, Cuarta Edición, México, 2002.

Piskunov. N. Cálculo diferencial e integral. Tomo I y II. Editorial MIR. Moscú. 1977.

Zill, G. Ecuaciones diferenciales con aplicaciones. Octava edición. Editorial Thompson. 2007.

Topografía II

UNIDAD ACADÉMICA	Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia
NOMBRE DEL CURSO	Topografía II
CÓDIGO	TGF405
NIVEL	II
PERÍODO LECTIVO	I
TIPO DE CURSO	Regular - Colegiado
MODALIDAD	Presencial
NATURALEZA	Teórico - Práctico
CRÉDITOS	3
HORAS SEMANALES	8
HORAS PRESENCIALES	6 (3T -3L-A)
HORAS DE ESTUDIO INDEPENDIENTE	2
HORAS DE ATENCION AL ESTUDIANTE	1
HORAS DOCENTE	6
REQUISITO	Topografía I
CORREQUISITO	Ninguno
DOCENTE	Franklin Arroyo Solano, Franklin De Obaldia Valdés

Nota: Este curso es colegiado y será impartido por dos profesores, cada uno con una jornada de un cuarto de tiempo completo (¼ TC)

Descripción del curso:

El curso es de carácter teórico-práctico y presenta las metodologías fundamentales para el levantamiento plani-altimétrico y el replanteo de puntos, como los son el levantamiento polar y el establecimiento de poligonales. Se desarrolla los fundamentos constructivos de los instrumentos topográficos, especialmente el teodolito, estaciones totales y distanciómetros, y se estudian además los métodos de cálculo, incluyendo aspectos importantes a considerar en aplicaciones topográficas. En la parte práctica del curso, se realizan sesiones de campo y gabinete, en las cuales el estudiantado pone en práctica los conceptos y técnicas descritos en la clase, utilizando equipo topográfico especializado para cada tarea.

Objetivo general:

Desarrollar las destrezas y habilidades para realizar levantamientos planimétricos y altimétricos en topografía, así como el análisis y determinación de las exactitudes de la información levantada en campo, utilizando instrumental como teodolitos, estaciones totales y distanciómetros, entre otros, teniendo en cuenta el uso correcto y control del equipo topográfico.

Objetivos específicos:

Al finalizar el curso, el estudiante será capaz de:

1. Realizar levantamientos topográficos utilizando técnicas de poligonales abiertas y cerradas, y levantamientos radiales, para determinar las coordenadas de puntos de interés sobre la superficie terrestre.

2. Realizar levantamientos altimétricos en el ámbito topográfico identificando los métodos y equipo necesarios, para lograr determinar las cotas, pendientes, volúmenes y diferencias de altura de puntos sobre la superficie terrestre.

3. Realizar levantamientos planimétricos en el ámbito topográfico, identificando los métodos y equipo necesarios para lograr determinar la localización de puntos sobre la superficie terrestre, dentro de un sistema de coordenadas local o nacional, además de determinar distancias, áreas y azimuts.

4. Realizar el control y ajuste del equipamiento topográfico mediante el uso de técnicas para determinar el mal funcionamiento o desajuste de los mismos, con el fin de garantizar que los levantamientos de campo brinden resultados libres de errores sistemáticos o groseros.

5. Realizar el procesamiento de los levantamientos de campo mediante la utilización de los métodos adecuados de cálculo y control, considerando la teoría de errores, además de su posterior representación gráfica.

CONTENIDO TEMATICO:

1. El teodolito
- 1.1. Partes constitutivas
- 1.2. Tipos de teodolitos
- 1.3. Control y ajuste
- 1.4. Uso y manejo
  - 1.4.1. Ángulos de deflexión, ángulos internos, ángulos externos
  - 1.4.2. Ángulos verticales y cenitales
  - 1.4.3. Métodos de medición angular: repetición, reiteración, series simples y completas (método de Schriever y cierre al horizonte)

2. Definición de polígonos
- 2.1. Polígono cerrado y poligonales
- 2.2. Ley de sumatoria de ángulos internos y sumatoria de ángulos externos
- 2.3. Sistemas de coordenadas y métodos para el cálculo de áreas por coordenadas
- 2.4. Uso de la libreta

3. Levantamiento planimétrico
- 3.1. Métodos para la medición de una poligonal
- 3.2. Conservación de azimut
- 3.3. Ángulos internos y externos
- 3.4. Ángulos derechos e izquierdos
- 3.5. Calculo y compensación de poligonales
  - 3.5.1. Poligonales cerradas
  - 3.5.2. Poligonales extendidas
- 3.6. Levantamiento topográfico con poligonales
- 3.7. Levantamiento polar o radiados (desde una o más estaciones)
- 3.8. Aplicaciones de las poligonales

4. Transformación de coordenadas planas
- 4.1. Puntos idénticos
- 4.2. Semejante de Helmert

5. Medida electrónica de distancias

- 5.1. Principios básicos
- 5.2. Constante aditiva y multiplicativa
- 5.3. Control, ajuste, cálculo de errores
- 5.4. Uso, transporte y cuidados del instrumental
- 5.5. Medida de distancias reducciones, correcciones
- 5.6. Levantamiento altimétrico y planimétrico con distanciómetro

6. Estaciones totales

- 6.1. Principios básicos
- 6.2. Partes constitutivas
- 6.3. Precisión
- 6.4. Uso y manejo
- 6.5. Recolección de datos con libreta electrónica
- 6.6. Levantamientos con estación total
  - 6.6.1. Poligonales y detalles
  - 6.6.2. Representación del terreno
  - 6.6.3. Replanteo con Estación Total

7. Nivelación trigonométrica

- 7.1. Levantamiento taquimétrico
  - 7.1.1. Levantamiento con teodolito y cinta
  - 7.1.2. Levantamiento con estadía
  - 7.1.3. Levantamiento con estación total
  - 7.1.4. Curvas de nivel

8. Instrumental complementario en el levantamiento de detalles

- 8.1. La utilización básica del GPS en el levantamiento
- 8.2. Fundamentos de la medición con lidar en el levantamiento
- 8.3. Aplicaciones de los vehículos aéreos no tripulados en los levantamientos

9. Propagación de Errores

- 9.1. El concepto de error
- 9.2. Fuentes de error en la medición
- 9.3. La desviación estándar (instrumental)
- 9.4. El error medio cuadrático
- 9.5. Concepto de Mínimos cuadrados
- 9.6. La propagación del error
- 9.7. Aplicaciones

Bibliografía:

Avilés, Grecia. (2012). Apuntes de topografía. Chile : Universidad del Bio-Bio.

Jordán, W. (1978). Tratado general de Topografía. (5ª. Ed.). España: Gustavo Gili, S.A.

Gay, P. (2015). Practical Boundary Surveying Legal and Technical Principles. Springer International Switzerland. ISBN: 978-3-319-07157-2

Kavanagh, B. F. (2010). Surveying with construction applications. USA, N.J.: Prentice Hall

Wallace, T., & Fillmore, J. (2011). The adjustment of observations by the method of least squares with applications to geodetic work. New York : D. Van Nostrand.

Wirshing, J.R. (2011). Introducción a la topografía. México: McGraw-Hill Interamericana

Sistemas de Información Geográfica I

UNIDAD ACADÉMICA	Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia
NOMBRE DEL CURSO	Sistemas de Información Geográfica I
CÓDIGO	TGF406
NIVEL	II
PERÍODO LECTIVO	II
TIPO DE CURSO	Regular
MODALIDAD	Presencial
NATURALEZA	Teórico - Práctico
CRÉDITOS	2
HORAS SEMANALES	5
HORAS PRESENCIALES	3 (1T -2P)
HORAS DE ESTUDIO INDEPENDIENTE	2
HORAS DE ATENCION AL ESTUDIANTE	1
HORAS DOCENTE	3
REQUISITO	Programación para Ingeniería, Inglés Integrado I
CORREQUISITO	Ninguno
DOCENTE	Steven Oreamuno Herra, Manuel Ramírez Núñez, Esteban Mora Vargas

Descripción del curso:

Este curso tiene un carácter teórico práctico y brinda los conceptos fundamentales en el uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y su aplicación en el campo de la Topografía, Catastro, Geodesia y Geomática. Se estudian los conceptos básicos del SIG y su forma operativa en detalle, de modo que el estudiantado aprenda cómo se conforma un SIG para el análisis gráfico y literal de los datos geoespaciales y la toma de decisiones.

El componente práctico del curso tiene como meta lograr una mejor comprensión y asimilación del conocimiento por parte del estudiantado, mediante la realización de sesiones prácticas. En ellas, el estudiantado habrá de identificar las cuestiones teóricas planteadas con anterioridad y resolverá los problemas técnicos y prácticos de una forma experimental, implementando un Sistema de Información Geográfico para dar solución a un problema, utilizando para ello las diversas herramientas que brinda este sistema en cuanto a captura, almacenamiento, análisis y visualización de información relativa al territorio.

Objetivo general:

Desarrollar las destrezas y habilidades para realizar representaciones gráficas del terreno, los accidentes naturales y artificiales, así como la interpretación y extracción de información geoespacial, utilizando aplicaciones SIG para el manejo de información geoespacial, gráfica y literal, relativa al territorio y a la creación de mapas temáticos.

Objetivos específicos:

Al finalizar el curso el estudiante será capaz de:

1. Generar cartografía digital mediante la aplicación de las herramientas que brindan los SIG, para la representación de objetos naturales y artificiales a diferentes escalas referidos a un sistema de referencia.

2. Desarrollar las habilidades y destrezas en la representación, diseño e interpretación de objetos relacionados con la Topografía, Catastro, Geodesia y Geomática, utilizando diferentes aplicaciones SIG para el desarrollo de modelos espaciales de datos.

3. Realizar un análisis espacial basado en los atributos de las capas de información, mediante herramientas de geoprocesamiento, para la solución de problemas o consultas específicas y su visualización.

4. Realizar la importación y exportación de datos vectoriales, ráster y alfanumérico, utilizando las herramientas SIG para el intercambio e interoperabilidad entre bases de datos espaciales y literales.

5. Participar en procesos de implementación de Sistemas de Información Geográfica en municipalidades, catastros multi-finalitarios, empresas de manejo de infraestructura y recursos naturales, con el fin de automatizar y resolver problemas específicos en cada área.

Contenido temático:

1. Conceptos fundamentales de SIG
- 1.1 Introducción
- 1.2 Antecedentes históricos
- 1.3 Definición y concepto general de SIG

2. Componentes y capacidades de un SIG
- 2.1 Hardware
- 2.2 Software
- 2.3 Datos
- 2.4 Usuarios
- 2.5 Capacidad cartográfica
- 2.6 Manejo de atributos y datos
- 2.7 Capacidad de análisis
- 2.8 Personalización

3. Tipos y características de SIG
- 3.1 Tipos de SIG
  - 3.1.1 Sistemas de software comerciales
  - 3.1.2 Sistemas de software libre
  - 3.1.3 Sistemas de software código abierto
  - 3.1.4 Desktop SIG
  - 3.1.5 Servidor SIG
  - 3.1.6 Visores SIG
- 3.2 Características básicas
  - 0.1.1. Interfaz
  - 0.1.2. importación y exportación de datos
  - 0.1.3. Herramientas de creación y edición
  - 0.1.4. Herramientas de análisis

1. **Fundamentos de la representación cartográfica**
   - 1.1. Sistemas de Referencia y datum
   - 1.2. Proyecciones y transformaciones en SIG
   - 1.3. Georreferenciación

2. Recopilación de información geoespacial
   - 2.1. Fuentes de información
     - 2.1.1. Información análoga
     - 2.1.2. Información digital
     - 2.1.3. Fuentes de datos en línea (fuentes libres, Google, WFS, WMS)
     - 2.1.4. Conversiones entre formatos
     - 2.1.5. Procesos de recolección de información
       - 2.1.5.1. Diseño de procesos de recolección
       - 2.1.5.2. Levantamiento de campo
       - 2.1.5.3. Levantamiento con GPS o dispositivos móviles (diccionario de datos, tipos de dispositivos, características técnicas)
       - 2.1.5.4. Captura de datos desde bases de datos en línea (WFS, WMS, Google Maps)
   - 2.2. Intercambio de información (formatos, importación, exportación)

3. **Características de la información geoespacial**
   - 3.1. Datos de los elementos de la superficie terrestre
   - 3.2. Tipos de archivos cartográficos
     - 3.2.1. Modelo vectorial
     - 3.2.2. Modelo ráster.
   - 3.3. Tablas y atributos. Relación entre elemento y reSIGtro.

4. Manejo de los atributos de la información geoespacial
   - **4.1.** Creación y edición de elementos vectoriales.
     - 4.1.1. Puntos
     - 4.1.2. Líneas
     - 4.1.3. Polígonos
     - 4.1.4. Objetos multiparte
   - 0.2. Conversión de datosCreación y edición de tablas de atributos.
     - 0.2.1.Creación de tablas
     - 0.2.2.Modificación estructura de tablas
     - 0.2.3.Edición de datos
   - 0.3. Relación de información gráfica y atributos en SIG
   - 0.4. Relación entre tablas (Joins y Relates).
   - 0.5. Consultas de información
     - 0.5.1.Consultas de información vectorial
     - 0.5.2.Consultas de sobre tablas
     - 0.5.3.Consultas de información raster
     - 0.5.4.Consultas a bases de datos externas
     - 0.5.5.Creación de capas de información a partir de consultas

5. Edición de Mapas
   - 5.1. Tipos de mapas
   - 5.2. Mapas temáticos
   - 5.3. Simbología y etiquetado
   - 5.4. Impresión de mapas

5.4.1. Tipos de layout
5.4.2. Elementos de layout
5.4.3. Creación de layout

5.5. Mapas para formatos digitales (PDF, Ebook, Atlas digitales).

6. Estudios de casos

6.1. Aplicación de los SIG en Catastro
6.2. Aplicación de los SIG para el manejo de infraestructuras (gas, agua, electricidad, telecomunicaciones)
6.3. Aplicación de los SIG en las municipalidades
6.3.1. Patentes
6.3.2. Permisos de construcción

Bibliografía:

Peters, D. (2011). Building a SIG, Second Edition: System Architecture Design Strategies for Managers. Estados Unidos: ESRI Press.

Zeiler, M. & Murphy, J. (2010). Modeling Our World, Second Edition: The Esri Guide to Geodatabase Concepts. Estados Unidos: ESRI Press.

Tomlinson, R. (2011). Thinking About SIG: Geographic Information System Planning for Managers (4a. ed). Estados Unidos: ESRI Press.

Teorey, T.J. (2011). Database Modeling and Design, Fifth Edition: Logical Design. Estados Unidos: Morgan Kaufmann

Pena, J. (2009). Sistemas de Información Geográfica aplicados a la gestión del territorio: entrada manejo, análisis y salida de datos espaciales: teoría general y practica para ESRI ArcSIG 9 . Alicante: Editorial Club Universitario.

Wolf, R., Dewitt, B. & Wilkinson, B. (2014). Elements of photogrammetry: with applications in SIG. Boston: McGraw Hill.

Legislación Catastral

UNIDAD ACADÉMICA	Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia
NOMBRE DEL CURSO	Legislación Catastral
CÓDIGO	TGF407
NIVEL	II
PERÍODO LECTIVO	II
TIPO DE CURSO	Regular
MODALIDAD	Presencial
NATURALEZA	Teórico
CRÉDITOS	2
HORAS SEMANALES	5
HORAS PRESENCIALES	3 (3T)
HORAS DE ESTUDIO INDEPENDIENTE	2
HORAS DE ATENCION AL ESTUDIANTE	1
HORAS DOCENTE	3
REQUISITO	Topografía II
CORREQUISITO	Ninguno
DOCENTE	Steven Oreamuno Herra, Alexander González Salas

Descripción del curso:

El curso ofrece al estudiantado los conocimientos teóricos, técnicos y legales de las norman que regulan la agrimensura y transacción Inmobiliaria en Costa Rica y su aplicación a la administración del territorio; se desarrollan los conceptos y legislación para efectuar levantamientos de agrimensura, catastrales y la relación de la información registro-catastro priorizando la seguridad jurídica para el propietario del inmueble, así como los trabajos cotidianos del Topógrafo, ligando los conceptos teóricos con la ejecución en el campo de tareas para la conformación de planos de agrimensura y su aplicación en el desarrollo del país como herramienta para la toma de decisiones.

En general, el curso trata las leyes, normas y reglamentos que rigen y enmarca el ejercicio de la profesión del Ingeniero Topógrafo.

Objetivo general:

Aplicar e interpretar la legislación pertinente a la agrimensura y transacción inmobiliaria, mediante el conocimiento y dominio de las normas, leyes y reglamentos básicos que la rigen, para el correcto ejercicio profesional del Ingeniero Topógrafo en Costa Rica.

Objetivos específicos:

Al finalizar el curso el estudiante será capaz de:

1. Dominar la terminología técnica que se utiliza en la agrimensura y en el movimiento inmobiliario para lograr interpretar, de forma correcta, cada una de las acciones y actores que intervienen.

2. Realizar la segregación de propiedades identificando, aplicando e interpretando las normas relacionadas para que el proceso esté apegado a la normativa y sea aprobado por la institución pertinente.

3. Realizar reuniones de propiedades identificando, aplicando e interpretando las normas relacionadas, para que el proceso se encuentre acorde con la normativa y sea aprobado por la institución pertinente.
4. Realizar la inscripción de propiedades identificando, aplicando e interpretando las normas relacionadas, para que el proceso esté apegado a la normativa y sea aprobado por la institución pertinente.

5. Identificar las instituciones que se ven involucradas en la agrimensura y en la transacción inmueble, para realizar los procesos de visados, permisos e inscripciones de forma adecuada, mediante el estudio de las normativas que rigen el ejercicio de la profesión

Contenido temático:

1. Conceptos fundamentales
- 1.1 El ejercicio profesional del topógrafo en la agrimensura y el ordenamiento territorial
- 1.2 La fe pública del topógrafo y la ética profesional
  - 1.2.1 Normativa del Colegio de Ingenieros topógrafos
  - 1.2.2 Nociones sobre el contrato y el protocolo
- 1.3 Las instituciones públicas relacionadas a la agrimensura y el ordenamiento territorial
  - 1.3.1 Registro Inmobiliario
  - 1.3.2 INVU
  - 1.3.3 Municipalidades
  - 1.3.4 MINAE
  - 1.3.5 IGN
  - 1.3.6 INDER
  - 1.3.7 ICT
  - 1.3.8 Aviación Civil
  - 1.3.9 Otros

2. El derecho de propiedad
- 2.1 Propiedad plena y propiedad limitada
- 2.2 Nuda propiedad y copropiedad
- 2.3 Propiedad plena y propiedad en derechos
- 2.4 Nuda propiedad
- 2.5 Usufructo
- 2.6 Posesión (posesión civil y posesión en precario, elementos)
- 2.7 Defensa y exclusión
- 2.8 Restitución e indemnización
- 2.9 Derechos Reales (Sujeto-Objeto)

3. **Gravámenes de la propiedad**
- 3.1 Servidumbres (Concepto, características, regulaciones, tipos de servidumbres (continuas, discontinuas, aparentes, no aparentes), servidumbre de agua, servidumbre de luz, servidumbres obligatorias, voluntarias, jurisprudencia)

3.2 Hipoteca (La hipoteca legal y la hipoteca común: Concepto, características, regulación, diferencias, requisitos, derechos y timbres, grados hipotecarios (primero, segundo, tercero), avalúo en hipotecas, hipoteca de un tercero, remate del primer grado hipotecario. Proceso Ejecutivo Hipotecario
3.3 Prenda (muebles) Concepto, características, requisitos, tipos de prendas (sobre vehículos, barcos, sobre bienes no inscribibles), la prenda no inscrita (pérdida del privilegio ejecutivo). Prenda con desplazamiento, prenda sin desplazamiento
3.4 Plazos de Convalidación
3.5 Anotaciones sobre la propiedad y caducidad de las anotaciones

4. Posesión civil y agraria

4.1 Definición
4.2 Diferencia entre usucapión (prescripción positiva) y prescripción negativa
4.3 Diferencia entre posesión civil y posesión agraria
4.4 La Posesión en Precario
4.5 Legislación sobre prescripción positiva o usucapión
4.6 Legislación sobre posesión agraria
4.7 Ley de Tierras y Colonización
4.8 Jurisprudencia.

5. Normativa asociada al ejercicio de la agrimensura

5.1 Constitución Política República de Costa Rica.
5.2 Ley de Informaciones Posesorias, N.º 139 y sus Reformas
5.3 Ley de Construcciones, No 833
5.4 Ley sobre Inscripción de documentos -Registro Público, No 3883 y sus reformas
5.5 Ley de Planificación Urbana, N.º 4240
5.6 Ley General de Caminos Públicos, N.º 5060
5.7 http://www.rnp.go.cr/bienes_muebles/bienes_muebles_normativa_leyes.htmLey sobre la Zona Marítimo-Terrestre, N.º 6043
5.8 http://www.rnp.go.cr/bienes_muebles/bienes_muebles_normativa_leyes.htmLey Indígena, N.º 6172
5.9 Ley General de la Administración Pública, N.º 6227
5.10 Ley Forestal, N.º 7575
5.11 Ley Titulación de tierras ubicadas en reservas nacionales, N.º 7599
5.12 http://www.rnp.go.cr/bienes_muebles/bienes_muebles_normativa_leyes.htmLey Reguladora de la Propiedad en Condominio, N.º 7933
5.13 http://www.rnp.go.cr/bienes_muebles/bienes_muebles_normativa_leyes.htmInscripción de Títulos de Propiedad sobre Informaciones Posesorias, Decreto N.º 5820-G

Bibliografía:

Constitución Política República de Costa Rica.
Ley de Informaciones Posesorias, N.º 139 y sus Reformas.
Ley de Construcciones, N.º 833.
Ley de Registro de Propiedad Horizontal, N.º 3670.
Ley sobre Inscripción de documentos -Registro Público, N.º 3883 y sus reformas.
Ley de Planificación Urbana, N.º 4240.
Ley de aranceles del Registro Público, N.º 4564 y sus reformas.
Ley General de Caminos Públicos, Nº 5060.
Ley sobre la Zona Marítimo-Terrestre, Nº 6043.

Ley del Catastro Nacional, Nº 6545.
Ley de Expropiaciones, Nº 7495.
Ley Forestal, Nº 7575.
Ley Titulación de tierras ubicadas en reservas nacionales, Nº 7599.
Ley Reguladora de la Propiedad en Condominio, Nº 7933.
División Territorial Administrativa, Decreto Nº 29267-G.
Reforma a la vigencia del Reglamento a la Ley de Catastro, Decreto Nº 34600-J.
Inscripción de Títulos de Propiedad sobre Informaciones Posesorias, Decreto Nº 5820-G.
Reglamento a la Ley de Catastro Nacional, Nº 34331-J.
Reglamento de Organización del Registro Público de la Propiedad Inmueble, Decreto Nº 24322-J.
Reglamento a la Ley Forestal, Decreto Nº 25721 – MINAE.
Reglamento del Registro Público, Decreto Nº 26771-J.
Reglamento a la Ley de Impuesto sobre Bienes Inmuebles, Decreto Nº 27601.
Reglamento a la Ley Reguladora de la Propiedad en Condominio, Decreto Nº 32303-MIVAH-MEIC-TUR
Reglamento al artículo 30 de la Ley de Catastro Nº 6545 del 25 de marzo, 1981 y sus reformas, Decreto Nº 32563-j.
Reglamento a la Ley sobre la Zona Marítimo Terrestre, Decreto Nº 7841.
Reglamento a la Ley Indígena, Decreto Nº 8487G

Sistemas Satelitales de Navegación Global

UNIDAD ACADÉMICA	Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia
NOMBRE DEL CURSO	Sistemas Satelitales de Navegación Global
CÓDIGO	TGF408
NIVEL	II
PERÍODO LECTIVO	II
TIPO DE CURSO	Regular - Colegiado
MODALIDAD	Presencial
NATURALEZA	Teoría - Laboratorio
CRÉDITOS	3
HORAS SEMANALES	8
HORAS PRESENCIALES	6 (3T -3L-A)
HORAS DE ESTUDIO INDEPENDIENTE	2
HORAS DE ATENCION AL ESTUDIANTE	1
HORAS DOCENTE	6
REQUISITO	Física II para Topografia, Laboratorio de Física II para Topografía
CORREQUISITO	Ninguno
DOCENTE	Francisco Valverde Calderón, Franklin Arroyo Solano, Jorge Moya Zamora

Nota: Este curso es colegiado y será impartido por dos profesores, cada uno con una jornada de un cuarto de tiempo completo (¼ TC)

Descripción del curso:

El curso es de carácter teórico-práctico, donde se brinda la formación en las metodologías fundamentales para el levantamiento topográfico utilizando Sistemas Satelitales de Navegación Global (GNSS por sus siglas en inglés), se desarrolla los fundamentos constructivos que presentan los equipos GNSS y se estudian, además, los métodos de cálculo a considerar en aplicaciones topográficas, geodésicas y otras donde se requiere la captura de información geoespacial. En la parte práctica se realizan levantamientos con GNSS, conociendo las diferentes técnicas de medición, preparación del levantamiento y del instrumental requerido y los cuidados que deben tenerse durante esta operación, así como el procesamiento de la información obtenida en el campo.

Objetivo general:

Desarrollar las destrezas y habilidades para ejecutar levantamientos topográficos utilizando sistemas de navegación satelital, el análisis y determinación de las exactitudes de la información levantada en campo, mediante el uso de instrumental GNSS, aplicando la metodología adecuada para el fin del levantamiento.

Objetivos específicos:

Al finalizar el curso el estudiante será capaz de:

1. Realizar levantamientos topográficos utilizando Sistemas Globales de Navegación Satelital, para la determinación de las coordenadas de puntos de interés sobre la superficie terrestre dentro de un sistema de coordenadas local o nacional.

2. Identificar el método y el instrumental requerido para el desarrollo de los levantamientos GNSS en el ámbito topográfico y sus diferentes áreas de desarrollo, mediante el estudio de los requerimientos técnicos en cuanto a exactitud, finalidad, cantidad de información requerida, entre otros.

3. Realizar el procesamiento de los levantamientos de campo a través de la utilización de los métodos y el software de cálculo adecuados, además de su posterior representación gráfica.

4. Aplicar metodologías de cálculo y levantamiento para la corrección de los errores que afectan las mediciones GNSS, por medio de la comprensión y cuantificación del impacto de los mismos, logrando minimizar su efecto en los resultados.

Contenido temático:

1. Generalidades del sistema GNSS
- 1.1 Antecedentes
- 1.2 Desarrollo histórico
- 1.3 Ventajas y desventajas
- 1.4 Comparación con otros tipos de levantamientos topográficos

2. Descripción del sistema GPS
- 2.1 Segmento espacial
- 2.2 Segmento de control
- 2.3 Segmento de usuario
- 2.4 Tiempo GNSS y unidades derivadas (semana GNSS, DOY, entre otros)
- 2.5 Sistema de referencia WGS84

3. Principios básicos del sistema GPS
- 3.1 Frecuencia fundamental
- 3.2 Frecuencia L1, L2, L2C, L5
- 3.3 Códigos C/A y P
- 3.4 El mensaje de navegación
- 3.5 Mediciones de código y seudodistancias
- 3.6 Medición de fase

4. **Posicionamiento con GNSS**
- 4.1 Posicionamiento absoluto
- 4.2 Posicionamiento relativo

5. Levantamientos con GNSS
- 5.1 Consideraciones para la planificación de un levantamiento con GNSS
- 5.2 Consideraciones para la ejecución de un levantamiento con GNSS
- 5.3 Levantamientos estáticos y estáticos rápidos
- 5.4 Levantamientos cinemáticos: RTK por radio, RTK por red, VRS, NTRIP, entre otros.
- 5.5 Consideraciones para el establecimiento de estaciones de medición continua
- 5.6 Consideraciones para el enlace a estaciones de medición continua

6. Fuentes de error en la medición con GNSS y su tratamiento
- 6.1 Error en el reloj del receptor
- 6.2 Error en el reloj del satélite

6.3 Tipos de órbitas: Almanaques, efemérides transmitidas y efemérides precisas
6.4 Error en la órbita de satélite
6.5 Retraso en la señal causado por la atmosfera ionizada
6.6 Retraso en la señal causado por la atmosfera neutra
6.7 Multipath
6.8 Variaciones en los centros de fase de las antenas
6.9 Efectos provocados por fenómenos geológicos y geofísicos (mareas, cambio en el marco de referencia por tectónica de placas u otros tipos de eventos)

7. Procesamiento y ajuste de observaciones GNSS

7.1 Determinación de la posición en un levantamiento absoluto
7.2 Diferencias simples, dobles y triples
7.3 Resolución de ambigüedades
7.4 Combinaciones lineales de las observaciones
7.5 Consideraciones para el procesamiento de observaciones GNSS
7.6 El método de Posicionamiento de Punto Preciso (PPP)
7.7 Programas en línea para el procesamiento de observaciones GNSS (CSRS, APPS, OPUS, AUSPOS)

8. Aplicaciones del GNSS

8.1 Establecimiento de marcos de referencia terrestre globales, continentales y nacionales
8.2 Control Fotogramétrico
8.3 Levantamientos con fines cartográficos y catastrales
8.4 Levantamientos con fines topográficos
8.5 Otros

9. Otros sistemas GNSS

9.1 Glonass
9.2 Galileo
9.3 Beidu
9.4 Sistemas de aumentación terrestres y satelitales

Bibliografía:

Bomford, G. (2010). Geodesy. Oxford, Inglaterra: University

Hofmann-Wellenhof. B., Lichtenegger, H., & Collins, J. (2001). GNSS: Theory and Practice (5° Ed.). Springer- Verlag Wien New York, Austria, 382 p

Hofmann-Wellenhof. B., Lichtenegger, H., & Wasle, E. (2008). GNSS: Global Navigation Satellite Systems: GNSS, Glonass, Galileo and More, 1° Edition, SpringerWienNewYork, Austria, 517 p

Lu, Z., Qu, Y., & Qiao, S. (2014). Geodesy: Introduction to Geodetic Datum and Geodetic Systems. Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg

Wright, T. (2011). The adjustment of observations by the method of least squares with applications to geodetic work. New York: D. Van Nostrand

Xu. G. (2007). Theory, Algorithms and Applications. Alemania: Springer Berlin Heidelberg

Xu, G. (Ed) (2010). Sciences of Geodesy -I: Advances and Future Directions. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Germany

Álgebra Lineal

1. Aspectos generales del curso

Unidad: Escuela de Matemática
Nombre: Álgebra Lineal
Código: MAT005
Nivel: Bachillerato
Periodo lectivo: I y II ciclo
Tipo de curso: Regular
Modalidad: Presencial
Naturaleza: Teórico - Práctico
Créditos: 4
Horas semanales: 11
Horas presenciales: 5 (3T-2P)
Horas docentes: 5
Horas de atención al estudiante: 1
Horas de estudio independiente: 6
Requisitos: MAT002 Cálculo I

2. Descripción general del curso

En este curso se desarrollan, de manera práctica, los conceptos básicos de matrices y sistemas de ecuaciones lineales. Se da énfasis al desarrollo de los temas de espacios vectoriales, transformaciones lineales y valores y vectores propios de una matriz, para que el estudiante pueda aplicarlos en las distintas ramas de su quehacer profesional.

3. Objetivo general

Fomentar el estudio del álgebra lineal como herramienta para la solución de problemas en los campos de la informática y la economía.

4. Objetivos específicos

a. Resolver sistemas de ecuaciones lineales en situaciones que involucren la utilización de los conceptos de matrices, determinantes y reducción de Gauss Jordan.
b. Resolver ejercicios y problemas que involucren la teoría de espacios vectoriales de dimensión finita para su solución.
c. Resolver problemas y ejercicios que involucren, para su resolución, la teoría de transformaciones lineales y matrices.
d. Resolver problemas en los que intervengan valores y vectores propios de una transformación lineal o de una matriz.

5. Contenidos

a. Matrices y sistemas de ecuaciones lineales (3 semanas).
Definición de matriz. Operaciones con matrices: suma, resta, producto escalar y producto matricial. Tipos de matrices: identidad, nula, triangular, diagonal, simétrica, idempotente y elementales. Matriz transpuesta. Operaciones de fila. Cálculo de la inversa de una matriz mediante reducción de Gauss-Jordan. Cálculo de

determinantes. Sistemas de ecuaciones lineales: definición y distintos tipos de soluciones. Solución de sistemas mediante el método de eliminación de Gauss.

b. Espacios vectoriales reales de dimensión finita (5 semanas)
Espacios vectoriales Rn, Mnxm(R), Pn[x] y Cn (n-vectores, matrices, polinomios y funciones continuas). Subespacios vectoriales. Independencia lineal. Bases y dimensión. Vector de coordenadas. Producto interno y norma de un vector. Teorema de completación de bases. Bases ortonormales.

c. Transformaciones lineales y matrices (6 semanas)
Definición de transformación lineal. Imagen y núcleo de una transformación lineal. Composición de transformaciones. Isomorfismos. Transformación inversa. Determinación de aplicaciones lineales. Matriz asociada a una transformación lineal. Rango de una aplicación lineal y aplicaciones. Cambio de Bases.

d. Valores y vectores propios (3 semanas)
Definición de valor y vector propio de una matriz y de una aplicación lineal. Polinomio característico. Diagonalización de matrices.

6. Bibliografía

Anton H. Introducción al álgebra lineal. Editorial LIMUSA, segunda edición México. 2002.

Apóstol, T. Cálculo. Segunda edición. Editorial Reverté

Bernard Colman. Álgebra Lineal con aplicaciones y Matlab. Prentice Hall. México, 1999.

B.Noble. Algebra lineal aplicada. Prentice Hall. 1989.

Hill. R. Algebra lineal elemental con aplicaciones. Prentice Hall. México.1997.

Harvey Gerber. Álgebra lineal. Grupo Editorial Iberoamericana. México.1990.

Lipschutz S. Álgebra lineal. Mc GRaw-Hill. 1968.

Soto M-Vicente J. Algebra lineal con MATLAB y MAPLE. Prentice Hall. México. 1997.

Probabilidad y estadística

UNIDAD ACADÉMICA	Escuela de Matemática
NOMBRE DEL CURSO	Probabilidad y estadística
CÓDIGO	MAT006
NIVEL	II
PERÍODO LECTIVO	II
TIPO DE CURSO	Regular
MODALIDAD	Presencial
NATURALEZA	Teórico - Práctico
CRÉDITOS	3
HORAS SEMANALES	8
HORAS PRESENCIALES	4 (3T -1P)
HORAS DE ESTUDIO INDEPENDIENTE	4
HORAS DE ATENCION AL ESTUDIANTE	1
HORAS DOCENTE	4
REQUISITO	Cálculo I
CORREQUISITO	Ninguno
DOCENTE	

1. Descripción general del curso

Este curso pretende introducir al estudiante dentro de una perspectiva práctica de la Estadística como una disciplina científica, convertida actualmente en una herramienta esencial de la investigación en casi todos los campos. El curso pretende involucrar a los estudiantes, en el conocimiento de las técnicas básicas de la estadística descriptiva, dedicadas a la recolección, clasificación, presentación, análisis e interpretación de información cuantitativa o cualitativa obtenida por medio de la observación o experimentación. Así también involucrarlos en el uso de técnicas de inducción lógicas propias de la inferencia estadística para extraer conclusiones sobre una población en estudio. Además, se involucra al estudiante en la conceptualización de relaciones entre dos o más características de las unidades estadísticas en estudio, de manera que le sea posible cuantificar la relación o formular modelos simples que la describan, utilizando para ello la estadística paramétrica.

2. Objetivo general

Relacionar los conceptos que proporciona la Estadística al campo de la investigación, como herramienta para la recolección, clasificación, presentación, análisis e interpretación de la información cuantitativa, obtenida mediante la observación o experimentación.

3. Objetivos específicos

a. Analizar las técnicas básicas de análisis e interpretación de información cuantitativa o cualitativa obtenida por medio de la observación o experimentación.
b. Establecer las relaciones entre dos o más características cuantitativas y/o cualitativas por medio del análisis de tablas de contingencia.
c. Conocer los conceptos básicos sobre la teoría de probabilidades.
d. Conocer las principales distribuciones de probabilidades tanto discretas como continuas, que constituyen el fundamento para inferencia estadística.

4. Contenido temático

a. Conceptos estadísticos básicos (1 semana)

Introducción a la Estadística: conceptualización de Estadística, Estadística descriptiva, Inferencia estadística. Conceptos básicos: unidad estadística elemental o unidad de estudio, característica, observación, población, muestra. Tipos de muestreo: aleatorio y no aleatorio; con y sin reemplazo. Atributos nominales y ordinales. Variables cuantitativas discretas y continuas. Escalas de medición de las variables: nominal, ordinal, de razón, de intervalo.

b. Distribución de frecuencias (2,5 semanas)

Ordenación de datos. Formas de presentación de la información: textual, semitabular, tabular y gráfica. Series estadísticas: cualitativas, cuantitativas, geográficas y cronológicas y sus representaciones: gráficas de barras, de línea, circular o pastel y otras. Tablas de contingencia. Distribución de frecuencias para variables cualitativas y cuantitativas (discretas y continuas). Intervalo de clase. Frecuencia absoluta, relativa y acumulada. Histograma y polígonos de frecuencias, ojivas. Aplicaciones.

c. Medidas descriptivas: posición y variabilidad (2 semanas)

Características e interpretación de la moda, mediana, media aritmética simple, promedio ponderado y cuantilos (cuartiles, deciles y percentiles). Diagramas de cajas. Medición de la variabilidad, recorrido o amplitud, la varianza, la desviación estándar y el coeficiente de variación. Cálculos de las medidas para datos agrupados y para no agrupados.

d. Teoría elemental de probabilidad (2 semanas)

Conceptos básicos: experimento, espacio muestral de un experimento, punto muestral, eventos: simples, compuestos, mutuamente excluyentes. Complemento de un evento. Técnicas de conteo: permutaciones y combinaciones. Enfoque clásico de probabilidad. Enfoque de la frecuencia relativa sobre una probabilidad. Axiomas de probabilidad y teoremas básicos. Probabilidad condicional. Sucesos independientes y dependientes. Ley de probabilidad total. Teorema de Bayes.

e. Distribuciones de probabilidad (2,5 semanas)

Definición de variables aleatoria (discreta y continua). Distribución de probabilidad para variables discretas: su valor esperado y variancia. Función de distribución acumulada para variables discretas. Distribuciones de probabilidad para variables discretas (binomial y Poisson) y su valor esperado y varianza. Función de distribución acumulada (binomial y Poisson). Aproximación a la distribución binomial por medio de la distribución de Poisson. Distribución normal para variables continúas. Área bajo la curva normal. Distribución normal estándar. Estandarización de una variable. Notación y cálculo de $Z\alpha$. Factor de corrección por continuidad. Aproximación normal a la distribución binomial. Problemas de aplicación.

f. Distribuciones muestrales (2 semanas)

Distribución de la media muestral, valor esperado, varianza y error estándar de la media. Factor de corrección para poblaciones finitas. Teorema del límite central. Distribución de muestreo de la proporción, valor esperado, varianza y error estándar para la proporción. Problemas de aplicación

g. Estimación estadística (1,5 semanas)

Estadísticos y parámetros. Estimación puntual y por intervalo. Error de la estimación de la muestra. Estimación de intervalos de confianza para la media (con desviación estándar conocida, con desviación estándar desconocida, con desviación estándar desconocida y muestras pequeñas). Distribución t de Student. Estimación del intervalo de confianza para la proporción. Estimación de intervalos de confianza para la proporción. Determinación del tamaño mínimo de la muestra para la media y para la proporción (poblaciones finitas e infinitas).

h. Teoría de la decisión (2,5 semanas)

Metodología de la prueba de hipótesis. Interpretaciones de errores en prueba de hipótesis (tipo I y II). Reglas de decisión. Pruebas de hipótesis para la media de una población normal con desviación estándar desconocida (muestras grandes y pequeñas). Valores p y pruebas de hipótesis. Pruebas de hipótesis para la proporción poblacional y muestras grandes. Cálculo del tamaño de una muestra para una prueba de hipótesis de la media. Pruebas referidas a la diferencia de medias (muestras independientes grandes y pequeñas). Pruebas referidas a la diferencia de proporciones (muestras grandes independientes). Cálculo del tamaño de una muestra para una prueba de hipótesis de la proporción.

5. Bibliografía

Berenson, M y Levine, D. (1987). Estadística para Administración y Economía. México: Nueva Editorial Interamericana.

Berenson, L. (1987). Estadística básica en administración, conceptos y aplicaciones. México: Editorial Prentice Hall.

Devory, J. (2008). Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias. México: Editorial Thomson.

Freund, J., Miller, I. y Miller, M. (6 ed). (2000). Estadística matemática con aplicaciones. México: Prentice Hall.

Gómez, M. (3 ed). (2010). Elementos de Estadística Descriptiva. San José, Costa Rica: EUNED

Johnson, R. (1990). Estadística elemental. México: Grupo Editorial Iberoamérica.

Lohr, S. L. (2000). Muestreo: Diseño y análisis. México: Internacional Thomson Editores, S.A. de C.V.

Mendenhall, W. (1990). Estadística para administradores. México: Grupo Editorial Iberoamérica.

Mendenhall, W., D. D. Wackerly, y R. L. Schea_er. (7 ed). (2008). Estadística matemática con aplicaciones. México: Internacional Thomson Editores, S.A. de C.V.

Miller, I. I., J. E. Freud, y R. A. Johnson. (1973). Probabilidad y estadística para ingenieros.México: Editorial Prentice Hall Hispanoamericana.

Milton, J.S., y Arnold, J. (4 ed). (2004). Probabilidad y Estadística con aplicaciones para ingeniería y ciencias computacionales. México: Editorial McGraw Hill.

Neter, J., y Wasserman, W. (Trad. 3a ed). (1973). Fundamentos de Estadística. México: Compañía Editorial Continental, S.A. (C.E.C.S.A).

Quintana, C. (2 ed). (1996). Elementos de inferencia Estadística. San José, Costa Rica: EVCR.

Ross, S. M. (2 ed). (2002). Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias. México: Editorial McGraw Hill. Wakerly, D., Mendenhall, W. y Schea_er, R. (6a ed). (2008).

Sistemas de Información Geográfica II

UNIDAD ACADÉMICA	Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia
NOMBRE DEL CURSO	Sistemas de Información Geográfica II
CÓDIGO	TGF409
NIVEL	III
PERÍODO LECTIVO	I
TIPO DE CURSO	Regular
MODALIDAD	Presencial
NATURALEZA	Teórico - Práctico
CRÉDITOS	3
HORAS SEMANALES	8
HORAS PRESENCIALES	4 (2T -2P)
HORAS DE ESTUDIO INDEPENDIENTE	4
HORAS DE ATENCION AL ESTUDIANTE	1
HORAS DOCENTE	4
REQUISITO	Sistemas de Información Geográfica I
CORREQUISITO	Ninguno
DOCENTE	Steven Oreamuno Herra, Manuel Ramírez Núñez, Esteban Mora Vargas

Descripción del curso:

Este curso tiene un carácter teórico-práctico y presenta los Sistemas de Información Geográfica (SIG) como una herramienta para la solución de problemas en el campo de la Topografía, Catastro, Geodesia y Geomática. Se utilizan los métodos para el análisis espacial, análisis de redes y modelos digitales del terreno y las consideraciones técnicas para el almacenamiento, visualización y geoprocesamiento de datos geoespaciales.

En el componente práctico se realizan sesiones de gabinete utilizando equipo de cómputo y programas informáticos especializados en el área de los Sistemas de Información Geográfica, para resolver problemas específicos donde se pone en práctica los conceptos teóricos adquiridos en clase, con la supervisión del docente.

Objetivo general:

Desarrollar las destrezas y habilidades para utilizar la tecnología de Sistema de Información Geográfica para analizar, interpretar y visualizar información geoespacial aplicado en la solución de problemas variados en el campo de la Topografía, Catastro, Geodesia y Geomática.

Objetivos específicos:

Al finalizar el curso el estudiante será capaz de:

1. Utilizar las técnicas de análisis espacial para la solución de problemas relacionados con la determinación de localización óptima bajo criterios específicos mediante modelado de expresiones espaciales que involucran buffers, mapas de distancias, algebra de mapas.

2. Utilizar las técnicas de análisis de redes para la solución de problemas mediante el cálculo de rutas óptimas, cálculo de áreas de servicio, análisis de tránsito

3. Utilizar modelos digitales del terreno (MDT) para la solución de problemas relacionados con la generación de mapas de pendientes, análisis de visibilidad, delimitación de cuencas hidrográficas, generación de perfiles, volúmenes y curvas de nivel, mediante la aplicación de estructuras de datos y métodos de interpolación para la representación tridimensional del terreno.

4. Utilizar la Topología para la creación y edición de cartografía digital mediante el modelamiento, la creación y la aplicación de reglas topológicas

Contenido temático:

1. Análisis Espacial

- 2.10 Conceptos fundamentales.
- 2.11 Usos y aplicaciones del análisis espacial
- 2.12 Fuentes de datos
  - 2.12.1 Datos vector
  - 2.12.2 Datos raster
  - 2.12.3 Conversión
- 2.13 Modelado de expresiones espaciales
  - 2.13.1 Algebra de mapas
  - 2.13.2 Ecuaciones de mapas
  - 2.13.3 Funciones de mapas
  - 2.13.4 Mapa de distancias
  - 2.13.5 Mapa de buffers
- 2.14 Estudio de casos
  - 2.14.1 Localización optima de rellenos sanitarios
  - 2.14.2 Bienes raíces
  - 2.14.3 Determinación de localización bajo varios criterios

2. Análisis de Redes

- 3.1 Conceptos fundamentales
  - 3.1.1 Uso y aplicaciones del análisis redes
  - 3.1.2 Fuentes de datos de una red
  - 3.1.3 Elementos geométricos de las redes
    - 3.1.3.1 Nodos
    - 3.1.3.2 Links
    - 3.1.3.3 Atributos de los nodos
    - 3.1.3.4 Atributos de los links
    - 3.1.3.5 Giros
    - 3.1.3.6 Pasos a desnivel
- 3.2 Utilización del análisis de redes
  - 3.2.1 Cálculo de rutas óptimas
  - 3.2.2 Cálculo de áreas de servicio
  - 3.2.3 Análisis de tránsito
  - 3.2.4 Simulación
- 3.3 Estudio de casos
  - 3.3.1 Definición de áreas de servicio para hospitales
  - 3.3.2 Definición de áreas de servicio para negocios
  - 3.3.3 Definición de ruta de evacuación en casos de emergencia.

3. **Modelos Digitales de Terreno (MDT)**.
   - 4.1 Definición
   - 4.2 Usos y aplicaciones de los modelos digitales de terreno.
   - 4.3 Fuentes de datos
   - 4.4 Estructuras de datos
   - 4.5 métodos de interpolación
   - 4.6 Generación de MDT
     - 4.6.1 Generación a partir de Nube de puntos (x,y,z)
     - 4.6.2 Generación a partir de líneas (x,y,z)
     - 4.6.3 Líneas de frontera de interpolación (breaklines)
       - 4.6.3.1 Softlines
       - 4.6.3.2 Hardlines
     - 4.6.4 Lagos y cuerpos de agua.
   - 4.7 Información derivada del MDT
     - 4.7.1 Mapa de pendientes
     - 4.7.2 Análisis de visibilidad
     - 4.7.3 Análisis de cuencas hidrográficas
     - 4.7.4 Generación de perfiles
     - 4.7.5 Cálculo de volúmenes

4. Topología
   - 5.1 Conceptos fundamentales
     - 5.1.1 Definición de Topología
     - 5.1.2 Elementos constitutivos de la topología
   - 5.2 Reglas topológicas
     - 5.2.1 Creación de las reglas topológicas
     - 5.2.2 Edición de reglas
   - 5.3 Aplicación de las reglas
     - 5.3.1 Caso post creación de los datos
     - 5.3.2 Aplicación previa a la creación de los datos
     - 5.3.3 Edición de inconsistencias topológicas

5. Estudio de Casos
   - 6.1 Aplicación a la creación de mapa catastral
   - 6.2 Estudio de calidad de mapa catastral
   - 6.3 Generación de redes de transporte.

Bibliografía:

Nogueras-Iso, J., Zarazaga-Soria, J., & Muro-Medrano, P. (2010). Geographic information metadata for spatial data infrastructures: resources, interoperability and information retrieval. Berlin: Springer.

Peters, D. (2011). Building a GIS, System Architecture Design Strategies for Managers. (2a Ed). Estados Unidos: ESRI Press.

Tomlinson, R. (2011). Thinking About GIS: Geographic Information System Planning for Managers. (4a Ed). Estados Unidos: ESRI Press.

Teorey, J. (2011). Database Modeling and Design: Logical Design (5a Ed). Estados Unidos: Morgan Kaufmann

Zeiler, M. & Murphy, J. (2010). Modeling Our World. The Esri Guide to Geodatabase Concepts. (2a Ed). Estados Unidos: ESRI Press.

Catastro I

UNIDAD ACADÉMICA	Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia
NOMBRE DEL CURSO	Catastro I
CÓDIGO	TGF410
NIVEL	III
PERÍODO LECTIVO	I
TIPO DE CURSO	Regular - Colegiado
MODALIDAD	Presencial
NATURALEZA	Teoría - Laboratorio
CRÉDITOS	3
HORAS SEMANALES	8
HORAS PRESENCIALES	6 (3T -3L-A)
HORAS DE ESTUDIO INDEPENDIENTE	2
HORAS DE ATENCION AL ESTUDIANTE	1
HORAS DOCENTE	6
REQUISITO	Legislación Catastral
CORREQUISITO	Ninguno
DOCENTE	Steven Oreamuno Herra, Alexander González Salas

Nota: Este curso es colegiado y será impartido por dos profesores, cada uno con una jornada de un cuarto de tiempo completo (¼ TC)

Descripción del curso:

El curso ofrece al estudiantado los conocimientos teóricos-prácticos del Catastro y su aplicación a la administración del territorio; se desarrollan los conceptos, métodos y herramientas para efectuar levantamientos catastrales y la relación de la información registro-catastro, ligando los conceptos teóricos con la ejecución en el campo de tareas para la conformación de mapas catastrales y su aplicación en el desarrollo del país como herramienta para la toma de decisiones. Finalmente, el curso busca dar los conocimientos técnicos para el levantamiento en el campo y la elaboración de datos, aplicando la normativa legal que regula el registro de tierras en Costa Rica, lo cual se implementará en las sesiones prácticas de campo y gabinete.

Objetivo general:

Desarrollar los conocimientos, habilidades y aptitudes sobre la administración del catastro y su conformación, según diferentes modelos catastrales, como herramienta para la gestión del territorio.

Objetivos específicos:

Al finalizar el curso el estudiante será capaz de:

1. Identificar las aplicaciones del catastro para la gestión de territorio, mediante el estudio y el análisis de sus potencialidades en los ámbitos jurídicos, fiscales, ambientales, económicos y como soporte a la definición de políticas públicas.

2. Ejecutar el levantamiento catastral, mediante la aplicación de metodologías y estándares de calidad, para la conformación del catastro con diferentes fines.

3. Conformar mapas catastrales, mediante la aplicación de herramientas como Sistemas de Información Geográfica y Sistemas CAD, para representar, actualizar y visualizar gráficamente el territorio y sus características.

4. Ejecutar la conciliación catastral relacionando la información gráfica y registral, para coadyuvar en la seguridad jurídica de los predios representados en el mapa catastral.

5. Identificar las características del modelo catastral costarricense, mediante el estudio de su normativa, desarrollo e implementación, para identificar sus fortalezas y debilidades, con el fin de coadyuvar a su mantenimiento y mejora.

Contenido temático:

1. El Catastro
- 1.1. Definición y concepto
- 1.2. Objetivos
- 1.3. Evolución
- 1.4. Tipos de Catastros

2. Modelos catastrales en otras regiones
- 2.1. Modelos catastrales en Europa
- 2.2. Modelos catastrales en Norteamérica
- 2.3. Modelos catastrales en Latinoamérica

3. Actores en la administración del Territorio
- 3.1. Descripción de los actores
- 3.2. Tipos
- 3.3. Características
- 3.4. Responsabilidades y obligaciones

4. El Registro Inmobiliario en Costa Rica
- 4.1. Orígenes del Registro Inmobiliario
- 4.2. Definición y concepto
- 4.3. Objetivos
- 4.4. Características
- 4.5. Relación con los usuarios

5. Modelo Catastral de Costa Rica
- 5.1 Desarrollo histórico del modelo catastral costarricense
- 5.2 Componentes
- 5.3 Problemática Catastral-Registral
- 5.4 Sistema de Referencia
- 5.5 Conformación del Mapa Catastral
  - 5.5.1 Recopilación de la información existente
  - 5.5.2 Conciliación catastral
  - 5.5.3 Recopilación de información de campo
  - 5.5.4 Validación de la información catastral
  - 5.5.5 Conformación del mapa catastral

5.5.6

1. Métodos de Levantamiento Catastral: Metodologías y criterios técnicos

5.1. Introducción.

1.3.1 Métodos Topográficos

1.3.1.1 Convencional

1.3.1.2 GNSS

1.3.2 Métodos Fotogramétricos

1.3.2.1 Restitución.

1.3.2.2 Ortofotomapas.

1.3.2.3 Fotointerpretación.

1.3.3 Métodos combinados.

6. Compilación de los datos catastrales

6.1. Elaboración y recopilación de información alfanumérica y cartográfica

6.2. Conformación de los datos literales de las propiedades

6.3. Conciliación de información física y literal

6.4. Conformación del mapa catastral

7. Integración del Catastro con los Sistemas de Información Territorial (estudios de caso)

7.1 Tecnologías de información espacial relacionadas con el Catastro

7.2 Relación de los datos del catastro y otras fuentes de datos

7.3 Disposición de los datos del catastro para múltiples usuarios

7.4 Estudios de caso en Costa Rica

7.1.1 SIRI

7.1.2 SNIT

7.1.3 SITRIMU

8 Aplicaciones de la Información Catastral

8.1 Fiscalidad

8.2 Conservación, sostenibilidad y ambiente

8.3 Planificación territorial

8.4 Áreas de aplicación específica:

1.1.1.Áreas de conservación

1.1.2.Territorios Indígenas

1.1.3.Zonas costeras

1.1.4.Zonas fronterizas

1.1.5.Administración del territorio

1.1.6.Desarrollo Sostenible

Bibliografía:

Alcázar, R. (2012). Los complejos inmobiliarios y su inscripción catastral. *CT Catastro, Número 76, 7-16*.

Águila, M., & Erba, D. (2008). El Rol del Catastro en el Registro del Territorio. Buenos Aires, Argentina.

Berne, J., Femenia, C. & Aznar, J. (2004). Catastro y Valoración Catastral. España: Universidad Politécnica de Valencia.

Costa Rica. (2009). Guía de actividades para el proceso de validación de expedientes proveniente de la formación del catastro y compatibilización de la información catastral y registral. Programa de regularización de Catastro y Registro. Costa Rica

Crespo, A. (2012). El padrón real. Una base de datos cartográfica en continua actualización. *CT Catastro, Número 76, 65-89*

Mateo, A. (2014). Un plan de regularización para actualizar el Catastro. *CT Catastro, Número 81, 39-51.*

Ramírez, M. & Gonzáles, A. (2008). El Sistema Nacional de Información Territorial propuesto por el Programa de Regularización de Catastro y Registro. *Revista Azimuth, 4 (4), 20-23*. Colegio de Ingenieros Topógrafos de Costa Rica. Costa Rica: San José.

Ramírez, M. (2008). La nueva fotogrametría de Costa Rica. *Revista Azimuth, Colegio de Ingenieros Topógrafos de Costa Rica, 3(3), 22-27*.

Tomlinson, R. (2011).Thinking About GIS: Geographic Information System Planning for Managers, (4a Ed). Estados Unidos: ESRI Press.

Vásquez, O. (2013). Coordinación entre el catastro y el registro de la propiedad. España: Editorial Tirant.

Wolf, R., Dewitt, B. & Wilkinson, B. (2014). Elements of photogrammetry: with applications in GIS. Boston: McGraw Hill.

Leyes, reglamentos y decretos:

Decreto Ejecutivo 34331-J. 2007. Reglamento a la ley de Catastro Nacional # 6547.

Ley de Catastro Nacional, 6545 (25 de marzo de 1981).

Ley de Informaciones Posesorias, 5257 (31 de Julio de 1973).

Ley de Planificación Urbana, 4240 (15 de noviembre de 1968).

Reforma a la Ley de Informaciones Posesorias, 5813 (04 de noviembre de 1975).

Reforma a la Ley de Planificación Urbana, 4971 (28 de abril de 1972).

Reglamento a la Ley de Catastro Nacional, 13607-J (25 de abril de 1982).

Cartografía I

UNIDAD ACADÉMICA	Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia
NOMBRE DEL CURSO	Cartografía I
CÓDIGO	TGF411
NIVEL	III
PERÍODO LECTIVO	I
TIPO DE CURSO	Regular
MODALIDAD	Presencial
NATURALEZA	Teórico - Práctico
CRÉDITOS	3
HORAS SEMANALES	8
HORAS PRESENCIALES	3 (2T -1P)
HORAS DE ESTUDIO INDEPENDIENTE	5
HORAS DE ATENCION AL ESTUDIANTE	1
HORAS DOCENTE	3
REQUISITO	Sistemas Satelitales de Navegación Global
CORREQUISITO	Ninguno
DOCENTE	Jorge Moya Zamora, Esteban Mora Vargas

Descripción del curso:

El curso brinda los conocimientos fundamentales para elaborar cartas cartográficas y mapas a partir de la representación de la Tierra, considerando la superficie terrestre como una esfera, por medio del uso de diferentes proyecciones cartográficas. Se introducen los conceptos fundamentales referentes a la cartografía oficial de Costa Rica y se estudian las distintas proyecciones cartográficas que se han usado en el país.

La parte práctica del curso tiene como meta lograr una mejor comprensión y asimilación del conocimiento por parte del estudiantado, mediante la realización de sesiones prácticas de gabinete, las cuales consisten en el cálculo y dibujo de diferentes redes cartográficas, aplicando distintas metodologías utilizando herramientas de cómputo específicas para la temática del curso. A través de los laboratorios, el estudiantado podrá identificar cuestiones teóricas planteadas con anterioridad y resolverá problemas prácticos de una forma experimental.

Objetivo general:

Representar la superficie terrestre aplicando métodos de la Cartografía, mediante uso de proyecciones cartográficas y el estudio de sus características, logrando así la elaboración de mapas y cartas para distintos propósitos.

Objetivos específicos:

Al finalizar el curso el estudiante será capaz de:

1. Aplicar las técnicas cartográficas para la representación de la superficie terrestre, mediante el uso de funciones matemáticas que permiten proyectar de la esfera al plano y viceversa.

2. Utilizar criterios técnicos para seleccionar la proyección adecuada a problemas específicos, considerando variables como la superficie a proyectar, la distorsión y la ubicación de la superficie de proyección con respecto a la Tierra.

3. Identificar las características de la información cartográfica disponible en Costa Rica mediante el análisis y estudio de la evolución de las bases cartográficas utilizadas en el país, para usar dicha cartografía de forma adecuada.

4. Elaborar mapas y cartas utilizando herramientas informáticas, obteniendo como producto la representación de la superficie terrestre de interés.

5. Elaborar mapas temáticos aplicando criterios cartográficos e información de atributos de los objetos representados, para brindar información de la variable o variables requeridas para el estudio de un fenómeno o problema.

Contenido temático:

1. Introducción y conceptos fundamentales
- 1.1 Concepto de cartografía
- 1.2 Antecedentes históricos
- 1.3 Importancia de la cartografía para el desarrollo socio-económico
- 1.4 Relación de la cartografía con la geodesia y la geomática
- 1.5 Concepto de mapa
- 1.6 Sistema de coordenadas sobre la esfera
- 1.7 Escala numérica y escala gráfica

2. Proyecciones
- 2.1 Clasificación de las proyecciones
  - 2.1.1 Superficie a proyectar
    - 2.1.1.1 Proyecciones cónicas, cilíndricas y azimutales
  - 2.1.2 Ubicación superficie de proyección
    - 2.1.2.1 Proyección normal, oblicua y transversal
  - 2.1.3 Por la característica de la proyección:
    - 2.1.3.1 Equidistante, equivalente y conforme
- 2.2 Distorsiones
  - 2.2.1 Indicatriz de Tissot.
    - 2.2.1.1 Distorsión lineal, angular y areal
- 2.3 Curvas especiales sobre la esfera y el elipsoide
  - 2.3.1 Loxodrómica
  - 2.3.2 Geodésica

3. Proyecciones geográficas
- 3.1 Proyecciones azimutales propias
  - 3.1.1 Proyección azimutales: propias, equidistante, equivalente, conforme, central, paralela, en posición oblicua y en posición transversal.
- 3.2 Proyecciones cilíndricas propias
  - 3.2.1 Proyecciones cilíndricas equidistantes:
    - 3.2.1.1 Cilindro Tangente
    - 3.2.1.2 Cilindro secante
  - 3.2.2 Proyecciones cilíndricas equivalentes
    - 3.2.2.1 Cilindro tangente
    - 3.2.2.2 Cilindro secante
  - 3.2.3 Proyecciones cilíndricas conforme Mercator
- 3.3 Proyecciones cónicas propias

4. Proyecciones geodésicas

4.1 Sistema Gauss-Krüger

4.2 Sistema de coordenadas UTM

5. Cartografía de Costa Rica

5.1 Proyección Lambert

5.1.1 Desarrollo y características técnicas

5.2 Proyección Transversal Mercator de Costa Rica

5.2.1 Desarrollo y características técnicas del CRTM90

5.2.2 Desarrollo y características técnicas del CRTM98

5.2.3 Desarrollo y características técnicas del CRTM05

5.3 Aspectos técnicos de futuras cartografías

5.4 Relación entre las proyecciones usadas en el país

6. Proyecciones impropias

6.1 Proyecciones cónicas impropias

6.2 Proyecciones policónicas y seudo-cilíndricas

7. La representación cartográfica

7.1 Tipos de objetos geográficos

7.2 Tipos de variables y niveles de medición

7.3 Generalización cartográfica

7.4 Elementos básicos del diseño gráfico

7.5 Elementos básicos del mapa

7.5.1 Colores

7.5.2 Escalas

7.5.3 Simbología

7.5.4 Cuadricula

7.5.5 Elementos a representar con base a la escala

8. **Conceptos fundamentales de la cartografía temática**

8.1 Concepto y utilidad de los mapas temáticos

8.2 Generación de mapas temáticos

9. El uso de herramientas informáticas el cálculo de proyecciones y elaboración de mapas

9.1 Herramientas más usadas en el mercado

9.2 Características

9.3 Funciones elementales para el cálculo cartográfico

9.4 Funciones elementales para la elaboración de mapas

9.5 Funciones elementales para la conversión entre proyecciones

9.6 Funciones elementales de impresión

Bibliografía:

Arthur, A. (2011). Maths for map makers. Scotland, UK: Whittles Publishing

Bandrova, T., Konecny, M., & Zlatanova, S. (2014). Thematic Cartography for the Society. Switzerland: Springer

Costa Rica, Programa de Regularización de Catastro y Registro de Costa Rica (2007). El sistema de referencia CR05 y la proyección Transversal Mercator para Costa Rica. San José

Grafarend, E., You, R., & Syffus, R. (2014). Map Projections: Cartographic Information Systems. Alemania: Springer-Verlag Berlin Heidelberg

Hofmann-Wellenhof. B., Lichtenegger, H., & Wasle., E. (2008). GNSS: Global Navigation Satellite Systems: GPS, Glonass, Galileo and More, (1ra Ed), Austria: *Springer Wien NewYork*

Krygier, J. (2011). Making maps: a visual guide to map design for GIS. New York: Guilford Press

Leick, A. (2004). GPS Satellite Surveying. New Jersey, United States of America: John Wiley & Sons, Inc.

Liebenberg, E., Collier, P., & Török, Z. (2014). History of Cartography. Alemania: Springer-Verlag Berlin Heidelberg

Moreno, S. (2011). Fundamentos de cartografía matemática. España: Editorial Universitat Politècnica de València

Sherman, G. (2012). The geospatial desktop: open source GIS and mapping. Canada: Locate Press

Smith, M., Paron, P., & Griffiths, J. (2011). Geomorphological mapping: methods and applications. Amsterdam: Elsevier

Ulate, G. (2012). Geografía de Costa Rica. San José, Costa Rica: EUNED

Topografía de Vías I

UNIDAD ACADÉMICA	Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia
NOMBRE DEL CURSO	Topografía de Vías I
CÓDIGO	TGF412
NIVEL	III
PERÍODO LECTIVO	I
TIPO DE CURSO	Regular - Colegiado
MODALIDAD	Presencial
NATURALEZA	Teoría - Laboratorio
CRÉDITOS	4
HORAS SEMANALES	11
HORAS PRESENCIALES	7 (3T -4L-A)
HORAS DE ESTUDIO INDEPENDIENTE	4
HORAS DE ATENCION AL ESTUDIANTE	2
HORAS DOCENTE	7
REQUISITO	Ninguno
CORREQUISITO	Hidrología
DOCENTE	Franklin Arroyo Solano, Franklin De Obaldía Valdés

Nota: Este curso es colegiado y será impartido por dos profesores, cada uno con una jornada de un cuarto de tiempo completo (¼ TC)

Descripción del curso:

El curso es de carácter teórico-práctico, presenta las metodologías fundamentales para el levantamiento, diseño y replanteo de carreteras, caminos, vías férreas y otras vías. Se desarrollan los criterios técnicos y metodológicos para el levantamiento, diseño y replanteo de vías. En la parte práctica del curso se hace el levantamiento topográfico de una zona para, a partir de la información recolectada, diseñar y replantear una vía de comunicación. Para ello, se utiliza equipo topográfico especializado, se procesan los datos de levantamiento y se manejan herramientas informáticas especializadas para efectuar el diseño, que luego será replanteado en campo, todo esto bajo la supervisión del docente.

Objetivo general:

Desarrollar las destrezas y habilidades para realizar el levantamiento, diseño, y replanteo de carreteras, caminos u otras vías de comunicación, aplicando criterios técnicos y metodológicos.

Objetivos específicos:

Al finalizar el curso el estudiante será capaz de:

1. Efectuar las labores de campo para la recolección de información requerida en el diseño de una vía de comunicación, utilizando métodos topográficos para el levantamiento de detalles de elementos existentes, curvas de nivel, pendientes, accidentes naturales, entre otros.

2. Diseñar una vía de comunicación mediante la aplicación de criterios técnicos y geométricos, que permitan establecer una vía segura y confiable.

3. Replantear vías de comunicación mediante la aplicación de metodologías, criterios técnicos y geométricos que permitan cumplir con el diseño establecido.

4. Determinar estudios de pre-factibilidad, para determinar la viabilidad y costo de la vía de comunicación, a partir del cálculo de movimientos de tierra, volúmenes, kilometraje y materiales requeridos.

Contenido temático:

1. Introducción general al concepto de vías

- 1.1 Carreteras y caminos
- 1.2 Vías férreas
- 1.3 Vías fluviales (canales)
- 1.4 Vías subterráneas
- 1.5 Aeropuertos
- 1.6 Líneas de transmisión
- 1.7 Tuberías de presión
- 1.8 Puertos

2. Conceptos básicos para el estudio de un trazado de carreteras

- 2.1. Velocidad
- 2.2. Visibilidad
- 2.3. Distancia de frenado y de visibilidad
- 2.4. Distancia y visibilidad de adelantamiento
- 2.5. Distancia y visibilidad de cruce de vías

3. Caminos

- 3.1 Estudios preliminares
  - 3.1.1 Estudio de planos y mapas existentes
  - 3.1.2 Estudio de fotos aéreas
  - 3.1.3 Estudio de mapas topográficos y uso de las curvas de nivel
  - 3.1.4 Levantamientos preliminares complementarios
- 3.2 Levantamientos y replanteos preliminares
  - 3.2.1 Establecimiento en el terreno de las líneas de pelo tierra
  - 3.2.2 Trazado preliminar
  - 3.2.3 Otras operaciones topográficas en el estudio de un trazado

4. Diseño y replanteo de vías

- 4.1 Tangentes, puntos de intersección y ángulo de deflexión
- 4.2 Curvas circulares
- 4.3 Curvas de Transición
- 4.4 Espirales
- 4.5 Radios y Peraltes
- 4.6 Transición del peralte
- 4.7 Visibilidad en curvas circulares

5. La altimetría en la construcción de vías

- 5.1. La topografía del terreno
- 5.2. Concepto de subrasante, rasante
- 5.3. Pendientes
- 5.4. Curvas verticales

5.5. Repaso de los conceptos de visibilidad, distancia de frenado distancia de adelantamiento
5.6. Replanteo de curvas verticales
5.7. Concepto de bombeo en tangente
5.8. Replanteo de externa e interna en curva circular considerando el peralte

6. Estudios del movimiento de tierra

6.1. Perfil longitudinal
6.2. Perfiles transversales
6.3. Cortes y rellenos
6.4. Terraplenes y taludes
6.5. Determinación de cortes y rellenos en el campo
6.6. Determinación de áreas y volúmenes
6.7. Diagramas de curva-masa

7. Casos de Estudio

Líneas de transmisión
Canales de riego
Líneas Férreas
Aeropuertos y puertos

Bibliografía:

Ameneiro Bustos, A. (2011). Topografía: trabajo de campo y gabinete. Madrid: Mad.

Avilés, G. (2012). Apuntes de topografía. Chile: Universidad del Bio-Bio.

Chappell, E. (2012). AutoCAD civil 3D essentials. Indianapolis, USA: John Wiley & Sons

Cárdenas, J. (2004). Diseño Geométrico de Carreteras. Bogotá, Colombia: Colección Textos Universitarios

Crespo, C. (2007). Vías de comunicación, caminos, ferrocarriles, aeropuertos, puentes y puertos. México: Limusa.

Dix, M. & Riley, P. (2013). AutoCAD 2013. México: Pearson Educación

Dobles, M. (2006). Manual de Diseño Geométrico de Carreteras. San José, Costa Rica: Editorial UCR.

Etcharren, R. (2010). Manual de Caminos Vecinales. México: Asociación Mexicana de Caminos y Representaciones y servicios de Ingeniería S. A

Hickerson, T. (2007). Levantamiento y Trazado de Caminos. Panamá: Mc. Graw-Hill.

McCormac, J. C. (2012). Topografía. México: Limusa Wiley.

Ugarte, O. (2012). Diseño geométrico de carreteras con AutoCAD Civil 3D 2012. Lima: Macro.

Wirshing, J.R. (2011). Introducción a la topografía. México: McGraw-Hill Interamericana

Wright, P., Paquette, R. (2009): Ingeniería de Carreteras. México: Editorial Limusa.

Hidrología

UNIDAD ACADÉMICA	Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia
NOMBRE DEL CURSO	Hidrología
CÓDIGO	TGF413
NIVEL	III
PERÍODO LECTIVO	I
TIPO DE CURSO	Regular
MODALIDAD	Presencial
NATURALEZA	Teórico - Práctico
CRÉDITOS	2
HORAS SEMANALES	5
HORAS PRESENCIALES	3 (2T -1P)
HORAS DE ESTUDIO INDEPENDIENTE	2
HORAS DE ATENCION AL ESTUDIANTE	1
HORAS DOCENTE	3
REQUISITO	Probabilidad y Estadística
CORREQUISITO	Ninguno
DOCENTE	Franklin De Obaldía Valdés, Franklin Arroyo Solano

Descripción del curso:

Este curso tiene un carácter teórico práctico y analiza el ciclo hidrológico, sus componentes y las variables del balance hídrico, con énfasis en los sistemas de control hidrométrico, el análisis de la información y la proyección probabilística, con el propósito de utilizar esta información en el diseño y ejecución de proyectos de ingeniería, como: carreteras, canales, sistemas pluviales y alcantarillado. El componente práctico del curso tiene como meta lograr una mejor comprensión y asimilación del conocimiento por parte del estudiantado, mediante la realización de sesiones prácticas. En ellas, el estudiantado identificará las cuestiones teóricas planteadas con anterioridad y resolverá los problemas técnicos y prácticos de una forma experimental, mediante la cual se dé solución a un problema concreto en que requiere disponer de información relativa al territorio y la medición de caudales. La práctica consiste en la determinación de caudales por diferentes métodos durante visitas de campo.

Objetivo general:

Desarrollar las bases teóricas y prácticas del campo de la hidrología y su aplicación en el desarrollo, diseño y ejecución de proyectos de ingeniería, como: carreteras, canales, sistemas pluviales y alcantarillado.

Objetivos específicos:

Al finalizar el curso el estudiante será capaz de:

1. Utilizar la información que brinda la hidrología para el desarrollo de proyectos de ingeniería, como: carreteras, canales, sistemas pluviales y alcantarillado, mediante el estudio de caudales, pruebas de infiltración y proyecciones probabilísticas.

2. Entender los aspectos meteorológicos y físicos relacionados con el ciclo del agua y su impacto en los caudales en quebradas y ríos, que afectan el diseño y operación de una obra civil, con el fin de garantizar la vida útil de la obra y su correcto funcionamiento.

3. Medir el caudal de afluentes de agua mediante las aplicaciones de diferentes técnicas de aforos utilizadas en la Hidrología, para utilizar esta información en el diseño y control de obras civiles

4. Procesar los datos producidos por la Hidrología mediante curvas hipsométricas, densidad de drenaje, pendiente media, entre otros, con el fin de analizar las características hidrológicas de una determinada zona

5. Utilizar criterios técnicos para la protección de mantos acuíferos en el diseño de obras civiles por medio del estudio de los procesos de recarga, de descarga de agua subterránea y de contaminación, contribuyendo a la conservación del recurso hídrico.

Contenido temático:

1. **Introducción a la hidrología**
   - 1.5. El ciclo hidrológico
   - 1.6. Planificación y desarrollo de los recursos hídricos
   - 1.7. Información básica sobre hidrología

2. **Precipitación**
   - 2.1. Red de estaciones medidoras de lluvia
   - 2.2. Tipos de precipitación
   - 2.3. Precipitación media y metodologías de cálculo
   - 2.4. Consistencia y grado de correlación de los datos
   - 2.5. Intensidad y duración de las lluvias

3. **Infiltración, humedad y evaporación del suelo**
   - 3.1. Concepto de Infiltración, humedad y evaporación del suelo y su cálculo
   - 3.2. Determinación y análisis
     - 3.2.1. Infiltración
     - 3.2.2. Humedad
     - 3.2.3. Evaporación

4. **Escorrentía y medición de caudales**
   - 4.1. Concepto y análisis de la escorrentía
   - 4.2. Factores que afectan la escorrentía
   - 4.3. Coeficientes de escorrentía
   - 4.4. Medición de caudales
   - 4.5. Estaciones de aforo
   - 4.6. Curvas de descarga
   - 4.7. Cálculo e interpretación de los aforos
   - 4.8. Otros métodos de medición de caudales
   - 4.9. Consistencia y grado de correlación de los datos
   - 4.10. Análisis de hidrogramas
   - 4.11. Tipos de corrientes
   - 4.12. Avenida
   - 4.13. Sequías

5. **Morfometría de cuencas**
    5.1. Trazado de cuencas
    5.2. Coeficiente de forma
    5.3. Curvas hipsométricas
    5.4. Densidad de drenaje
    5.5. Pendiente media
    5.6. Ordenes de ríos

6. **Nociones de estadística aplicada a la hidrología**
    6.1. Series de frecuencias
    6.2. Probabilidades
    6.3. Intervalos de recurrencia
    6.4. Curvas de duración
    6.5. Índices de variabilidad
    6.6. Curvas de variación estacional

7. **Nociones sobre la medición de sedimentos**
    7.1. Sedimentos en suspensión
    7.2. Arrastre de fondo

8. **Aguas subterráneas**
    8.1. Tipos de acuíferos
    8.2. Isofreáticas
    8.3. Recarga y descarga del agua subterránea
    8.4. Contaminación de las aguas e intrusión marina
    8.5. Conceptos
    8.6. Estructuración del balance hídrico

Bibliografía:

Calvo, J.C. (1996). Principios de hidrología forestal tropical. Departamento de Ingeniería Forestal. Cartago, Costa Rica: Editorial Instituto Tecnológico de Costa Rica

Kresic, N. (2013). Water in karst: management, vulnerability, and restoration. New York: McGraw-Hill

Linsley, R., Kohler, M., & Ad Paulhus, J. (1977). Hidrología para ingenieros. (2a ed). México: McGraw-Hill

Llamas, J. (1993). Hidrología general: principios y aplicaciones. Bilbao, España: Servicio editorial Universidad del País Vasco.

Meylan, P., Favre, A., & Musy, A. (2012). Predictive hydrology: a frequency analysis approach. Boca Raton, Florida: CRC Press

Musy, A., & Higy, C. (2011). Hydrology: a science of nature. New York: Routledge

N.Y.S.D.H. (2001). Manual de tratamientos de aguas. Departamento de sanidad del estado de Nueva York. México: Editorial Limusa

Núñez, J. (2001) Manejo y conservación de suelos. San José, Costa Rica: Editorial Universidad Estatal a Distancia.

Quevedo, H. (2013) Aplicaciones de probabilidad y estadística a problemas de hidrología: el cambio climático y sus efectos en los recursos hidrológicos. Alemania: Académica Española

Fotogrametría I

UNIDAD ACADÉMICA	Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia
NOMBRE DEL CURSO	Fotogrametría I
CÓDIGO	TGF414
NIVEL	III
PERÍODO LECTIVO	II
TIPO DE CURSO	Regular - Colegiado
MODALIDAD	Presencial
NATURALEZA	Teoría - Laboratorio
CRÉDITOS	4
HORAS SEMANALES	11
HORAS PRESENCIALES	6 (3T-3L-A)
HORAS DE ESTUDIO INDEPENDIENTE	5
HORAS DE ATENCION AL ESTUDIANTE	2
HORAS DOCENTE	6
REQUISITO	Sistemas de Información Geográfica II
CORREQUISITO	Ajuste I
DOCENTE	Manuel Ramírez Núñez, Felipe Reyes Solares, Steven Oreamuno Herra

Descripción del curso:

Este curso es de carácter teórico y está orientado al estudio de la fotogrametría como técnica confiable, rápida y eficaz, para la obtención de productos cartográficos que proporcionan información exacta y precisa del terreno, a partir de las fotografías o imágenes aéreas. En la teoría, se parte de definiciones y conceptos fundamentales de la fotogrametría, para luego analizar todas las etapas del proceso fotogramétrico, como lo son: el vuelo, la orientación interna, la orientación relativa, la orientación externa, la aerotriangulación y la producción de ortofotos. Además, se tratan los aspectos fundamentales de la reconstrucción del terreno a partir de las fotografías aéreas. En todos los casos, desde los enfoques: análogo, analítico y digital.

Objetivo general:

Desarrollar destrezas y habilidades para la utilización de la fotogrametría como herramienta en la producción de cartografía digital en proyectos con diferentes fines, mediante el estudio y análisis de las diferentes etapas y técnicas del proceso fotogramétrico.

Objetivos específicos:

Al final del curso el estudiante será capaz de:

1. Entender los principios físicos y geométricos que intervienen en la captura de las imágenes aéreas, mediante el estudio de las características físicas de las ondas electromagnéticas y las plataformas de captura, con el fin de procesar y corregir las imágenes para producir cartografía.

2. Capturar información espacial en tres dimensiones mediante el uso de las técnicas estereoscópicas, para generar cartografía digital y fotointerpretación.

3. Planificar un vuelo fotogramétrico, mediante la definición de traslapes, escala, resolución, fin del proyecto y otras variables, que permiten definir el costo de un proyecto fotogramétrico.

4. Realizar la orientación interna, relativa y externa de las fotos aéreas, utilizando estaciones fotogramétricas digitales, logrando así corregir los errores al momento de la toma y georreferenciar las imágenes de forma correcta.

5. Realizar la reconstrucción del terreno aplicando técnicas de rectificación y restitución fotogramétrica, con el fin de crear cartografía digital y análoga.

Contenido temático:

1 Definición y conceptos fundamentales.
- 1.1 La fotogrametría como disciplina.
  - 1.1.1 Evolución de la fotogrametría.
  - 1.1.2 Estado actual y últimas tendencias.
  - 1.1.3 Principio básico de fotogrametría.
    - 1.1.3.1.1 La proyección central o perspectiva.
    - 1.1.3.1.2 Propiedades fundamentales.
  - 1.1.4 Relación de la fotogrametría con otras disciplinas.
  - 1.1.5 Ventajas y desventajas de la fotogrametría.
  - 1.1.6 Usos y Aplicaciones de la fotogrametría.

2 Estereoscopía.
- 2.1 Elementos geométricos de la visión binocular.
- 2.2 Condiciones para la visión estereoscópica con pares de fotografías.
- 2.3 Separación de Imágenes.
- 2.4 Orientación de pares de fotografías bajo el estereoscopio.
- 2.5 Paralaje.
- 2.6 Principio del índice o marca flotante.

3 Cámaras aéreas fotogramétricas.
- 3.1 Geometría de la cámara métrica.
  - 3.1.1 Cámara elemental.
  - 3.1.2 Cámara real.
- 3.2 Fundamentos ópticos.
- 3.3 Introducción al concepto de distorsión del objetivo.
  - 3.3.1 Corrección de la distorsión.
- 3.4 Orientación interna de la cámara métrica.
- 3.5 Características y componentes de las cámaras fotogramétricas aéreas.
- 3.6 Descripción y clasificación de las cámaras fotogramétricas aéreas.
  - 3.6.1 Cámaras analógicas
  - 3.6.2 Cámaras digitales
- 3.7 Calibración de la cámara.

4 Fotografías aéreas.
- 4.1 Definición de los elementos de una fotografía aérea.
- 4.2 Deformaciones geométricas de las fotografías.
- 4.3 Clasificación de las fotografías aéreas.
- 4.4 Orientación externa de una fotografía aérea

4.5 Modelos, fajas y bloques.
4.6 Productos derivados de las fotografías aéreas.
4.7 Comparación entre fotografía aérea y mapa

5 El vuelo fotogramétrico.
5.1 Identificación del área a volar
5.2 Escala de las fotos aéreas.
5.3 Definición de las especificaciones técnicas del vuelo
5.3.1 Croquis del plan de vuelo
5.3.2 Esquema del proyecto de vuelo
5.3.3 Condiciones de calidad
5.4 Elementos Geométricos del vuelo
5.5 Evaluación del Vuelo
5.6 Índice de vuelo

6 Introducción a la adquisición de imágenes.
6.1 Adquisición de fotografías análogas.
6.1.1 Proceso de revelado fotográfico.
6.1.2 Copias contacto, ampliaciones y reducciones.
6.2 Adquisición de imágenes digitales.
6.2.1 Sistemas directos e indirectos.
6.2.1.1 Sensores CCD.
6.2.1.2 Cámaras de estado sólido.
6.3 Escáneres.

7 Principios matemáticos en fotogrametría.
7.1 Sistemas de coordenadas
7.2 Parámetros de orientación externa
7.3 Ecuaciones de la proyección central
7.4 Matrices de orientación
7.5 Teoría de la transformación proyectiva en fotogrametría

8 Flujo de trabajo en fotogrametría.
8.1 Reconstrucción de la orientación interna
8.1.1 En forma análoga.
8.1.2 En forma digital
8.2 Orientación absoluta
8.2.1 Orientación relativa análoga, analítica y digital
8.2.2 Orientación externa análoga, analítica y digital
8.3 Aerotriangulación
8.3.1 Principio y propósito de la Aerotriangulación
8.3.2 Fases de la Aerotriangulación
8.3.3 Puntos de control terrestre.
8.3.3.1 Utilidad
8.3.3.2 Clasificación
8.3.4 Establecimiento en campo.
8.3.4.1 Antes del vuelo
8.3.4.2 Después del vuelo
8.3.5 La Aerotriangulación, su cálculo y metodologías de ejecución.

9 Procesos fotogramétricos para la reconstrucción del terreno.

9.1 Indeterminación de la reconstrucción del objeto con una sola fotografía
9.2 Rectificación fotogramétrica
9.2.1 Principio de la rectificación de una fotografía
9.2.2 Rectificación óptica objetiva
9.2.3 Teoría analítica de la rectificación
9.3 Ortofotos
9.3.1 Principio de la Ortoproyección
9.3.2 Producción de ortoimagenes durante el proceso de fotogrametría digital
9.3.3 Ventajas y Usos de las Ortofotos
9.4 Restitución fotogramétrica.
9.5 Comparación entre la restitución y la rectificación fotogramétrica.

10 Estudio de casos

10.1 Aplicación a la creación de mapas catastrales
10.2 Aplicación a la detección de cambios en el uso del Suelo
10.3 Aplicación al estudio de pre factibilidad de proyectos.
10.4 Aplicación a la producción de cartografía Digital.
10.5 Aplicación a la creación de modelos Digitales del Terreno.
10.6 Aplicación a estudios del cambio climático.
10.7 Aplicaciones a la protección del medio ambiente.
10.8 Aplicaciones arquitectónicas y de conservación del patrimonio

Bibliografía:

Delgado, J. (2002). Fotogrametría Digital: Instrumentos, Métodos, Productos y Aplicaciones. Universidad de Jaén. España

Lerma, J. (2002). Fotogrametría Moderna: Analítica y Digital. Editorial Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España.

McInerney, D., Kempeneers, P. (2015). Open Source Geospatial Tools. Switzerland: Springer International Publishing.

Montaño, F. (2014). AUTOCAD 2015. España: ANAYA

Njoku, E. (ed) (2014). Encyclopedia of Remote Sensing. New York: Springer

Richards, J. (2013). Remote sensing digital image analysis: an introduction. New York: Springer

Santamaría Peña, Jacinto, 2000. Apuntes de fotogrametría. Editorial Universidad de la Rioja. Logroño, España

Schenk ,T, (2002). Fotogrametría Digital, Volumen 1. Editorial Marcombo, S.A., Barcelona, España.

Tomlinson, R. (2011). Thinking About GIS: Geographic Information System Planning for Managers, Fourth Edition. Estados Unidos: ESRI Press.

Wolf, P., Dewitt, B., & Wilkinson, B. (2014). Elements of photogrammetry: with applications in GIS. Boston: McGraw Hill.

Wright, T. (2011). The adjustment of observations by the method of least squares with applications to geodetic work. New York: D. Van Nostrand

Catastro II

UNIDAD ACADÉMICA	Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia
NOMBRE DEL CURSO	Catastro II
CÓDIGO	TGF415
NIVEL	III
PERÍODO LECTIVO	II
TIPO DE CURSO	Regular - Colegiadp
MODALIDAD	Presencial
NATURALEZA	Teórico - Práctico
CRÉDITOS	4
HORAS SEMANALES	11
HORAS PRESENCIALES	6 (3T – 3P)
HORAS DE ESTUDIO INDEPENDIENTE	5
HORAS DE ATENCION AL ESTUDIANTE	2
HORAS DOCENTE	6
REQUISITO	Catastro I
CORREQUISITO	Ninguno
DOCENTE	Steven Oreamuno Herra, Alexander González Salas

Nota: Este curso es colegiado y será impartido por dos profesores, cada uno con una jornada de un cuarto de tiempo completo (¼ TC)

Descripción del curso:

El curso ofrece al estudiantado los conocimientos teóricos y prácticos para el mantenimiento catastral relacionados con la información geométrica y jurídica; se desarrollan los temas sobre los procesos que ejerce el Ingeniero Topógrafo en el campo de la agrimensura, como lo son: el levantamiento con fines catastrales, la inscripción de planos de agrimensura, la rectificación de linderos, la reunión y la segregación de fincas, aplicando la normativa legal, técnica y procedimental que rige estas tareas.

En la parte práctica del curso se realizan trabajos de campo y de gabinete, en donde se desarrolla la temática de estudios registrales en el Registro Inmobiliario, levantamientos de predios con fines catastrales, la elaboración del plano de agrimensura y su presentación ante el Registro Inmobiliario y otras entidades relacionadas con el proceso de inscripción.

Objetivo general:

Desarrollar las habilidades y destrezas para efectuar levantamientos de agrimensura mediante la aplicación de técnicas, metodologías y la normativa relacionadas con el levamiento topográfico, elaboración del plano de agrimensura y el proceso de inscripción en el Registro Inmobiliario.

Objetivos específicos:

Al finalizar el curso es estudiante será capaz de:

1. Ejecutar las labores relacionadas con los procesos de levantamiento e inscripción con fines catastrales, apegadas a la normativa técnica y legal que rige el ejercicio de la agrimensura mediante el estudio y análisis de la normativa vigentes en Costa Rica.

2. Realizar levantamientos de agrimensura con fines catastrales aplicando métodos y criterios técnicos para cumplir con los requisitos de tolerancia y exactitud exigidos por el Registro Inmobiliario.

3. Elaborar el plano de agrimensura incluyendo las partes constitutivas y elementos de forma, mediante el apego a lo exigido en la normativa vigente, para su inscripción en el Registro Inmobiliario.

4. Ejecutar el proceso de inscripción de planos de agrimensura, siguiendo los procedimientos y efectuando los trámites ante las instancias que exige el Registro Inmobiliario.

5. Realizar tareas relacionadas con la reunión, segregación, rectificación de linderos y procesos de información posesoria, utilizando métodos y técnicas topográficas para el levantamiento catastral de los predios afectados.

Contenido temático:

1. Mantenimiento catastral
- 1.1 Concepto
- 1.2 Objetivos
- 1.3 Modificaciones a los predios
  - 1.3.1 Modificaciones geométricas
  - 1.3.2 Modificaciones jurídicas
  - 1.3.3 Profesionales responsables de las modificaciones
- 1.4 Mantenimiento jurídico – catastral de la información alfanumérica
- 1.5 Mantenimiento de la información gráfica
- 1.6 Otros ejecutores del mantenimiento catastral
- 1.7 Fuentes de información para el mantenimiento

2. **Legislación relacionada a los planos de agrimensura**
- 2.1 Marco regulatorio
  - 2.1.1 Ley del Catastro Nacional Nº 6545
- 2.2 Reglamento a la Ley de Catastro Nacional Nº 34331
  - 2.2.1 Antecedentes
  - 2.2.2 Componentes del plano
  - 2.2.3 Conformación del plano de agrimensura
- 2.3 Procesos de inscripción
  - 2.3.1 Reglamento de tarifas para la inscripción de planos
  - 2.3.2 El protocolo del agrimensor
    - 2.3.2.1 Utilidad, manteniendo y reposición del protocolo
    - 2.3.2.2 Aspectos éticos y legales del protocolo
    - 2.3.2.3 Secciones del protocolo
  - 2.3.3 Calificación de planos
    - 2.3.3.1 Aplicación de la guía de calificación
  - 2.3.4 Actas de deslinde
- 2.4 Trámites ante otras Instituciones
  - 2.4.1 Municipalidades
  - 2.4.2 INVU
  - 2.4.3 IGN
  - 2.4.4 IDA
  - 2.4.5 MINAET

2.4.6 CONAI
2.4.7 Otros

3. **Levantamiento catastral**
   3.1 Métodos de campo para el levantamiento
      3.1.1 Precisiones angulares y lineales
      3.1.2 Métodos de georreferenciación de los planos
         3.1.2.1 Ortofotos
         3.1.2.2 GNSS
         3.1.2.3 Mapa Catastral
      3.1.3 Levantamientos en zona urbana
      3.1.4 Levantamientos en zona rural
   3.2 Levantamientos de planos de agrimensura en áreas bajo regímenes especiales
      3.2.1 Marítimo-terrestre
      3.2.2 Parques Nacionales
      3.2.3 Zonas indígenas
      3.2.4 Corredor fronterizo
      3.2.5 Reservas forestales
      3.2.6 Condominios
   3.3 El plano de agrimensura
      3.3.1 Contenidos del plano de agrimensura
      3.3.2 Elaboración del plano de agrimensura
      3.3.3 Normas para la elaboración gráfica del plano de agrimensura

4. **Modificaciones de predios**
   4.1 Segregaciones de predios
   4.2 Rectificaciones de lindero
   4.3 Replanteo de predios
   4.4 Reunión de fincas

Bibliografía:

Asamblea Legislativa de Costa Rica. (2013). *Reglamento a la Ley General de Catastro Nacional. Recuperado de* www.colegiotopografoscr-com/index/2013/reglamento.pdf.

Avilés, Grecia. (2012). Apuntes de topografía. Chile: Universidad del Bio-Bio.

Araque, J. (1992). Levantamiento Topográfico y Catastral de la zona marítimo terrestre. Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica.

Bannister, A. (1994). Técnicas modernas en Topografía. México: Editorial AlfaOmega.

Crompvoets, J., & León, S. (2013). GI+100: Mantenimiento a largo plazo de la información geográfica digital. 16 principios fundamentales aceptados. *CT Catastro, Número 79, 43-52.*

Dix, M. & Riley, P. (2013). AutoCAD 2013. México: Pearson Educación

Felin, M. y Juarez, A. (2007). *Legislación Básica del Catastro Inmobiliario.*528 pags. España.

Femenia, C. (2011) *Preguntas Cortas sobre Catastro y Legislación Territorial*. Publ. Universidad Politécnica de Valencia, 106 pags.

Fernadez, J. & Tajadura, J. (2013). Autocad avanzado 2013-2014. (1ª ed.). España: McGraw-Hill Interamericana de España S.L

Gay, P. (2015). Practical Boundary Surveying Legal and Technical Principles. Springer International Switzerland. ISBN: 978-3-319-07157-2

Guimet, J. (2000) *Inscripción y Teoría General del Catastro.* España

Tomlinson, R. (2011). Thinking About GIS: Geographic Information System Planning for Managers (4a. ed). Estados Unidos: ESRI Press.

Wirshing, J.R. (2011). Introducción a la topografía. Mexico: McGraw-Hill Interamericana

Wolf, R., Dewitt, B. & Wilkinson, B. (2014). Elements of photogrammetry: with applications in GIS. Boston: McGraw Hill.

Leyes, reglamentos y decretos:

Decreto Ejecutivo 33797-MJ-MOPT. 2007. Oficialización del sistema de Referencia CR05 y su proyección asociada CRTM05.

Decreto Ejecutivo 34331-J. 2007. Reglamento a la ley de Catastro Nacional # 6547.

Ley de Catastro Nacional, 6545 (25 de marzo de 1981).

Ley de Informaciones Posesorias, 5257 (31 de Julio de 1973).

Ley de Planificación Urbana, 4240 (15 de noviembre de 1968).

Reforma a la Ley de Informaciones Posesorias, 5813 (04 de noviembre de 1975).

Reforma a la Ley de Planificación Urbana, 4971 (28 de abril de 1972).

Reglamento a la Ley de Catastro Nacional, 13607-J (25 de abril de 1982).

Reglamento para el Control Nacional de Fraccionamiento y Urbanizaciones, 3391 (13 de diciembre de 1982)

Ajuste I

UNIDAD ACADÉMICA	Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia
NOMBRE DEL CURSO	Ajuste I
CÓDIGO	TGF416
NIVEL	III
PERÍODO LECTIVO	II
TIPO DE CURSO	Regular
MODALIDAD	Presencial
NATURALEZA	Teórico - Práctico
CRÉDITOS	3
HORAS SEMANALES	8
HORAS PRESENCIALES	3 (1T – 2P)
HORAS DE ESTUDIO INDEPENDIENTE	5
HORAS DE ATENCION AL ESTUDIANTE	1
HORAS DOCENTE	3
REQUISITO	Probabilidad y Estadística, Algebra Lineal
CORREQUISITO	Ninguno
DOCENTE	Jorge Moya Zamora, Manuel Ramírez Núñez, José Francisco Valverde Calderón

Descripción del curso:

Este curso tiene un carácter teórico-práctico, desarrolla la aplicación de conceptos estadísticos en los trabajos topográficos y geodésicos, así como la formulación matemática y la aplicación de la ley general de propagación de errores y el ajuste amarrado de observaciones mediatas basados en el principio de mínimos cuadrados de Gauss. Se desarrollan las metodologías para la determinación del valor más probable y la desviación estándar de redes geodésicas en una y dos dimensiones.

El componente práctico del curso tiene como meta lograr una mejor comprensión y asimilación del conocimiento por parte del estudiantado, mediante la realización de sesiones prácticas de gabinete. En ellas, el estudiantado identificará las cuestiones teóricas planteadas con anterioridad y resolverá los problemas técnicos y prácticos de una forma experimental, profundizando en el análisis de la calidad de los datos, mediante el cual se dará solución a un problema concreto. Se utilizan programas de cómputo especializado como MathCad, Matlab, Octave y SCILab.

Objetivo general:

Desarrollar destrezas y habilidades para el ajuste de redes geodésica en 1D y 2D, mediante el principio de mínimos cuadrados y conceptos estadísticos, para la determinación del valor más probable e información estocástica de las incógnitas y observaciones.

Objetivos específicos:

Al finalizar el curso el estudiante será capaz de:

1. Calcular la desviación estándar de una variable estimada de forma indirecta mediante la aplicación de la ley general de propagación de errores y conceptos estadísticos, para el análisis de cómo se propagan los errores desde las observaciones hasta los resultados.

2. Aplicar el álgebra lineal en los algoritmos para el ajuste de redes geodésicas y propagación de errores, facilitando su cálculo y análisis.

3. Determinar el promedio simple o pesado de una serie de observaciones de la misma variable, mediante la aplicación del algoritmo de observaciones directas, estimando su valor más probable.

4. Establecer las observaciones ajustadas que definen una red geodésica, a través de la aplicación del algoritmo de ajuste por mediatas, obteniendo el valor más probable de las mismas y su información estocástica.

5. Comprobar las coordenadas ajustadas que definen los vértices de red geodésica, mediante la aplicación del algoritmo de ajuste por mediatas, obteniendo el valor más probable de las mismas y su información estocástica.

6. Aplicar criterios estadísticos para el análisis de los resultados del ajuste, por medio de la utilización de pruebas estadísticas y distribuciones de probabilidad.

Contenido temático:

1. Conceptos fundamentales
- 1.1 Concepto de matriz y vector
- 1.2 Suma, resta y multiplicación de matrices
- 1.3 Inversa de una matriz
  - 1.3.1 Condiciones para calcular la inversa de una matriz
- 1.4 Series de observaciones: angulares, lineales y otras
- 1.5 Organización de observaciones topográficas y geodésicas en vectores
- 1.6 Errores que afectan las observaciones topográficas y geodésicas
  - 1.6.1 Errores groseros
  - 1.6.2 Errores sistemáticos
  - 1.6.3 Errores aleatorios
- 1.7 Introducción a las técnicas para la identificación de errores groseros y sistemáticos en series de observaciones, con métodos estadísticos y técnicas de inspección de datos

2. Definición de conceptos y nomenclatura estadística
- 1.1 Promedio simple y promedio pesado de una serie de observaciones
- 1.2 El concepto del valor verdadero
- 1.3 Valor más probable de una serie de observaciones
- 1.4 Varianza y desviación estándar de una serie de observaciones
- 1.5 Coeficiente de correlación entre observaciones
- 1.6 Histogramas para representar series de observaciones geodésicas
- 1.7 Funciones de distribución y de densidad
  - 1.7.1 Exactitud y precisión
  - 1.7.2 Distribución normal de Gauss
  - 1.7.3 Interpretación del valor más probable, valor verdadero y errores
  - 1.7.4 Implicaciones estadísticas de la campana de Gauss

1.8 Intervalos y regiones de confianza
  1.8.1 Intervalos y regiones de confianza para analizar observaciones geodésicas
  1.8.2 Concepto y uso de elipses de confianza
1.9 Aplicación de test estadísticos en geodesia
  1.9.1 Concepto del test global del ajuste
  1.9.2 Concepto del test de errores groseros

3. Propagación de errores

2.1 Funciones lineales
2.2 Funciones no lineales
2.3 Aplicación del concepto de propagación de errores en los trabajos topográficos y geodésicos
2.4 Casos prácticos
  2.4.1 Error de coordenadas rectangulares calculadas con azimut y distancia
  2.4.2 Error del azimut y la distancia a partir de coordenadas rectangulares
  2.4.3 Error en la determinación de una diferencia de nivel y una altura
  2.4.4 Otros casos prácticos

4. Ajuste de observaciones directas

3.1 Planteamiento del problema
3.2 Fundamento matemático y algoritmo
3.3 Variantes en el algoritmo, introduciendo el concepto de peso
3.4 Casos prácticos
  3.4.1 Ajuste de observaciones directas en una serie de mediciones de distancias
  3.4.2 Ajuste de observaciones directas en una serie de mediciones de ángulos
  3.4.3 Otros casos practicas

5. Ajuste amarrado de observaciones mediatas

4.1 El modelo matemático
  4.1.1 El modelo funcional
  4.1.2 El modelo estocástico
4.2 Algoritmo del ajuste de observaciones mediatas
  4.2.1 Ecuaciones de observación
  4.2.2 Selección del modelo estocástico
  4.2.3 Linealización de las ecuaciones de observación
4.3 Casos prácticos
  4.3.1 Ajuste de observaciones mediatas amarrado de una red de nivelación
  4.3.2 Ajuste de observaciones mediatas amarrado de una red de trilateración
  4.3.3 Ajuste de observaciones mediatas amarrado de una red de triangulación
  4.3.4 Ajuste de observaciones mediatas amarrado de una red que combine observaciones lineales y angulares
  4.3.5 Otros casos prácticos
4.4 Aplicación del test global para validar los resultados del ajuste

Bibliografía:

Bomford, G. (2010). Geodesy. Oxford, Inglaterra: University

Caspary, W.F. (2000). Concepts of Networks and Deformations Analysis. School of Geomatic Engineering. Universidad New South Wales. Australia

Chueca Pazos, M. A. Anquela y S. Baselga. (2007). Diseño de Redes y Control de Deformaciones. Los problemas de del datum y principal de diseño. Departamento de Ingeniería Cartográfica, Geodesia y Fotogrametría. ETSI Geodésica, Cartográfica y Topografía.

Chueca, M. José Herráez y José Berné, 1996. Teoría de errores e instrumentación. Paraninfo S.A. Madrid, España.

Gemael, C. (1994). Introducao Ao Ajustamento De Observacoes Aplicacoes Geodesicas. Universidad Federal de Paraná. Curitiba, Brasil

Kuan, S. (1996). Geodetic Network Analysis and Optimal Design. Concepts and Applications. Sams Publications. Estados Unidos de América.

Lu, Z., Qu, Y., & Qiao, S. (2014). Geodesy: Introduction to Geodetic Datum and Geodetic Systems. Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg

Mikhail, E. y G. Gracie. (1981). Analysis and adjustment of survey measurements. Van Nostrand Reinhold Company, New York, Estados Unidos.

Rodríguez Jordana, J. (2002). Ajuste de observaciones: El método de los mínimos cuadrados con aplicaciones a la topografía. Ediciones UPC. Universidad Politécnica de Cataluña. España.

Wright, T. (2011). The adjustment of observations by the method of least squares with applications to geodetic work. New York: D. Van Nostrand

Xu, G. (Ed) (2010). Sciences of Geodesy -I: Advances and Future Directions. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Germany

Xu, G. (Ed.) (2013). Sciences of Geodesy – II: Innovations and Future Developments. Berlin: Springer Berlin Heidelberg

Topografía de Vías II

UNIDAD ACADÉMICA	Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia
NOMBRE DEL CURSO	Topografía de Vías II
CÓDIGO	TGF417
NIVEL	III
PERÍODO LECTIVO	II
TIPO DE CURSO	Regular - Colegiado
MODALIDAD	Presencial
NATURALEZA	Teórico - Práctico
CRÉDITOS	4
HORAS SEMANALES	11
HORAS PRESENCIALES	6 (3T -3P)
HORAS DE ESTUDIO INDEPENDIENTE	5
HORAS DE ATENCION AL ESTUDIANTE	2
HORAS DOCENTE	6
REQUISITO	Topografía de Vías I
CORREQUISITO	Ninguno
DOCENTE	Franklin De Obaldía Valdés, Franklin Arroyo Solano

Nota: Este curso es colegiado y será impartido por dos profesores, cada uno con una jornada de un cuarto de tiempo completo (¼ TC)

Descripción del curso:

Este curso es de naturaleza teórico-práctico y está orientado al estudio de las vías de comunicación en general, haciendo énfasis en el diseño y replanteo de carreteras, aplicando normas internacionales para la plani-altimetría. Se estudia los aspectos físicos de la mecánica del movimiento aplicado al comportamiento de un vehículo en una vía, además de los aspectos de seguridad a tomar en cuenta para su diseño.

Se desarrolla la temática de la automatización de procesos en el diseño de vías mediante la utilización de sistemas CAD. Además, se estudian metodologías para realizar trabajos topográficos en el mejoramiento y la ampliación de vías existentes.

Se estudia, de manera elemental, los cálculos de drenajes aplicados a las infraestructuras en general, tanto para áreas rurales como urbanas. Adicionalmente, se presenta las tareas y metodologías necesarias desde el punto de vista topográfico para la ejecución de las etapas preliminares y el replanteo en la construcción de puentes y túneles.

Objetivo general:

Desarrollar destrezas y habilidades para el diseño geométrico y replanteo de vías de comunicación utilizando métodos y técnicas topográficas y aplicando normas nacionales e internacionales

Objetivos específicos:

Al finalizar el curso el estudiante será capaz de:

1. Aplicar normas nacionales e internacionales al diseño de vías mediante el estudio y análisis de las diferentes normativas, obteniendo un diseño geométrico correcto.

2. Diseñar vías de comunicación considerando aspectos de la Ingeniería de Tránsito, de forma tal que los vehículos puedan transitar de forma segura y eficiente.

3. Realizar el replanteo de carreteras, apegado al diseño geométrico, mediante la aplicación de técnicas y metodologías topográficas.

4. Realizar el replanteo de túneles y puentes, apegado al diseño geométrico, mediante la aplicación de técnicas y metodologías topográficas.

5. Automatizar tareas de diseño de una vía utilizando herramientas CAD para reducir costos y plazos en el proceso de diseño.

Contenido temático:

1. Etapas en el diseño de una carretera
- 1.1 Planeación
  - 1.1.1 Estudios geográficos-físicos (geológicos)
  - 1.1.2 Estudios económicos-sociales
  - 1.1.3 Estudios políticos
  - 1.1.4 Estudios ambientales
- 1.2 Proyecto
  - 1.2.1 Estudios topográficos
  - 1.2.2 Estudios de mecánica de suelos
  - 1.2.3 Estudio de estructuras
- 1.3 Construcción
  - 1.3.1 Dirección técnica
  - 1.3.2 Ejecución de la obra
  - 1.3.3 Control de mecánica de suelos
- 1.4 Uso
  - 1.4.1 Conservación
  - 1.4.2 Estudio de tránsito
  - 1.4.3 Mantenimiento vial

2. Normas internacionales para el diseño de una carretera
- 2.1 Normas norteamericanas de AASTHO
- 2.2 Normas mexicanas de SOP
- 2.3 Normas costarricenses
  - 2.3.1 Tránsito promedio diario y anual
  - 2.3.2 Velocidad de diseño
  - 2.3.3 Radio de curvatura
  - 2.3.4 Sección típica transversal
  - 2.3.5 Espaldones
  - 2.3.6 Anchos de puentes
  - 2.3.7 Pendiente longitudinal
  - 2.3.8 Superelevación
  - 2.3.9 Derecho de vía
- 2.4 Normas centroamericanas de SIECA (SICA)

3. Ingeniería de tránsito

- 3.1 Operación de vehículos y la posición económica de los caminos
- 3.2 Resistencias (rodamiento, aire, fricciones internas, pendiente)
- 3.3 Pendiente máxima que puede subir un vehículo
- 3.4 Carga de velocidad (impulso) perfil virtual
- 3.5 Peralte o sobre-elevación (volteamiento)
- 3.6 Sobre-ancho
- 3.7 Transiciones
- 3.8 Visibilidad en carreteras (rebase, parada, percepción, reacción)

4. Mejoramiento y ampliación de vías

- 4.1 Estudio preliminares
- 4.2 Levantamiento de detalles
- 4.3 Levantamiento de trazado preliminar y definitivo
- 4.4 Replanteo

5 Drenajes

- 5.1 Implicaciones del ciclo hidrológico
- 5.2 Relación de la escorrentía superficial, tiempo de concentración, caudales
- 5.3 Aplicación de las fórmulas racional, Manning y otras para el cálculo de caudales
- 5.4 Estudio de estructuras pluviales: cunetas, alcantarillas, contracunetas, canales de desfogue, alcantarillas de cuadro, cajas de registro y sus normas técnicas

6. Redes Topográficas de apoyo para el proceso de la construcción

- 6.1 Control Horizontal
- 6.2 Control Vertical
- 6.3 Levantamientos preliminares

7. Topografía de puentes

- 7.1 Trabajos topográficos para el diseño preliminar y definitivo de un
- 7.2 Puente
- 7.3 Replanteo planimétrico en la construcción de un puente
  - 7.3.1 Replanteo en tangente de centro de un puente
  - 7.3.2 Replanteo de curvas horizontales
  - 7.3.3 Amojonamiento
- 7.4 Replanteo altimétrico en la construcción de puentes
  - 7.4.1 Nivelación de línea de centro y exactitud
  - 7.4.2 Determinación de la elevación de centro de un puente
  - 7.4.3 Materialización de línea de centro de un puente

8. Topografía de túneles

- 8.1 Trabajos topográficos preliminares para el diseño de un túnel
- 8.2 Replanteo planimétrico en la construcción de túneles
  - 8.2.1 Replanteo en tangente de centro de túnel.
  - 8.2.2 Replanteo de curvas horizontales
  - 8.2.3 Amojonamiento
- 8.3 Replanteo altimétrico en la construcción de túneles
  - 8.3.1 Nivelación de línea de centro y exactitud
  - 8.3.2 Determinación de elevación de centro de túnel
  - 8.3.3 Materialización de línea de centro de túnel

8.3.4 Control de achatamiento de túnel (convergencias).
8.3.5 Control de secciones transversales y de corte de excavación en túnel.
8.3.6 Acareo de materiales y diseño de plantilla de control.

9. Diseño asistido por computadora aplicado a vías de conducción

9.1 Sistemas informáticos para el diseño
9.1.1 Características
9.1.2 Ventajas
9.2 Utilización de los Sistemas informáticos en las diferentes etapas del diseño
9.2.1 Diseño preliminar
9.2.2 Estudio de alternativas
9.2.3 Movimiento de tierras
9.2.4 Estudio de costos
9.2.5 Diseño definitivo
9.3 Estudio de casos y proyecto práctico de diseño

Bibliografía:

American Asociation Standard Highways and Transportation Officials, (2011). Edition AASTHO.

Avilés, G. (2012). Apuntes de topografía. Chile: Universidad del Bio-Bio.

Cárdenas Grisales, James. (2009). Diseño Geométrico de Carreteras. Colección Textos Universitarios. Bogotá: Colombia

Chappell, E. (2012). AutoCAD civil 3D essentials. Indianapolis, USA: John Wiley & Sons

Dix, M. & Riley, P. (2013). AutoCAD 2013. México: Pearson Educación

Dobles Umaña Miguel, (2006). Manual de Diseño Geométrico de Carreteras. Editorial Tecnológica. Costa Rica.

Kraemer, C, J.M. Pardillo, S. Rocci, M. Romana., V. Sanchez B., M. del Val. (2009) *Ingeniería de Carreteras* Vol I Editorial McGraw Hill/Interamericana de España, S.A. 485 pag.

Montaño, F. (2014). AUTOCAD 2015. España: ANAYA

Olivera, F. (2011) *Estructuración de Vías Terrestres* compañía, Editorial Continental, México. 372 pag.

Secretaría de Integración Centroamericana, (2013). Manual de Diseño Geométrico de Carreteras. Editorial SICA.

Zecenarro, W. (2013) *Manual de Carreteras: Diseño Geométrico,* Ministerio de Transportes Comunicaciones. Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, Viceministerio de Transportes. Perú.

Fotogrametría II

UNIDAD ACADÉMICA	Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia
NOMBRE DEL CURSO	Fotogrametría II
CÓDIGO	TGF418
NIVEL	IV
PERÍODO LECTIVO	I
TIPO DE CURSO	Regular
MODALIDAD	Presencial
NATURALEZA	Teórico - Práctico
CRÉDITOS	3
HORAS SEMANALES	8
HORAS PRESENCIALES	4 (2T -2P)
HORAS DE ESTUDIO INDEPENDIENTE	4
HORAS DE ATENCION AL ESTUDIANTE	1
HORAS DOCENTE	4
REQUISITO	Fotogrametría I
CORREQUISITO	Ninguno
DOCENTE	Manuel Ramírez Núñez, Felipe Reyes Solares, Steven Oreamuno Herra

Descripción del curso:

Este curso es de carácter teórico práctico y está orientado al estudio de la Fotogrametría Digital, para la obtención de productos cartográficos que proporcionan información exacta y precisa del terreno, con un enfoque moderno del tratamiento digital de fotografías aéreas para la producción de cartografía digital, ortofotos y ortofotomapas. En la teoría, se brindan los conceptos fundamentales para el desarrollo del proceso fotogramétrico digital, con el fin de automatizar las tareas fotogramétricas, como lo son: orientación interna, orientación externa, orientación relativa, aerotriangulación, generación de modelos digitales de terreno, generación de ortofotos y mosaicos, de forma que se realicen de forma autónoma. Además, se tratan los conceptos de generación de elementos cartográficos.

En el componente práctico del curso se realizan laboratorios guiados por el profesor que conducen a complementar y consolidar los conceptos fundamentales adquiridos en la parte teórica del curso. En los laboratorios, el estudiantado adquiere las habilidades prácticas necesarias para la ejecución de los procesos fotogramétricos, basándose en imágenes digitales y la automatización que facilitan la generación de cartografía digital. Se utilizan herramientas fotogramétricas modernas que permiten la fotointerpretación, la captura y extracción de datos espaciales de forma automatizada. Los datos espaciales recolectados mediante técnicas fotogramétricas son luego preparados para su utilización en Sistemas de Información Geográfica (SIG) y Sistemas de Dibujo Asistidos por Computadora (CAD).

Objetivo general

Desarrollar destrezas y habilidades para la utilización de la fotogrametría digital como herramienta en la producción de cartografía digital, basándose en el uso de estaciones fotogramétricas digitales que permiten la automatización en proyectos con diferentes fines.

Objetivos específicos:

Al final del curso el estudiante será capaz de:

1. Explotar las ventajas de la fotogrametría digital para la captura de información espacial de forma automatizada, estudiando la evolución en los métodos y tecnologías a partir de la fotogrametría analógica.

2. Capturar información espacial en tres dimensiones mediante el uso de las técnicas de correspondencia de imágenes para generar ortoimágenes, cartografía digital y fotointerpretación.

3. Realizar la orientación interna, relativa y externa de las fotos aéreas, utilizando estaciones fotogramétricas digitales y los diferentes métodos que existen, logrando así corregir los errores al momento de la toma y georreferenciar las imágenes de forma correcta.

4. Reconstruir el terreno utilizando modelos digitales del terreno y de elevación, creados a partir de imágenes digitales, para la elaboración y visualización de cartografía digital y análoga.

5. Extraer, de forma automatizada, elementos cartográficos mediante el uso de imágenes digitales y técnicas de extracción, para la generación de cartografía digital.

6. Realizar el control de calidad durante el proceso de la producción cartográfica y de los productos finales mediante la aplicación de técnicas de calidad cartográfica, la detección de errores groseros y criterios técnicos para garantizar la exactitud de los productos fotogramétricos digitales obtenidos.

Contenido temático:

1 Introducción
- 1.1 Introducción a la fotogrametría digital
  - 1.1.1 Ventajas
  - 1.1.2 Desventajas
  - 1.1.3 Perspectivas futuras de la fotogrametría digital
  - 1.1.4 Comparación con otros métodos
    - 1.1.4.1 Comparación con Lidar
    - 1.1.4.2 Comparación con Sensores Remotos
- 1.2 Instrumentos para la fotogrametría digital
  - 1.2.1 Cámaras fotogramétricas digitales
  - 1.2.2 Escáneres fotogramétricos
- 1.3 Estaciones Fotogramétricas Digitales.
  - 1.3.1 Características fundamentales
  - 1.3.2 Clasificaciones
  - 1.3.3 Ventajas frente al instrumental de la fotogrametría convencional.

2 **Principios de imagen digital**
- 2.1 Imagen digital
- 2.2 Procesamiento digital de imagen
- 2.3 Compresión de imagen
- 2.4 Pirámides y mosaicos de imagen
- 2.5 Adquisición de imágenes digitales

3 **Correspondencia de Imágenes**
- 3.1 Problemas fundamentales de la correspondencia de imágenes
- 3.2 Soluciones a los problemas fundamentales
- 3.3 Correspondencia basada en intensidades
- 3.4 Correspondencia basada en entidades
- 3.5 Correspondencia por áreas

4. **Orientación interna automática**
- 4.1 Determinación de la orientación interna
  - 4.1.1 Transformación del sistema de pixel al sistema de coordenadas imagen
  - 4.1.2 Refinamiento de la imagen
- 4.2 Orientación interna interactiva
- 4.3 Orientación interna autónoma
- 4.4 Método por áreas
- 4.5 Solución basada en características

5. Orientación relativa automática
- 5.1 Orientación relativa interactiva
- 5.2 Orientación automática con puntos de interés
- 5.3 Orientación automática con píxeles de borde

6. Orientación externa automática
- 6.1 Orientación automática con puntos de apoyo
- 6.2 Orientación automática con detalles de control
- 6.3 Orientación automática con superficies de control

7. Aerotriangulación automática
- 7.1 Concepto
- 7.2 Procesos, requerimientos y consideración en la aerotriangulación automática
- 7.3 Procedimientos y estrategias.

8. Aplicación de modelos digitales del terreno y de elevación en Fotogrametría Digital.
- 8.1 Introducción
- 8.2 Adquisición de puntos del terreno y de elevación
- 8.3 Modelo digital de elevaciones
- 8.4 Modelo digital del terreno (MDT)
- 8.5 Modelo digital de superficies
- 8.6 Modelo digital de edificios
- 8.7 Precisión de MDT
- 8.8 Beneficios y posibilidades de explotación
- 8.9 Lidar

9. Ortoimágenes (ortofoto digital)
- 9.1 Generación automática de modelos digitales del terreno y de modelos digitales de superficies
- 9.2 Ortoimagen: creación, producción, problemáticas y soluciones
- 9.3 Producción de ortofotomapas.
- 9.4 Mosaicos
- 9.5 Visualización de superficies. Modelización

10. Restitución digital

10.1 Extracción automática de elementos cartográficos: carreteras, edificios, superficies e Información tridimensional
10.2 Modelización geométrica, tridimensional de edificios y ciudades
10.3 Generación y visualización de fotomodelos tridimensionales

11. Control de calidad y detección de errores groseros

11.1 Control de precisión
11.2 Formulación matemática y aplicaciones de la fiabilidad interna y externa
11.3 Efectos que produce un error grosero en las coordenadas terreno
11.4 Estimadores robustos
11.5 Proceso de detección de error grosero
11.6 Criterios de fiabilidad en tareas estándar fotogramétricas
11.7 Criterios de calidad cartográfica

Bibliografía:

Ariza, J. (2002). Calidad en la producción cartográfica. España: RA-MA Editorial

Ariza, J., Garcia, J., Amor, R., & Ferrer, R. (2004). Casos prácticos de calidad en la producción cartográfica. España: Editorial Universidad de Jaén

Delgado, J. (2002). Fotogrametría Digital: Instrumentos, Métodos, Productos y Aplicaciones. Universidad de Jaén. España

Lerma, J. (2002). Fotogrametría Moderna: Analítica y Digital. Editorial Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España.

McInerney, D., Kempeneers, P. (2015). Open Source Geospatial Tools. Switzerland: Springer International Publishing.

Njoku, E. (ed) (2014). Encyclopedia of Remote Sensing. New York: Springer

Richards, J. (2013). Remote sensing digital image analysis: an introduction. New York: Springer

Tomlinson, R. (2011). Thinking About GIS: Geographic Information System Planning for Managers, Fourth Edition. Estados Unidos: ESRI Press.

Wolf, P., Dewitt, B., & Wilkinson, B. (2014). Elements of photogrammetry: with applications in GIS. Boston: McGraw Hill.

Sistemas de Información Territorial

UNIDAD ACADÉMICA	Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia
NOMBRE DEL CURSO	Sistemas de Información Territorial
CÓDIGO	TGF419
NIVEL	IV
PERÍODO LECTIVO	I
TIPO DE CURSO	Regular
MODALIDAD	Presencial
NATURALEZA	Teórico - Práctico
CRÉDITOS	3
HORAS SEMANALES	8
HORAS PRESENCIALES	3 (2T -1P)
HORAS DE ESTUDIO INDEPENDIENTE	5
HORAS DE ATENCION AL ESTUDIANTE	1
HORAS DOCENTE	3
REQUISITO	Catastro II
CORREQUISITO	Ninguno
DOCENTE	Alexander González Salas

Descripción del curso:

Curso de carácter teórico - práctico que capacita al estudiantado en la aplicación de Sistemas de Información Geográfica (Geoespacial) para el diseño y manejo de información relativa al territorio, utilizando el catastro como fuente primaria de datos. Se desarrollan proyectos prácticos con la guía del profesor, dirigidos a conocer las distintas fuentes de información y aplicaciones que permiten construir un Sistema de Información Territorial aplicable a la toma de decisiones por los distintos entes, con atribuciones para la regulación del territorio. En el componente práctico, los laboratorios serán desarrollados mediante el uso de sistemas de cómputo específicos para el manejo de la información territorial, de forma que le facilite al estudiantado asimilar los conceptos teóricos y prácticos de los Sistemas de Información Territoriales. Adicionalmente, más allá de los fundamentos teóricos y prácticos de la disciplina, se tratará de brindar una visión de los Sistemas de Información Territorial como herramienta para la generación de conocimiento sobre el territorio que permita el desarrollo sostenible, la planificación y administración del territorio nacional, así como ser fuente de información para la conservación y la protección del ambiente.

Objetivo general:

Aplicar los Sistemas de Información Territorial como herramienta para la generación de conocimiento sobre el territorio, que permita el desarrollo sostenible, la planificación y administración del mismo, utilizando como fuente primaria la información catastral para coadyuvar a la toma de decisiones.

Objetivos específicos:

Al finalizar el curso es estudiante será capaz de:

1. Utilizar Sistemas de Información Territorial como soporte a la toma de decisiones, mediante el análisis de la información espacial contenida en el mismo.

2. Diseñar un Sistema de Información Territorial tomando, como fuente primaria de datos, la información catastral para cumplir con las necesidades de una región o país.

3. Crear mapas temáticos digitales como resultado del análisis de los datos del territorio, utilizando las diferentes herramientas que brindan los SIT y su posterior publicación en la Web.

4. Aplicar los criterios técnicos para evaluar los SIT para valorar su pertinencia y actualidad.

5. Aplicar las Infraestructuras de Datos Espaciales como herramienta fundamental para la creación de SIT, de forma tal que la información contenida sea accesible a los usuarios de forma sencilla.

Contenido temático:

1. Sistemas de Información Territorial

1.1 Generalidades de la organización: misión, visión, valores, entorno, legislación, procedimientos, estructura funcional, cultura, financiación y otros
1.2 Modelo clásico
1.2.1 Análisis de requerimientos
1.2.2 Diseño conceptual
1.2.3 Diseño detallado
1.2.4 Codificación
1.2.5 Implementación
1.2.6 Operación
1.2.7 Mantenimiento

2. El catastro digital automatizado

2.1 Datos del catastro
2.2 Relaciones de información
2.3 Información adicional

3. Usuarios de la información territorial

3.1 Instituciones responsables
3.2 Interesados

4. Fuentes de información sobre el territorio

4.1 Imágenes de satélites
4.2 Ortofotos digitales
4.3 Aplicaciones de Sistemas Satelitales de Navegación Global (GNSS)
4.4 Datos característicos del territorio

5. Gestión municipal

5.1 Responsabilidades del gobierno local
5.2 Restricciones al uso del suelo
5.3 Administración de impuestos y servicios
5.4 Ejemplos de aplicaciones

6. Introducción a las Infraestructuras de Datos Espaciales

6.1 Introducción
1.1.1.Antecedentes e historia de las IDE

1.1.2.Definición de una IDE
1.1.3.Objetivos
1.1.4.Los componentes de las IDE
1.1.5.Usos y ventajas de las IDE

6.2 Tecnologías relacionadas
1.1.1.Tecnología SIG
1.1.2.Bases de datos espaciales
1.1.3.Internet, web y geo-servicios

6.3 Las IDE como plataforma de Intercambio de datos

6.4 Tipos de IDE por su alcance
1.1.1.Infraestructura Global de Datos espaciales
1.1.2.Infraestructura Nacional de Datos Espaciales
1.1.3.Infraestructura Regional de Datos Espaciales
1.1.4.Infraestructura de Datos Espacial a Nivel de una Organización

6.5 El SNIT en Costa Rica

7. Toma de decisiones

7.1 Criterios básicos de decisión

7.2 Toma de decisiones en el entorno de un Sistema de Información Geográfico (SIG)

8. Desarrollo de un Sistema de Información Territorial (SIT)

8.1 Objetivo

8.2 Información de base

8.3 Información adicional

8.4 Análisis de Información

8.5 Toma de decisiones

9. Evaluación de un Sistema de Información Territorial

9.1 Análisis de los objetivos del SIT propuesto

9.2 Procesos técnicos aplicados

9.3 Grado de actualidad de los datos

9.4 Grado de automatización

9.5 Medidas correctivas y de actualización

10. Planes reguladores, regionales y urbanos

2.1. Reglamentos

2.2. Requisitos

2.3. Formulación

2.4. Costos

2.5. Tipos de planes reguladores
0.1.1.Planes reguladores regionales
0.1.2.Planes reguladores urbanos
0.1.3.Planes reguladores costeros

2.6. Planes reguladores en Costa Rica

2.7. La relación de los SIT con los planes reguladores

Bibliografía:

Binch, E. (2008). The Urban and Regional Planning. Reader (Ront Ledge Urban Series).

Fleming, C. (2005). The GIS Guide for Local Government Officials. USA: Esri Press

Epstein, E., & Niemann Jr, B. (2014). Modernizing American Land Records: Order upon Chaos. USA: Esri Press.

Giusti de Pérez, R., & Perez, R. (2011). Analyzing Urban Poverty: GIS for the Developing World. USA: Esri Press

McElvaney, S. (2012). Geodesign: Case Studies in Regional and Urban Planning. USA: Esri Press

Miguel, A., Torrez, J. & Maldonado, P. (2011). Fundamentos de la Planificación Urbano-Regional. (1ª Ed). Oaxaca, Mexico.

Nogueras-Iso, J., Zarazaga-Soria, J., & Muro-Medrano, P. (2010). Geographic information metadata for spatial data infrastructures: resources, interoperability and information retrieval. Berlin: Springer.

Tomlinson, R. (2011). Thinking About GIS: Geographic Information System Planning for Managers. (4a Ed). Estados Unidos: ESRI Press.

Teorey, J. (2011). Database Modeling and Design: Logical Design (5a Ed). Estados Unidos: Morgan Kaufmann

Ajuste II

UNIDAD ACADÉMICA	Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia
NOMBRE DEL CURSO	Ajuste II
CÓDIGO	TGF420
NIVEL	IV
PERÍODO LECTIVO	I
TIPO DE CURSO	Regular
MODALIDAD	Presencial
NATURALEZA	Teórico - Práctico
CRÉDITOS	3
HORAS SEMANALES	8
HORAS PRESENCIALES	3 (1T -2P)
HORAS DE ESTUDIO INDEPENDIENTE	5
HORAS DE ATENCION AL ESTUDIANTE	1
HORAS DOCENTE	3
REQUISITO	Ajuste I
CORREQUISITO	Ninguno
DOCENTE	Manuel Ramírez, Jorge Moya, Jose Francisco Valverde

Descripción del curso:

Este curso tiene un carácter teórico-práctico y desarrolla la aplicación de conceptos estadísticos en los trabajos topográficos y geodésicos basados en el principio de mínimos cuadrados de Gauss, aplicando el concepto el ajuste libre para el tratamiento de observaciones y depuración del modelo funcional y el modelo estocástico del ajuste. Se desarrolla la aplicación del algoritmo de ajuste de observaciones mediatas como herramienta para el diseño y optimización de redes geodésicas horizontales y verticales. Además, se presenta cómo ampliar el modelo funcional del ajuste para considerar parámetros adicionales, como factor de escala o errores de centrado.

El componente práctico del curso tiene como meta lograr una mejor comprensión y asimilación del conocimiento por parte del estudiantado, mediante la realización de sesiones prácticas de gabinete. En ellas, el estudiantado deberá resolver situaciones específicas donde tendrá que identificar las cuestiones teóricas planteadas con anterioridad y resolverá los problemas técnicos y prácticos de una forma experimental utilizando programas de cómputo especializado, como: MathCad, Matlab, Octave y SCILab.

Objetivo general:

Desarrollar destrezas y habilidades para el ajuste y diseño de redes geodésicas en 1D y 2D, utilizando el principio de mínimos cuadrados bajo la modalidad de ajuste libre y conceptos estadísticos, para determinar el valor más probable e información estocástica de las incógnitas y observaciones.

Objetivos específicos:

Al finalizar el curso el estudiante será capaz de:

1. Determinar las observaciones ajustadas que definen una red geodésica, mediante la aplicación del algoritmo de ajuste por mediatas en la variante de ajuste libre, estimando el valor más probable de las mismas y su información estocástica.

2. Establecer las coordenadas ajustadas que definen los vértices de red geodésica, por medio de la aplicación del algoritmo de ajuste por mediatas en la variante de ajuste libre, con el fin de estimar el valor más probable de las mismas y su información estocástica.

3. Diseñar una red geodésica acorde a los requerimientos de exactitud necesarios para la obra a través de la aplicación de las técnicas de simulación de redes.

4. Incluir, en el modelo funcional del ajuste, parámetros adicionales con el fin de modelar la realidad física de las observaciones y mejorar la exactitud de los resultados.

5. Optimizar el peso para los diferentes grupos de observaciones de la red geodésica, utilizando criterios técnicos, de forma que se modele mejor el componente estocástico, obteniendo así resultados más reales.

Contenido temático:

1. Ajuste libre de observaciones mediatas

1.1 Concepto del ajuste libre
1.2 Diferencias entre el ajuste libre y el ajuste amarrado de observaciones mediatas
1.3 Uso del ajuste libre para determinar la calidad de las observaciones de una red geodésica
1.4 Defecto de rango de una matriz
1.5 Defecto de datum en una red geodésica
1.6 Defecto de configuración en una red geodésica
1.7 Algoritmo del ajuste libre de observaciones mediatas
  1.7.1 Ajuste libre de minimización total de traza
  1.7.2 Ajuste libre de minimización parcial de traza
1.8 Casos prácticos
  1.8.1 Ajuste libre de una red de nivelación
  1.8.2 Ajuste libre de una red de trilateración
  1.8.3 Ajuste libre de una red de triangulación
  1.8.4 Ajuste libre de una red que combine observaciones lineales y angulares

2. Grupos de observaciones

1.1 Criterio para la formación de grupos
1.2 Estimación de varianzas grupales
1.3 Planteamiento matemático
1.4 Análisis y equilibrio de las varianzas

3. Incógnitas adicionales en el modelo de ajuste

2.1 Factor de escala
2.2 Excentricidad de la estación y puntería
2.3 Orientación

4. Ajuste simulado y preanálisis

3.1 Diseño y preparación de datos
3.2 Ajuste simulado y evaluación
3.3 Modificación del diseño de la red

3.4 Diseño definitivo, ajuste simulado y conclusiones
3.5 Casos prácticos
    3.5.1 Simulación de una red de nivelación
    3.5.2 Simulación de una red de trilateración
    3.5.3 Simulación de una red de triangulación
    3.5.4 Simulación de una red que combine observaciones lineales y angulares
    3.5.5 Otros casos prácticos

Bibliografía:

Awange, J. (2010). Algebraic geodesy and geoinformatics. Berlin: Springer

Bomford, G. (2010). Geodesy. Oxford, Inglaterra: University

Corvian, E & Puente, V. (2013), Fundamentos del Ajuste de Observaciones Topográficas. España: Ediuno Universitarios

Rodriguez, J. (2012). Ajuste de Observaciones: El Método de los Mínimos Cuadrados con Aplicaciones a la Topografía. España: Ediciones UPC

Sanchez, B. & García, S. (2012). Ajuste de Observaciones Geodésicas. (1ª Ed). España: Aula Magna

Teunissen, P.G.J. (2003). Adjustment Theory: an introducción. Delft, The Netherlands: Delf University of Technology.

Teunissen, P.G.J. (2003). Network quality Control. Delft, The Netherlands: Delf University of Technology.

Torge W. (2012). Geodesy (4a. ed). Berlín: De Gruyter.

Wright, T. (2011). The adjustment of observations by the method of least squares with applications to geodetic work. New York: D. Van Nostrand

Xu, G. (Ed) (2010). Sciences of Geodesy -I: Advances and Future Directions. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Germany

Topografía de Obras Civiles

UNIDAD ACADÉMICA	Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia
NOMBRE DEL CURSO	Topografía de Obras Civiles
CÓDIGO	TGF421
NIVEL	IV
PERÍODO LECTIVO	I
TIPO DE CURSO	Regular
MODALIDAD	Presencial
NATURALEZA	Teórico - Práctico
CRÉDITOS	3
HORAS SEMANALES	8
HORAS PRESENCIALES	3 (2T -1P)
HORAS DE ESTUDIO INDEPENDIENTE	5
HORAS DE ATENCION AL ESTUDIANTE	1
HORAS DOCENTE	3
REQUISITO	Topografía de Vías II
CORREQUISITO	Ninguno
DOCENTE	Franklin Arroyo Solano, Franklin De Obaldía Valdés

Descripción del curso:

Este curso es de naturaleza teórico-práctico y está orientado al estudio de obras civiles, haciendo énfasis en el levantamiento, replanteo y control de ellas, aplicando criterios técnicos y metodologías de la Topografía e incluyendo los trabajos preliminares de la obra. Se desarrolla la temática de levantamientos topográficos con fines hidrológicos y batimétricos, así como aplicaciones topográficas al área agrícola y forestal, además de los trabajos topográficos relacionados con la extracción minera.

En el componente práctico de este curso se realizan giras técnicas en donde el estudiantado puede observar obras civiles en construcción y / o terminadas, de relevancia e impacto nacional, para que el estudiante experimente directamente en el campo el ambiente laboral y técnico en el que se desarrollan estas obras.

Objetivo general:

Desarrollar destrezas y habilidades para el levantamiento, replanteo y control de obras civiles, utilizando métodos y técnicas topográficas.

Objetivos específicos:

Al finalizar el curso el estudiante será capaz de:

1. Efectuar levantamientos topográficos para estudios de pre-factibilidad de obras civiles para coadyuvar en la determinación de costos, tiempos y la viabilidad de la obra.

2. Efectuar las labores de replanteo de las obras civiles con base en el diseño de las mismas, mediante la interpretación de los planos de construcción y la aplicación de técnicas topográficas, para garantizar que la obra cumpla con el diseño geométrico y de ubicación.

3. Realizar el control y la auscultación, mediante la aplicación de técnicas topográficas con base en los planos constructivos de la obra, tomando en cuenta la envergadura de la misma y las exactitudes requeridas.

4. Ejecutar tareas topográficas que permitan el replanteo, movimientos de tierras y la orientación en minas, sea esta a cielo abierto o subterránea, mediante la utilización de metodologías topográficas para la minería.

5. Realizar tareas topográficas con fines específicos para el área de la hidrografía, batimetría, aplicaciones forestales y agrícolas, a través de la utilización de metodologías topográficas que permitan alcanzar los objetivos de cada área de aplicación.

Contenido temático:

1. Generalidades
- 1.1 Etapas en la construcción de una obra civil
- 1.2 Trabajos preliminares
- 1.3 Diseño
- 1.4 Replanteo
- 1.5 Controles
- 1.6 Informes
- 1.7 Trabajos topográficos para el control de deformaciones

2. Topografía en la construcción de edificaciones
- 2.1 Levantamiento preliminar
- 2.2 Red de puntos de apoyo
- 2.3 Replanteo y control de excavaciones
- 2.4 Replanteo y control de ejes plani-altimétricos
- 2.5 Replanteo y control de verticalidad
- 2.6 Control de cimientos
- 2.7 Control de pisos terminados

3. Topografía de grandes estructuras
- 3.1 Estructura de puntos (Red de apoyo)
- 3.2 Controles de avance
- 3.3 Ampliación y mejoramiento de la estructura de puntos de apoyo por avance de obra
- 3.4 Demanda de obras secundarias
- 3.5 Accesos
- 3.6 Poblado
- 3.7 Transmisión

4. **Topografías especiales**
- 4.1 Levantamientos hidrográficos
  - 4.1.1 Equipo para hidrografía
  - 4.1.2 Medición de corrientes y flujos
- 4.2 Batimetría
  - 4.2.1 Aplicaciones de la batimetría (Puertos, Muelles, Abastecimientos de agua, embalses)
  - 4.2.2 Operaciones de sondeo
  - 4.2.3 Datum para sondeos
  - 4.2.4 Dibujo de los sondeos

4.2.5 Corrección de profundidades
4.2.6 Interpretación de cartas náuticas
4.3 Levantamientos topográficos de costas
4.3.1 Métodos para el levantamiento
4.3.2 Efectos de la curvatura de la Tierra
4.3.3 Efecto de las mareas en la costa
4.4 Topografía para aplicaciones agrícolas y forestales
4.4.1 Alineamientos horizontales y verticales
4.4.2 Inventarios forestales
4.4.3 Delimitación de parcelas
4.4.4 Terracerías
4.4.5 Caminos de acceso y senderos
4.4.6 Establecimiento de sistemas de riego por gravedad

5. **Minas**
5.1 Legislación minera en Costa Rica
5.2 Minas a cielo abierto
5.2.1 Planimetría y altrimetría
5.2.2 Cálculo de Volúmenes.
5.2.3 Tajos
5.3 Minas subterráneas
5.3.1 Replanteo del bien inmueble minero en la superficie
5.3.2 Condiciones ambientales en el interior.
5.3.3 Transporte de coordenadas x, y, z al interior de la mina.
5.3.4 Transporte de la orientación al interior de la mina
5.3.5 Métodos de medición planimétrica y altimétrica en el interior de la mina
5.3.6 Cálculo de volúmenes de rebajes.

6. Auscultación topográfica de obras civiles
6.1 Proceso de auscultación
6.2 Diferencias entre la auscultación con métodos topográficos y estudios de deformación con métodos geodésicos
6.3 Criterios técnicos y estándares para la auscultación
6.4 Instrumentos y técnicas

Bibliografía

Ameneiro Bustos, A. (2011). Topografía: trabajo de campo y gabinete. España: Madrid.

Avilés, G. (2012). Apuntes de topografía. Chile: Universidad del Bio-Bio.

Chappell, E. (2012). AutoCAD civil 3D essentials. Indianapolis, USA: John Wiley & Sons

Etcharren, R. (2010). Manual de Caminos Vecinales. México: Asociación Mexicana de Caminos y Representaciones y servicios de Ingeniería S. A

Kresic, N. (2013). Water in karst: management, vulnerability, and restoration. New York: McGraw-Hill

Montaño, F. (2014). AUTOCAD 2015. España: ANAYA

Ugarte, O. (2012). Diseño geométrico de carreteras con AutoCAD Civil 3D 2012. Lima: Macro.

Avalúos

UNIDAD ACADÉMICA	Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia
NOMBRE DEL CURSO	Avalúos
CÓDIGO	TGF422
NIVEL	IV
PERÍODO LECTIVO	I
TIPO DE CURSO	Regular
MODALIDAD	Presencial
NATURALEZA	Teórico - Práctico
CRÉDITOS	3
HORAS SEMANALES	8
HORAS PRESENCIALES	3 (2T -1P)
HORAS DE ESTUDIO INDEPENDIENTE	5
HORAS DE ATENCION AL ESTUDIANTE	1
HORAS DOCENTE	3
REQUISITO	Ninguno
CORREQUISITO	Sistemas de Información Territorial
DOCENTE	Carlos Sevilla Hernández

Descripción del curso:

Este curso es de naturaleza teórico-práctico y brinda al estudiantado los conceptos básicos de valuación de terrenos, condominios y construcciones en general. Está enfocado principalmente en la recaudación fiscal, sin dejar de lado la valoración con fines de mercado. Se estudian las distintas metodologías para la valoración y las variables que intervienen en estos procesos, contrastando con la normativa vigente en el país. Se desarrolla el tema de los procesos de valoración dentro de las municipalidades, tocando temas como la generación y el uso de mapas de valores y procesos de valoración masiva con fines fiscales. Se estudia también la forma de automatizar el proceso de valoración mediante el uso de diferentes herramientas informáticas.

En la parte práctica, se realizan sesiones de gabinete y de campo en donde se efectúa el proceso de valoración, incluyendo la recolección de la información y el estudio de mercado, con el fin de buscar los comparables requeridos para tasar el bien inmueble, así como la elaboración del informe donde se detalla el procedimiento seguido y variables consideradas para dar el valor final.

Objetivo general:

Desarrollar las destrezas y habilidades para la tasación, tanto para fines fiscales como comerciales, aplicando procedimientos y métodos en la determinación de valores para bienes inmuebles, según sea el caso, de: condominios, terrenos, construcciones.

Objetivos específicos:

Al finalizar el curso el estudiante será capaz de:

1. Aplicar la normativa legal relacionada con la valoración de bienes inmuebles con fines fiscales, mediante el estudio y análisis de la misma, de forma que los valores sean estimados dentro del marco legal del país.

2. Aplicar diferentes metodologías para la valoración de bienes inmuebles, estudiando las variables que intervienen, las diferencias entre los distintos métodos y su aplicación en casos específicos.

3. Valorar terrenos, condominios y construcciones en general mediante la aplicación de metodologías específicas, según sea la finalidad, para determinar el valor real del bien valorado.

4. Elaborar informes técnicos para documentar el proceso de valoración, indicando los procedimientos y métodos de valoración, además de las variables consideradas en la determinación del valor del bien valorado.

5. Automatizar el proceso de valoración mediante el uso de diferentes herramientas informáticas para reducir tiempos y costos asociados al proceso de valoración y documentación.

Contenido temático:

1. Introducción general

2. Conceptos generales
- 2.1 Valoración
- 2.2 Precio
- 2.3 Costo
- 2.4 Mercado
- 2.5 Valor
- 2.6 Tipos de Valor
- 2.7 Avalúo

3. Enfoques de Valoración
- 3.1 Enfoque de Mercado
- 3.2 Enfoque de Costo
- 3.3 Enfoque de Renta

4. Depreciación
- 4.1 Definición
- 4.2 Tipos de depreciación
  - 4.2.1 Depreciación Física
  - 4.2.2 Depreciación Funcional
  - 4.2.3 Depreciación Económica
- 4.3 Métodos de Depreciación
  - 4.3.1 Ross- Heidecke
  - 4.3.2 Línea recta
  - 4.3.3 Suma de dígitos
  - 4.3.4 Doble saldo decreciente

5. Tasación Administrativa y tasación privada
- 5.1 Dirección General de la Tributación Directa.
- 5.2 Poder Judicial
- 5.3 Otras instituciones del Estado
- 5.4 Personas físicas y sociedades anónimas

6. Tasación Fiscal

- 6.1 Municipalidades
- 6.2 Ley No. 7509: Ley del Impuesto sobre Bienes Inmuebles.
- 6.3 Ley No. 7933: Ley Reguladora de la Propiedad en Condominio
- 6.4 Ley No. 8683: Impuesto Solidario para el Fortalecimiento de Programas de Vivienda

7. Valoración de Terrenos

- 7.1 Método de valoración de terrenos; Método Comparativo
- 7.2 Fincas urbanas y rurales
- 7.3 Factores de modificación de valor unitario de terreno
  - 7.3.1 Intrínsecos
  - 7.3.2 Extrínsecos
  - 7.3.3 Valor unitario base

8. Diseño de Mapas de Valores de Terreno por Zonas Homogéneas

- 8.1 Estudio de mercado de valores de terreno para fincas urbanas y rurales
- 8.2 Delimitación de las zonas homogéneas
- 8.3 Determinación del lote tipo por cada zona homogénea
- 8.4 Aplicación de un SIG en la creación de Mapas de Valores de Terreno

9. Valoración de construcciones

- 9.1 Método de valoración de Construcciones; Método de Costo de Reposición
- 9.2 Manual de Valores Base por Tipología Constructiva.
  - 9.2.1 Metodología de valoración para construcciones sin remodelaciones
  - 9.2.2 Metodología de valoración para construcciones con remodelaciones
  - 9.2.3 Tipos de construcción
  - 9.2.4 Descripción de los elementos constructivos de una construcción
  - 9.2.5 Valores unitarios por metro cuadrado de construcción
  - 9.2.6 Vidas útiles probables

10. Valoración de condominios.

- 10.1 Valoración de condominios horizontales
- 10.2 Valoración de condominios verticales
- 10.3 Valoración de condominios combinados; horizontales y verticales
- 10.4 Áreas privadas
- 10.5 Áreas comunes sin construir
- 10.6 Áreas comunes construidas

11. Automatización del proceso de valoración

- 11.1 Aplicaciones para la automatización del proceso de valoración: Matlab, Mathcad, Excel
- 11.2 Uso de la información del SIM (Sistema de Integración Municipal)
- 11.3 Aplicación del Órgano de Normalización Técnica (ONT)

Bibliografía:

Aznar, J. & Guijarro, F. (2012). Nuevos Métodos de Valoración. Modelos Multicriterio. España: Editorial Universitat Politècnica de València

Guadalajara, N. (2014). Métodos de valoración inmobiliaria. España: Mundi-prensa

López, L. (2001) *El Valor Catastral y Los Impuestos Sobre Bienes Inmuebles* (2a Ed), Editorial Comares

Pillet, F. (2012). Planificación territorial propiedad y valoración catastral (España 1750 - 2010). Madrid: Biblioteca Nueva

Vásquez, O. (2013) *Coordinación entre el Catastro y el Registro de la Propiedad,* Edit. Tirant Le Blanch.

Verne, J.L, Femeina, C, y Aznar, J. (2004) *Catastro y Valoración Catastral.* U.P. de Valencia.

Verona, J.E. (2014) *Valor Catastral: Su Gestión e Impugnación; Análisis Jurídico de la Gestión Catastral y de la Gestión Tributaria en el Impuesto sobre bienes Inmuebles.* Editorial Aranzadi.

Normativa legal:

International Valuation Standards Council. (2013). Normas internacionales de valoración.

Ley No. 7509 de Impuesto sobre bienes inmuebles y sus reformas.

Ley No. 7933 de la Propiedad en Condominio y su reglamento.

Ley No. 8683: Impuesto Solidario para el Fortalecimiento de Programas de Vivienda

Diseño de Urbanizaciones

UNIDAD ACADÉMICA	Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia
NOMBRE DEL CURSO	Diseño de Urbanizaciones
CÓDIGO	TGF423
NIVEL	IV
PERÍODO LECTIVO	II Ciclo
TIPO DE CURSO	Regular
MODALIDAD	Presencial
NATURALEZA	Teórico
CRÉDITOS	3
HORAS SEMANALES	8
HORAS PRESENCIALES	3 (2T -1P)
HORAS DE ESTUDIO INDEPENDIENTE	5
HORAS DE ATENCION AL ESTUDIANTE	1
HORAS DOCENTE	3
REQUISITO	Topografía de Obras Civiles
CORREQUISITO	Ninguno
DOCENTE	Francisco Mora Protti, Franklin Arroyo Solano

Descripción del curso:

El curso brinda los conocimientos y técnicas referentes al diseño de urbanizaciones y Condominios, considerando para este fin elementos técnicos propios de la Ingeniería Topográfica, así como la normativa legal que los rige. Se contemplan elementos del diseño geométrico y se introduce al estudiantado en el análisis de costos de un proyecto de esta naturaleza.

La parte práctica del curso tiene como meta lograr una mejor comprensión y asimilación del conocimiento por parte del estudiantado, mediante la realización de sesiones prácticas de gabinetes. Se diseñará un proyecto urbanístico, se calcularán los diferentes elementos geométricos, movimientos de tierra y costos acorde a la normativa técnica y legal vigente.

Objetivo General:

Generar y desarrollar habilidades y destrezas referentes a los procesos y técnicas asociadas al diseño de proyectos urbanísticos, aplicando en el diseño elementos técnicos de la Ingeniería Topográfica, análisis de costos y la normativa legal vigente en Costa Rica

Objetivos específicos:

Al finalizar el curso el estudiante será capaz de:

1. Aplicar elementos de diseño geométrico y la legislación vigente en Costa Rica al diseño proyectos urbanísticos aplicando conceptos teóricos asociados a esta temática, logrando generar un diseño correcto y económicamente viable.

2. Estimar el costo total del proyecto mediante la aplicación de metodologías para la cuantificación de los distintos elementos que lo conforman, con el fin de determinar la viabilidad económica del mismo.

3. Diseñar proyectos urbanísticos siguiendo requerimientos de carácter técnico, económico y legal, basado en el uso de herramientas CAD y la aplicación de elementos de la Ingeniería Topográfica.

4. Replantear los diversos elementos que definen un desarrollo urbanístico mediante la utilización de metodologías y criterios técnicos para la correcta materialización en el terreno del diseño del proyecto.

Contenido temático:

1. Generalidades del diseño de urbanizaciones y condominios
- 1.1 Normas mínimas de diseño geométrico.
- 1.2 Análisis económico de la urbanización.
- 1.3 Requisitos para el trámite de urbanizaciones y condominios.
- 1.4 Anteproyecto.
- 1.5 Proyecto

2. Disposiciones Legales.
- 2.1 Ley de Construcciones.
- 2.2 Ley de Planificación Urbana.
- 2.3 Ley de Condominios.
- 2.4 Ley de igualdad de oportunidades para las personas con discapacidad (No.7600)
- 2.5 Ley General de Caminos Públicos.
- 2.6 Normas de AyA para urbanizaciones.
- 2.7 Reglamento para el Control Nacional de Fraccionamientos y
- 2.8 Urbanizaciones.
- 2.9 Reglamento a la ley de condominios.
- 2.10 Reglamento a la ley 7600.

3. Sistemas Viales
- 3.1 Modelos de tramas.
- 3.2 Modelos en serie y radiales.
- 3.3 Modelo reticular.

4. Elementos de Ordenamiento.
- 4.1 Trazados rectilíneos.
- 4.2 Trazados curvos
- 4.3 Trazados en serpentín.
- 4.4 Calles de ancho variable.
- 4.5 Ramal cerrado o ronda.
- 4.6 Calles sin salida.
- 4.7 Plazas.
- 4.8 Otros elementos.

5. Dinámica del Trazado Vial.
- 5.1 Tamaño de los espacios exteriores.
- 5.2 Proporción y escala.
- 5.3 Morfología y velocidad.
- 5.4 Unificación de trazados horizontales y verticales.
- 5.5 Combinaciones de radios de curvas.
- 5.6 Radios recomendables de curvas.

5.7 Distancias mínimas de parada.
5.8 Visuales del conductor.
5.9 Distancias de visibilidad.
5.10 Longitudes mínimas de curvas verticales.
5.11 Visibilidad en las intersecciones.
5.12 Redondeo de esquinas.
5.13 Visibilidad en los estacionamientos.

6. Materiales de Pavimentación de Calzadas.

6.1 Pavimentación de Calzadas.
6.2 Tipos de calzadas.
6.3 Condicionantes para el diseño.
6.4 Funciones.
6.5 Comportamiento físico.
6.6 Composición o estructura.

7. Elaboración de un proyecto urbanístico.

7.1 Trabajos preliminares
7.1.1 Levantamiento del predio y detalles
7.1.2 Levantamiento de curvas de nivel
7.1.3 Red topográfica de apoyo
7.2 Diseño geométrico
7.3 Aspectos del replanteo
7.3.1 Determinación de ejes
7.3.2 Movimientos de tierra
7.3.3 Terracería
7.3.4 Cálculo de terrazas y demarcación
7.3.5 Estacas de talud
7.4 Ejes de tuberías y excavación
7.5 Replanteo y construcción de cordón y caño
7.6 Construcción de aceras y calles
7.7 Replanteo de lotes

Bibliografía.

Avilés, G. (2012). Apuntes de topografía. Chile: Universidad del Bio-Bio.

Chappell, E. (2012). AutoCAD civil 3D essentials. Indianapolis, USA: John Wiley & Sons

Dix, M., & Riley, P. (2013). AutoCAD 2013. México: Pearson Educación

Gay, P. (2015). Practical Boundary Surveying Legal and Technical Principles. Springer International Switzerland. ISBN: 978-3-319-07157-2

Jordán, W. (1978). Tratado general de Topografía. (5ª. Ed.). España: Gustavo Gili, S.A.

Kavanagh, B. (2009). Surveying: principles and applications. New Jersey: Pearson Prentice Hall.

Mc Cluskey, J. (1985): El Diseño de Vías Urbanas. Barcelona: Editorial Gustavo Gili S.A.

Ordeig, J. (2004). Diseño urbano y pensamiento contemporáneo. Barcelona: Instituto Monsa de Ediciones S.A.

Geodesia Geométrica

UNIDAD ACADÉMICA	Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia
NOMBRE DEL CURSO	Geodesia Geométrica
CÓDIGO	TGF424
NIVEL	IV
PERÍODO LECTIVO	II Ciclo
TIPO DE CURSO	Regular
MODALIDAD	Presencial
NATURALEZA	Teórico - Práctico
CRÉDITOS	3
HORAS SEMANALES	8
HORAS PRESENCIALES	3 (2T -1P)
HORAS DE ESTUDIO INDEPENDIENTE	5
HORAS DE ATENCION AL ESTUDIANTE	1
HORAS DOCENTE	3
REQUISITO	Ajuste II
CORREQUISITO	Ninguno
DOCENTE	José Francisco Valverde Calderón, Jorge Moya Zamora

Descripción del curso:

Este es un curso teórico-práctico donde se estudian los fundamentos de la geodesia moderna, la cual trata con las distintas formas de considerar y representar la superficie terrestre como un todo, tomando en cuenta las características físicas y geométricas de la Tierra.

Se muestran los conceptos de la geodesia matemática, rama de la geodesia para la representación de la forma y el tamaño de la Tierra, así como la determinación de coordenadas, áreas, distancias, azimuts, tomando como superficie de referencia un elipsoide de revolución. Finalmente se muestran los conceptos modernos referentes al establecimiento de marcos geodésicos de referencia. En el componente práctico del curso, se desarrollan sesiones de gabinete en donde el estudiantado aplica los conceptos teóricos para la solución de problemas relacionados con la determinación de coordenadas, áreas, distancias, azimuts.

Objetivo general:

Desarrollar los conceptos y criterios técnicos fundamentales para la determinación de la forma y el tamaño de la Tierra, mediante el uso de los métodos de la geodesia geométrica y los conceptos asociados al establecimiento de marcos de referencia, generando así la base conceptual para la representación de la verdadera forma del planeta y la aplicación de los métodos geodésicos en problemas de ingeniería.

Objetivos específicos:

Al finalizar el curso el estudiante será capaz de:

1. Representar la Tierra, aspecto fundamental para el estudio de la misma, mediante un elipsoide de revolución, logrando así la generación de una superficie con posible asocio a la cual le podrá asociar un sistema de coordenadas para la localización de puntos sobre la superficie terrestre y la solución de problemas geodésicos

2. Efectuar cálculos geodésicos para la determinación de coordenadas, áreas, distancias, azimuts, sobre un elipsoide de referencia, mediante el uso de algoritmos adecuados de acuerdo con el problema por resolver

3. Vincular resultados de observaciones con métodos satelitales a un marco de referencia definido, mediante el análisis de las propiedades de los sistemas geodésicos modernos, y las consideraciones técnicas para su definición y establecimiento

4. Utilizar de forma adecuada la red geodésica oficial de Costa Rica y otras redes regionales, conociendo su distribución espacial y características técnicas, para su aplicación en proyectos de ingeniería de diversa índole.

Contenido temático:

1. Introducción a la Geodesia

1.1. Introducción: Definición de Geodesia, Topografía y Geomática
1.2. Relación entre la Geodesia y la Geomática
1.3. Desarrollo histórico de la geodesia
1.4. Clasificaciones de la geodesia: geodesia geométrica, geodesia física y geodesia satelital
1.5. La Geodesia y su relación con otras Geociencias
1.6. Redes geodésicas para apoyo en la obra civil

2. El elipsoide de revolución

2.1. Superficies de referencia: el plano, la esfera, el elipsoide y el geoide
2.2. Definición de elipse y el elipsoide
2.3. Propiedades geométricas de la elipse y del elipsoide
2.4. Sistemas de coordenadas geodésicos
2.5. Sistema de coordenadas cartesiano tridimensional
2.6. Transformación entre coordenadas geodésicas y coordenadas geocéntricas y viceversa
2.7. Conceptos matemáticos de los radios de curvatura
2.8. Cálculo de arcos de meridiano y arcos de paralelo
2.9. Secciones normales
2.10. La curva geodésica
2.11. Solución de los problemas geodésicos directo e inverso
2.12. Reducción de las observaciones angulares y lineales
2.13. Convergencia de meridianos

3. Sistemas y marcos coordenados de referencia

3.1. Sistemas geodésicos clásicos de referencia.
3.2. Concepto moderno de sistemas de referencia, marco de referencia y datum geodésico
3.3. Importancia y aplicación de los marcos de referencia geodésicos en: geofísica, geología, oceanografía, fotogrametría, catastro, geomática, otras
3.4. Sistema de referencia terrestre (ITRS) y el marco de referencia terrestre (ITRF)
3.5. Parámetros de Orientación de la Tierra (EOP)
3.6. Densificación del ITRF en el continente americano (SIRGAS)
3.7. Modelos de velocidades
3.8. Marco geodésico oficial de Costa Rica
3.9. Actualización de coordenadas en el ITRF: caso de Costa Rica

4. Datum geodésico horizontal y vertical y proyecciones geodésicas

4.1. Datum convencional
4.2. Datum satelital
4.3. Datum vertical
4.4. Proyecciones geodésicas
    4.4.1.Proyección cónica conforme de Lambert
    4.4.2.Proyección UTM y Proyección CRTM

Bibliografía:

Awange, J. (2010). Algebraic geodesy and geoinformatics. Berlin: Springer

Bomford, G. (2010). Geodesy. Oxford, Inglaterra: University

Lu, Z., Qu, Y., & Qiao, S. (2014). Geodesy: Introduction to Geodetic Datum and Geodetic Systems. Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg

Meyer, T. (2010). Introduction to geometrical and physical geodesy: foundations of geomatics. Redland, Calf.: ESRI Press

Xu, G. (Ed) (2010). Sciences of Geodesy -I: Advances and Future Directions. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Germany

Wright, T. (2011). The adjustment of observations by the method of least squares with applications to geodetic work. New York: D. Van Nostrand

Práctica Profesional Supervisada

UNIDAD ACADÉMICA	Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia
NOMBRE DEL CURSO	Práctica Profesional Supervisada
CÓDIGO	TGF425
NIVEL	IV
PERÍODO LECTIVO	II Ciclo
TIPO DE CURSO	Regular
MODALIDAD	Presencial
NATURALEZA	Teórico - Práctico
CRÉDITOS	4
HORAS SEMANALES	11
HORAS PRESENCIALES	3 (2T -1P)
HORAS DE ESTUDIO INDEPENDIENTE	8
HORAS DE ATENCION AL ESTUDIANTE	1
HORAS DOCENTE	3
REQUISITO	Haber aprobado completo el I, II y III año de la carrera
CORREQUISITO	Ninguno
DOCENTE	Manuel Ramírez

Descripción del curso:
El curso está planteado para que el estudiantado aplique los conocimientos adquiridos en el transcurso de la carrera en la solución de un problema práctico. Conlleva al menos 150 horas de trabajo efectivo en el campo y de gabinete. Se desarrollará en proyectos significativos en las áreas disciplinarias de la carrera, que estén ejecutándose por parte de empresas o instituciones del Estado o de empresas privadas de fuerte impacto en el desarrollo nacional e internacional. Las entidades receptoras se comprometen a dar las facilidades para que el estudiante realice su trabajo práctico y además asignará a un responsable para que sirva como guía y tutor de campo. En caso de que el proyecto se ejecute con carácter de extensión universitaria el tutor académico será también el tutor de campo. Además, se proporcionan los conocimientos prácticos para la formulación, elaboración y cumplimiento de los objetivos y metas de un proyecto en las áreas de conocimiento de la Unidad Académica: Topografía, Administración del Territorio, Geodesia y Geomática.

Objetivo general:

Acercar al estudiantado al campo laboral relacionándolo con instituciones o empresas del sector público y privado de forma que se enfrente a la dinámica laboral y contribuya en el análisis y planteamiento de soluciones a problemas concretos en el ámbito nacional o internacional, aplicando los conocimientos adquiridos en la formación universitaria en las áreas de Topografía, Administración del Territorio, Geodesia y Geomática

Objetivos específicos:

Al finalizar el curso el estudiante será capaz de:

1. Analizar y describir problemas relacionados con la Topografía, Administración del Territorio, Geodesia y Geomática mediante la aplicación de los conocimientos que ha adquirido en la carrera

2. Plantear y ejecutar soluciones prácticas a problemas de Topografía, Administración del Territorio, Geodesia y Geomática, tomando en cuenta los recursos disponibles.

3. Documentar los resultados tras la aplicación de las soluciones propuestas mediante la creación de reportes técnicos.

4. Analizar los resultados obtenidos desde una perspectiva técnica mediante la aplicación de criterios técnicos para el control de los proyectos desarrollados de forma tal que se pueda detectar las fortalezas y debilidades de la solución.

Contenido Temático:

1. Etapa 1: Definición del problema
- 1.1 Delimitación del problema
- 1.2 Documentación del problema

2. Etapa 2: Análisis del problema
- 2.1 Definición de requerimientos
- 2.2 Definición de productos esperados

3. Etapa 3: Solución del problema
- 3.1 Propuestas de soluciones
- 3.2 Análisis de alternativas
- 3.3 Definición de la solución definitiva

4. Etapa 4: Definición del anteproyecto
- 4.1 Justificación y antecedentes
- 4.2 Objetivos.
- 4.3 Metas y productos
- 4.4 Marco teórico
- 4.5 Cronograma de actividades
- 4.6 Metodología de campo y gabinete
- 4.7 Presupuestos
- 4.8 Bibliografía

5. Etapa 5: Ejecución y seguimiento
- 5.1 Evaluaciones parciales
- 5.2 Control de cambios
- 5.3 Análisis del impacto de cambios

6. Etapa 6: Entrega final
- 6.1 Memoria del trabajo final
- 6.2 Presentación final

Bibliografía:

Lara, E. (2012). Fundamentos de investigación: un enfoque por competencias. Buenos Aires, Argentinz: Alfaomega Grupo Editor

Lewis, J. P. (1995). Planificación, Programación y Control de Proyectos. Guía Práctica para una gestión de Proyectos Eficiente. España: Ediciones S. Barcelona.

McCormac, J. (2004). Topografía. México: Limusa Wiley

Paitan, H. (2014). Metodología de la investigación: cuantitativa - cualitativa y redacción de la tesis. Bogotá: Ediciones de la U

Piquer Chanza, J. (1986). El Proyecto en Ingeniería y Arquitectura. Barcelona, España: CEAC.

Ramírez, J. (2011). Como diseñar una investigación académica. Heredia, Costa Rica: Montes de María Editores

Romero, C. (1991). Técnicas de Programación y Control de Proyectos. Madrid, España: Ediciones Pirámide

Rodriguez, A. (2012). Técnicas cualitativas de investigación. San José, Costa Rica: UCR

Ruiz, H. (2012). Metodología de la investigación. Australia: Cengage Learning

Torres, A. (2001). Topografía. Escuela Colombiana de Ingeniería. Colombia: Pearson Educación.

Yuni, J., & Urbano, C. (2014). Técnicas para investigar: recursos metodológicos para la preparación de proyectos de investigación. Córdoba, Argentina: Editorial Brujas

Métodos y Técnicas de Investigación

UNIDAD ACADÉMICA	Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia
NOMBRE DEL CURSO	Métodos y Técnicas de Investigación
CÓDIGO	TGF426
NIVEL	IV
PERÍODO LECTIVO	II Ciclo
TIPO DE CURSO	Regular
MODALIDAD	Presencial
NATURALEZA	Teórico - Práctico
CRÉDITOS	4
HORAS SEMANALES	11
HORAS PRESENCIALES	3 (2T -1P)
HORAS DE ESTUDIO INDEPENDIENTE	8
HORAS DE ATENCION AL ESTUDIANTE	1
HORAS DOCENTE	3
REQUISITO	Haber aprobado completo el I, II y III año de la carrera
CORREQUISITO	Ninguno
DOCENTE	Manuel Ramírez

Descripción del curso:

Este curso tiene un carácter teórico práctico y brinda los métodos y técnicas fundamentales para la investigación en los campos de la Topografía, Catastro, Geodesia y Geomática. El curso está diseñado para contribuir en la formación integral de los estudiantes en el desarrollo de competencias investigativas. El curso brinda las herramientas básicas de investigación para gestionar, aplicar y transformar información relacionada a problemas complejos, de forma tal que permita estudiar y plantear soluciones viables y sustentables desde el punto de la ingeniería.

La parte práctica del curso tiene como meta desarrollar la investigación como una herramienta que habilita al ingeniero para conocer, analizar y explicar la realidad, transformarla y descubrir áreas de oportunidad en los ámbitos en donde desarrollará su vida profesional y proponer soluciones interdisciplinarias, holísticas y colaborativas con fundamento en la ciencia, la tecnología, la ingeniería, la ética y la sustentabilidad.

Objetivo General:

Preparar al estudiantado para ser autónomo en la adquisición y construcción de conocimientos que fortalezcan su desarrollo profesional, introduciéndolo en el conocimiento, objeto y campo de acción de la metodología científica, mediante el uso de herramientas de investigación aplicados a la elaboración de escritos académicos, producto del desarrollo de la investigación documental y práctica en temáticas de la Topografía, Catastro, Geodesia y Geomática

Objetivos específicos:

Al finalizar el curso el estudiante será capaz de:

1. Dominar los aspectos técnicos y prácticos de la investigación científica en las áreas de la Topografía, Catastro, Geodesia y Geomática mediante la aplicación del proceso de

investigación basado en el método científico logrando reconocer qué métodos y técnicas le permiten dar respuesta a los problemas planteados.

2. Aplicar las técnicas y herramientas para el desarrollo de una investigación con el fin de que sean la base para la solución de problemas de diversa índole, utilizando fuentes de información actual y confiable.

3. Escribir informes de carácter técnico y científicos mediante el uso de normas, de forma que logre mostrar resultados de una forma lógica y clara.

4. Comunicar oralmente los métodos aplicados y los resultados obtenidos de procesos de investigación mediante la utilización de técnicas de comunicación oral para garantizar la correcta trasmisión del conocimiento.

Contenido temático:

1. **Estudio del desarrollo de la profesión y su estado actual.**
   - 1.1 Historia, desarrollo y estado actual de la profesión
   - 1.2 Los ámbitos del desarrollo de la profesión
   - 1.3 Las prácticas predominantes y emergentes de la profesión en el contexto internacional, nacional y local
   - 1.4 Sectores productivos y de servicios del entorno afines a la profesión

2. El proceso de la investigación.
   - 2.1 Conceptos básicos de la investigación
   - 2.2 Identificación de elementos que configuran las teorías (conceptos, definiciones, problemas, hipótesis, abstracciones, reflexiones, explicaciones, postulados, métodos, leyes)
   - 2.3 Tipos de métodos (inductivo, deductivo, analítico, sintético, comparativo, dialéctico, entre otros)
   - 2.4 Conocimiento del proceso de investigación (planteamiento del problema, marco teórico, métodos, resultados)

3. Tipos de investigación.
   - 3.1 Investigación pura y aplicada
   - 3.2 Investigación cualitativa y cuantitativa
   - 3.3 Investigación no experimental, cuasi-experimental y experimental.
   - 3.4 Investigación de campo
   - 3.5 Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

4. Elaboración de un protocolo de Investigación.
   - 4.1 Antecedentes del problema
   - 4.2 Planteamiento del problema
   - 4.3 Objetivos de la investigación: General y específicos
   - 4.4 Formulación de hipótesis o supuestos
   - 4.5 Justificación: Impacto social, tecnológico, económico y ambiental. Viabilidad de la investigación
   - 4.6 Diseño del Marco Teórico
   - 4.7 Bosquejo del método
   - 4.8 Cronograma
   - 4.9 Presupuesto

5. Herramientas de comunicación oral y escrita en la investigación.

- 5.1 Normas y reglas ortográficas y de puntuación
- 5.2 Técnicas de redacción (coherencia, cohesión concordancia, párrafo, conectores, claridad, sencillez y precisión)
- 5.3 Características del lenguaje científico (objetividad, universalidad y verificabilidad)
- 5.4 Tipología de textos Académicos como medios de difusión del conocimiento científico. (Monografía, ensayo, reseñas, reportes. tesis, protocolo e informe de investigación)

6. Gestión de la información para la investigación

- 6.1 Estructura de la Investigación documental
  - 6.1.1 Elección del tema y delimitación
  - 6.1.2 Objetivos generales y específicos
  - 6.1.3 Localización selección y acopio de información de diferentes fuentes
  - 6.1.4 Diseño del esquema de trabajo
  - 6.1.5 Búsqueda de información y toma de notas
  - 6.1.6 Redacción de un borrador
  - 6.1.7 Correcciones
  - 6.1.8 Redacción informe final escrito con aparato crítico
  - 6.1.9 Presentación del informe en forma oral y escrita

7 Ingeniería y solución de problemas

- 7.1 Conceptos
  - 7.1.1 Conocimiento
  - 7.1.2 experiencia
  - 7.1.3 modelo
- 7.2 prototipos
- 7.3 simulación
- 7.4 test
- 7.5 factor de seguridad
- 7.6 control de calidad.
- 7.7 Fuentes
  - 7.7.1 Web of Knowledge
  - 7.7.2 IEEE Xplore
  - 7.7.3 IEEE Computer Society Digital Library
  - 7.7.4 ACM Digital Library
  - 7.7.5 Scopus
  - 7.7.6 DBLP
  - 7.7.7 Google Scholar academic.
  - 7.7.8 Springer Link

8 Estudio de casos

- 1.1 La investigación en la ETCG, pasado, presente y futuro.
- 1.2 Líneas de investigación
  - 1.2.1 Área de la Topografía
  - 1.2.2 Área de la Geodesia
  - 1.2.3 Área de la Fotogrametría
  - 1.2.4 Área de la Geomática
  - 1.2.5 Área del Catastro
  - 1.2.6 Área de Sistemas de Información Geográfica.

1.2.7 Área de avalúos

1.3 Tendencias modernas

1.4 Taller con investigadores, graduados y sector público.

Bibliografía:

Asociación Psicológica Americana. (2002). *Manual de estilo de publicaciones de la American Psychologial Association.* 2ª ed. México: Manual Moderno.

Barrantes, R. (1999). *Investigación: Un camino al conocimiento*. San José: EUNED.

Galindo, J. (1998). *Técnicas de Investigación en Sociedad, cultura y comunicación*. México: Lasna Graffhic. S.A.

Jara, O. (1990). *Investigación Participativa: Una dimensión integrante del proceso de educación popular.* San José: ALFORJA.

Kerlinger, F. (1988). *Investigación del comportamiento. Métodos y técnicas*. Mc Graw Hill: México.

Lara, E. (2012). Fundamentos de investigación: un enfoque por competencias. Buenos Aires, Argentina: Alfaomega Grupo Editor

Paitan, H. (2014). Metodología de la investigación: cuantitativa - cualitativa y redacción de la tesis. Bogotá: Ediciones de la U

Rodríguez, A. (2012). Técnicas cualitativas de investigación. San José, Costa Rica: UCR

Ruiz, H. (2012). Metodología de la investigación. Australia: Cengage Learning

Ruíz, J., & Yizpizua, M. (1989). *La descodificación de la vida cotidiana. Métodos de Investigación Cualitativa.* Bilbao: Publicaciones de la Universidad de Deuso.

Yuni, J., & Urbano, C. (2014). Técnicas para investigar: recursos metodológicos para la preparación de proyectos de investigación. Córdoba, Argentina: Editorial Brujas

Cursos del nivel de Licenciatura

Diseño Geodésico I

UNIDAD ACADÉMICA	Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia
NOMBRE DEL CURSO	Diseño Geodésico I
CÓDIGO	TGF500
NIVEL	V
PERÍODO LECTIVO	I Ciclo
TIPO DE CURSO	Regular - Colegiado
MODALIDAD	Presencial
NATURALEZA	Teórico - Práctico
CRÉDITOS	4
HORAS SEMANALES	11
HORAS PRESENCIALES	7 (3T -4P)
HORAS DE ESTUDIO INDEPENDIENTE	4
HORAS DE ATENCION AL ESTUDIANTE	2
HORAS DOCENTE	7
REQUISITO	Ninguno
CORREQUISITO	Ajuste III
DOCENTE	José Francisco Valverde Calderón, Jorge Moya Zamora

Nota: Este curso es colegiado y será impartido por dos profesores, cada uno con una jornada de un cuarto de tiempo completo (¼ TC)

Descripción del curso:

Este es un curso teórico-práctico que amplía los temas desarrollados en el curso Geodesia Geométrica y permite al estudiantado relacionar lo aprendido en los cursos Ajuste I y Ajuste II con la solución de problemas geodésicos actuales. En el curso se dan las consideraciones teórico-prácticas para el diseño, materialización, medición, ajuste y análisis de redes geodésicas establecidas mediante metodologías de medición satelital y convencional a una escala local, regional y nacional, vinculando la red a un sistema de coordenadas pre-establecido. Esto se logra mediante la realización de prácticas de campo y gabinete donde se ponen en práctica los conceptos desarrollados en el curso.

El curso plantea los conceptos teóricos y prácticos para el establecimiento de redes geodésicas con métodos convencionales y a partir de mediciones satelitales GNSS, considerando aspectos técnicos y económicos, profundizando en las variantes metodológicas disponibles para dar coordenadas a puntos de interés. También se presentan los conceptos asociados a los sistemas de coordenadas usados históricamente en Costa Rica, dando énfasis al marco geodésico de referencia oficial. Finalmente, se presentan y analizan los conceptos para el mantenimiento de redes geodésicas y se introducen los conceptos asociados a redes geodésicas globales y su contribución al establecimiento y mantenimiento del marco geodésico global.

En el componente práctico del curso se desarrollan prácticas de gabinete que conforma la base para las posteriores giras de campo en donde el estudiantado tendrá que realizar mediciones geodésicas utilizando diferente instrumentación geodésica.

Objetivo General:

Desarrollar los conceptos y criterios técnicos fundamentales para el diseño, optimización, materialización, análisis y mantenimiento de redes geodésicas, utilizando como herramienta conceptos de ajuste geodésico y aplicaciones informáticas para el procesamiento de observaciones de la red geodésica.

Objetivos específicos:

Al finalizar el curso el estudiante será capaz de:

1. Establecer redes geodésicas, realizando los procesos de diseño, optimización, análisis y evaluación de las mismas, aplicando criterios técnicos y metodológicos que permiten lograr los requerimientos en cuanto a exactitud.

2. Planificar los trabajos requeridos para el establecimiento de redes geodésicas y su ejecución en campo, mediante el uso de métodos de medición satelital y convencionales, tomando como referencia lo obtenido después de los procesos de diseño y optimización de la red.

3. Efectuar el procesamiento de observaciones GNSS aplicando criterios técnicamente correctos, con el fin de definir las coordenadas de los vértices de la red geodésica.

4. Utilizar de forma adecuada la red geodésica oficial de Costa Rica y otras redes regionales, conociendo su distribución espacial y características técnicas, para su aplicación en proyectos de ingeniería de diversa índole.

5. Proponer soluciones a proyectos de ingeniería mediante el establecimiento de redes geodésicas diseñadas con el fin de satisfacer los requerimientos de un proyecto específico.

Contenido temático:

1. El marco geodésico oficial de Costa Rica y su relación con el establecimiento y densificación de redes geodésicas
- 1.1. Antecedentes históricos
  - 1.1.1. Sistema Lambert y Datum Ocotepeque
  - 1.1.2. Datum CR90 y proyección CRTM90
  - 1.1.3. Datum CR98 y proyección CRTM98
  - 1.1.4. Datum CR05 y proyección CRTM05
- 1.2. Definición
- 1.3. Establecimiento
- 1.4. Densificaciones
- 1.5. Acceso a la información de la red geodésica
- 1.6. Mantenimiento
- 1.7. Instituciones involucradas en el mantenimiento de la red geodésica

2. Diseño y optimización de redes geodésicas
- 2.1. Planteamiento del problema y su relación con el diseño de la red geodésica
- 2.2. Criterios de diseño
- 2.3. Diseño preliminar
- 2.4. Evaluación del diseño preliminar
- 2.5. Criterios de optimización

2.6. Optimización del diseño preliminar
2.7. Definición del diseño definitivo
2.8. Elaboración del plan de medición
2.9. Estimación de costos

3. Amojonamiento y ejecución de la medición

3.1. Reconocimiento de campo
3.2. Amojonamiento
  3.2.1. Normativa para el establecimiento de mojones de red geodésica oficiales
  3.2.2. Estudio de casos asociados a la normativa para el establecimiento de mojones de red geodésica oficiales
  3.2.3. Elementos constructivos y de seguridad
  3.2.4. Tipos de mojones según la aplicación
3.3. Medición y supervisión
  3.3.1. Control de la medición: fichas, bitácoras
  3.3.2. Descarga de los datos y control de calidad de los mismos

4. Procesamiento y ajuste de los datos

4.1. Preparación de los datos para el procesamiento
  4.1.1. Conversión a formato RINEX
4.2. Información adicional requerida para el procesamiento: efemérides precisas, modelos ionosféricos, modelos troposféricos, parámetros de orientación terrestre
4.3. Recolección de los datos de las estaciones de referencia
  4.3.1. Revisión de las coordenadas de las estaciones de referencia
  4.3.2. Actualización a la época de referencia de las coordenadas de las estaciones de referencia
  4.3.3. Aplicación de modelos de velocidades para actualizar las coordenadas de referencia a la época de medición y su uso en Costa Rica
4.4. El cambio del marco de referencia:
  4.4.1. Por variaciones seculares (tectónica de placas)
  4.4.2. Por eventos esporádicos (terremotos)
  4.4.3. Estudio de casos
  4.4.3.1. El terremoto de Maule, Chile de 2010
  4.4.3.2. El terremoto de Sámara, Costa Rica, 2012
  4.4.3.3. Otros casos de estudio
4.5. Soluciones multianuales, soluciones semanales y su uso en Costa Rica
4.6. Estrategias para introducir el marco de referencia en una red geodésica libre
4.7. Procesamiento de las observaciones
  4.7.1. Generación de las líneas base
  4.7.2. Revisión de la información de la medición: alturas y tipos de antena
  4.7.3. Cumplimiento del plan de medición
  4.7.4. Modificaciones en el plan de medición durante el procesamiento
4.8. Ajuste de las observaciones: ajuste libre e introducción del marco de referencia
4.9. Comparación de la solución con el diseño definitivo
4.10. Evaluación de la solución final
4.11. Introducción al uso de series temporales en geodesia
  4.11.1. Definición de serie de tiempo
  4.11.2. Aplicaciones prácticas de series de tiempo en Geodesia

5. Evaluación y mantenimiento de redes geodésicas horizontales

1.1. Revisión del datum

1.2. Mediciones de comprobación y de refuerzo
1.3. Densificaciones a otros ordenes
1.3.1. Normativa en Costa Rica referente a la densificación de la red geodésica
1.4. Conservación y mantenimiento de los monumentos
1.4.1. Normativa en Costa Rica referente a la densificación de la red geodésica
1.4.2. Ejemplos de normativas referentes a la densificación redes geodésicas

6. Redes geodésicas globales
6.1. El poliedro del IGS
6.2. La red del IVS (VLBI), del ILRS y de DORIS
6.3. Definición del Marco de Referencia Global (ITRF)
6.4. Consideraciones para el vínculo con redes mundiales
6.4.1. Acceso a la información de coordenadas
6.4.2. Acceso a los datos de observación
6.5. Software científico para procesamiento de datos GNSS
6.5.1. Bernese
6.5.2. Gamit
6.5.3. Gipsy-Oasis

Bibliografía:

Brockmann, E. (1997). Combination of Solutions for Geodetic and Geodynamic Applications of the Global Positioning System (GPS). Zürich, Institut für Geodäsie und Photogrammetrie, Schweizerischen Geodätischen Kommission.

Costa Rica, Programa de Regularización de Catastro y Registro de Costa Rica (2007). El sistema de referencia CR05 y la proyección Transversal Mercator para Costa Rica. San José: Autor

Dach, R., Hugentobler, U., Fridez, P., & Meindl. M. (Eds.) (2007). Bernese GPS Software Version 5.0- Documentation. Astronomical Institute, University of Berne, 640 p

Hofmann-Wellenhof. B., Lichtenegger, H., & Collins, J. (2001). GPS: Theory and Practice (5° Ed.). Springer- Verlag Wien New York, Austria, 382 p

Hofmann-Wellenhof. B., Lichtenegger, H., & Wasle, E. (2008). GNSS: Global Navigation Satellite Systems: GPS, Glonass, Galileo and More, 1° Edition, SpringerWienNewYork, Austria, 517 p

Lu, Z., Qu, Y., & Qiao, S. (2014). Geodesy: Introduction to Geodetic Datum and Geodetic Systems. Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg

Meyer, T. (2010). Introduction to geometrical and physical geodesy: foundations of geomatics. Redland, Calf.: ESRI Press

Ostini, Luca (2012). Analysis and Quality Assessment of GNSS-Derived Parameter Time Series, University of Bern, Bern.

Petit, G., & Luzum, B. (Eds.) (2010). IERS Conventions.Frankfurt am Main, Germany: Verlag des Bundesamtes für kartographie und Geodäsie.

Schettino, A. (2015). Quantitative Plate Tectonics. Switzerland: Springer International Publishing Switzerland

Xu, G. (Ed) (2010). Sciences of Geodesy -I: Advances and Future Directions. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Germany

Ajuste III

UNIDAD ACADÉMICA	Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia
NOMBRE DEL CURSO	Ajuste III
CÓDIGO	TGF501
NIVEL	V
PERÍODO LECTIVO	I Ciclo
TIPO DE CURSO	Regular
MODALIDAD	Presencial
NATURALEZA	Teórico - Práctico
CRÉDITOS	3
HORAS SEMANALES	8
HORAS PRESENCIALES	3 (1T -2P)
HORAS DE ESTUDIO INDEPENDIENTE	5
HORAS DE ATENCION AL ESTUDIANTE	1
HORAS DOCENTE	3
REQUISITO	Ajuste II
CORREQUISITO	Diseño Geodésico I
DOCENTE	Manuel Ramírez, Jorge Moya

Descripción del curso:

Este curso tiene un carácter teórico-práctico, desarrolla la aplicación de conceptos estadísticos en los trabajos topográficos y geodésicos, así como la formulación matemática del ajuste de observaciones en la variante del ajuste por condicionadas, el caso general del ajuste y el ajuste tridimensional, basados en el principio de mínimos cuadrados de Gauss. El curso complementa el curso Ajuste 1 y Ajuste 2, enfocándose en el cálculo de parámetros de calidad y confiabilidad con el fin de aceptar o rechazar los resultados obtenidos. Adicionalmente se hace una introducción a métodos especiales de ajuste como el ajuste secuencial y el ajuste de cruces; fundamentales para el tratamiento de observaciones GNSS y de otros métodos de observación como datos de altimetría satelital

El componente práctico del curso tiene como meta lograr una mejor comprensión y asimilación del conocimiento por parte del estudiantado, mediante la realización de sesiones prácticas de gabinete. En ellas el estudiantado habrá de identificar las cuestiones teóricas planteadas con anterioridad y resolverá los problemas técnicos y prácticos de una forma experimental, profundizando en el análisis de la calidad de los datos, mediante el cual, se dé solución a un problema concreto. Se utilizan programas de cómputo especializado como MathCad, Matlab, Octave y SCILab.

Objetivo General:

Desarrollar destrezas y habilidades para el ajuste de redes geodésica en 1D, 2D y 3D, aplicando diferentes modelos de ajuste y conceptos estadísticos, para determinar el valor más probable e información estocástica de las incógnitas y observaciones, así como el cálculo de parámetros de calidad y confiabilidad con el fin de valorar la calidad de una red geodésica.

Objetivos específicos:

Al finalizar el curso el estudiante será capaz de:

1. Efectuar el ajuste de un conjunto de observaciones para la determinación del valor más probable de las mismas y su calidad, aplicando el método de ajuste por condicionadas.

2. Analizar los resultados obtenidos tras aplicar un algoritmo de ajuste geodésico, mediante el cálculo de parámetros de calidad y confiabilidad que permiten la aceptación o rechazo de los resultados obtenidos utilizando la estadística matemática

3. Identificar el método más adecuado para el ajuste de un conjunto de observaciones e incógnitas para la determinación del valor más probable de las mismas a partir del análisis del problema a resolver.

4. Ajustar una red conformada por observaciones convencionales y GPS mediante la aplicación de técnicas de ajuste que permiten el equilibrio de los pesos, la consideración de las correlaciones de los conjuntos de observaciones, para determinar las coordenadas ajustadas de la red.

5. Conocer los principios del ajuste secuencial y el ajuste de cruces en la solución de problemas geodésicos mediante el estudio de los diferentes algoritmos que los fundamentan.

Contenido temático:

1. Análisis de resultados del ajuste
- 1.1. Test global
- 1.2. Test de errores groseros
- 1.3. Parámetros de exactitud
- 1.4. Parámetros de confiabilidad

2. Ajuste de observaciones condicionadas
- 2.1. Ecuaciones de condición de ángulos
- 2.2. Ecuaciones de condición de lados
- 2.3. Modelo matemático y algoritmo
- 2.4. Linealización de funciones
- 2.5. Matrices de varianza de resultados ajustados

3. Caso general de ajuste
- 3.1. Planteamiento matemático
- 3.2. Generalidades y aplicaciones

4. **Modelo de ajuste de observaciones correlativas**
- 4.1. Concepto de correlación
- 4.2. Tipos de correlación
- 4.3. Efecto de la correlación en los resultados
- 4.4. Ajuste de observaciones correlativas

5. Combinación de observaciones convencionales y GPS
- 5.1. Consideraciones
- 5.2. Algoritmo de cálculo
- 5.3. Aplicaciones

6. Ajuste tridimensional

6.1. Consideraciones
6.2. Algoritmo de cálculo
6.3. Aplicaciones

7. Principios del ajuste de redes GPS
7.1. Cálculo de vectores
7.2. Definición de vectores independientes
7.3. Algoritmo de ajuste
7.4. Consideraciones acerca de la exactitud

8. Otros casos de ajuste
8.1. Ajuste secuencial
8.2. Ajuste de cruces
8.3. Ajuste total
8.4. Colocación por mínimos cuadrados

Bibliografía:

Awange, J. (2010). Algebraic geodesy and geoinformatics. Berlin: Springer

Caspary, W.F. (1987). Concepts of Network and deformation analysis. Monograph 11, School of Surveying, The University of New South Wales, Kensington, N.S.W, Australia

Hofmann-Wellenhof. B., Lichtenegger, H., & Wasle., E. (2008). GNSS: Global Navigation Satellite Systems: GPS, Glonass, Galileo and More, (1ra Ed), Austria: *Springer Wien NewYork*

Leick, A. (2004). GPS Satellite Surveying. New Jersey, United States of America: John Wiley & Sons, Inc.

Serpas, J. (2004). Gravimetría Aérea para la determinación del geoide local. *Uniciencia*, *21 (1)*, 165-176

Teunissen, P.G.J. (2003). Adjustment Theory: an introduction. Delf University of Technology. Delft, The Netherlands

Teunissen, P.G.J. (2003). Network quality Control. Delf University of Technology, Delft, The Netherlands

Teunissen, P.G.J. (2006). Testing Theory: an introduction. Delf University of Technology, Delft, The Netherlands

Wright, T. (2011). The adjustment of observations by the method of least squares with applications to geodetic work. New York: D. Van Nostrand

Geodesia Física

UNIDAD ACADÉMICA	Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia
NOMBRE DEL CURSO	Geodesia Física
CÓDIGO	TGF502
NIVEL	V
PERÍODO LECTIVO	I Ciclo
TIPO DE CURSO	Regular
MODALIDAD	Presencial
NATURALEZA	Teórico - Práctico
CRÉDITOS	4
HORAS SEMANALES	11
HORAS PRESENCIALES	3 (2T -1P)
HORAS DE ESTUDIO INDEPENDIENTE	8
HORAS DE ATENCION AL ESTUDIANTE	2
HORAS DOCENTE	3
REQUISITO	Geodesia Geométrica
CORREQUISITO	Ninguno
DOCENTE	José Francisco Valverde Calderón, Jorge Moya Zamora

Descripción del curso:

Este es un curso teórico-práctico donde se proporcionan los conceptos fundamentales referentes al estudio, modelado y representación del campo de gravedad de la Tierra, mostrando las propiedades del campo de gravedad real y las variaciones temporales del mismo, las características del campo de gravedad normal (teórico), así también como el cálculo e interpretación de anomalías de gravedad. Se introducen los conceptos para el establecimiento y validación de modelos geoidales o cuasi-geoidales y se enseñan los conceptos físicos y matemáticos requeridos para cumplir con los fines del curso.

Se complementa esta temática mostrando los conceptos modernos referentes al establecimiento de sistemas de alturas, los cuales proveen de la base conceptual para la modernización de los sistemas de alturas clásicos y su compatibilización con el marco de referencia geométrico global. Estos conceptos permiten forjar la base conceptual de la geodesia moderna y sus aplicaciones, especialmente en relación con la geodesia satelital.

La parte práctica del curso tiene como meta lograr una mejor comprensión y asimilación del conocimiento por parte del estudiantado, mediante la realización de sesiones prácticas de gabinete. En ellas, el estudiantado podrá identificar cuestiones teóricas planteadas con anterioridad y resolverá problemas prácticos de una forma experimental utilizando herramientas de cómputo específicas para la temática del curso.

Objetivo General:

Desarrollar los conceptos y criterios técnicos fundamentales para la determinación, análisis y modelado del campo de gravedad de la Tierra, generando así la base conceptual que permite la representación de la verdadera forma de la Tierra a partir del cálculo y uso de modelos geoidales

Objetivos específicos:

Al finalizar el curso el estudiante será capaz de:

1. Modelar el campo de gravedad de la Tierra, aspecto fundamental para el estudio y determinación de la forma real de la Tierra aplicando métodos y teorías de la Física y la Matemática.

2. Generar modelos geoidales locales o regionales, aplicando las teorías modernas para este fin, utilizando datos de misiones satelitales y datos de gravimetría de alta resolución.

3. Establecer sistemas de altura a un nivel nacional o regional con significado físico mediante el cálculo de números geopotenciales y la posterior conversión de estos a una altura, con el fin de definir una superficie de referencia para determinar la altura de puntos de interés.

4. Utilizar información obtenida de misiones satelitales como GRACE, CHAMP y GOCE para el estudio del campo de gravedad de la Tierra, la determinación de sus variaciones temporales y el cálculo del geoide mediante el uso de productos derivados de estas misiones.

Contenido temático:

1. Introducción
- 1.1. Antecedentes históricos
- 1.2. Importancia de la determinación del campo de gravedad terrestre

2. Elementos de Geodesia Física
- 2.1. Teoría del potencial
- 2.2. Atracción y potencial
- 2.3. Potencial de un cuerpo sólido, una esfera, de un cascaron esférico y de un cilindro
- 2.4. Concepto físico de campo
- 2.5. Ecuación de Poisson y ecuación de Laplace
- 2.6. Solución de la ecuación de Laplace
- 2.7. Funciones armónicas
- 2.8. Funciones de Legendre, Polinomios de Legendre y coeficientes armónicos esféricos
  - 2.8.1. Armónicos esféricos sectoriales, teserales y zonales
  - 2.8.2. Representación gráfica de los Polinomios de Legendre
- 2.9. Normalización de las funciones armónicas esféricas
- 2.10. Interpretación de los coeficientes armónicos esféricos de grado bajo
- 2.11. Problemas de valores de frontera
  - 2.11.1. Problemas de valores de frontera geodésicos
- 2.12. Momentos de inercia de la Tierra

3. Campo de gravedad de la Tierra y sus anomalías
- 3.1. Concepto de gravedad
- 3.2. Superficies de nivel y la línea de plomada
- 3.3. Curvatura de las superficies de nivel y la línea de plomada
- 3.4. Sistema de coordenadas naturales
- 3.5. Potencial de gravedad real y potencial de gravedad normal
  - 3.5.1. El potencial real de la Tierra en termino de armónicos esféricos
- 3.6. El campo de gravedad normal: el elipsoide normal y la fórmula de Stokes
- 3.7. Teorema de Clairaut
- 3.8. Cálculo de la gravedad normal en la superficie del elipsoide: la fórmula de Somigliana y desarrollos en serie

3.9. Cálculo de la gravedad normal para una altura h
3.10. Potencial anómalo de la Tierra
3.11. Anomalías de gravedad
3.12. Variaciones temporales en el campo de gravedad de la Tierra.

4. Determinación del geoide y cuasi-geoide

4.1. Ecuación de Bruns
4.2. Ecuación fundamental de la Geodesia Física
4.3. La teoría de Stokes para la determinación del Geoide
4.4. La teoría de Molodensky para la determinación del Cuasi-Geoide
4.5. Reducciones y correcciones de gravedad
  4.5.1. Razones del porque hay que reducir la gravedad
  4.5.2. Reducción de aire libre
  4.5.3. Reducción de Bouguer
  4.5.4. Reducción de Poincare y Prey
  4.5.5. Corrección de terreno
4.6. Teoría de la Isostasia
  4.6.1. Enfoque de Pratt-Hayford
  4.6.2. Enfoque de Airy-Heiskannen
4.7. Reducciones isostáticas y su interpretación
4.8. Métodos de condensación de Helmert
4.9. El método remove - restore
4.10. Efecto indirecto en la determinación del geoide
4.11. Uso de la transformada rápida de Fourier en el cálculo de modelos geoidales

5. Sistemas de alturas

5.1. Relación entre la nivelación geodésica y el campo de gravedad terrestre
5.2. Números geopotenciales
  5.2.1. Características
  5.2.2. Cálculo
  5.2.3. Importancia de los números geopotenciales para el establecimiento de los modernos sistemas de alturas
5.3. Alturas dinámicas
  5.3.1. Características
  5.3.2. Cálculo
5.4. Alturas ortométricas
  5.4.1. Características
  5.4.2. Cálculo
  5.4.3. Hipótesis para la reducción de la gravedad observada al geoide
  5.4.4. Consecuencia de la formulación de la hipótesis en el cálculo del geoide: determinación de co-geoides
5.5. Alturas normales
  5.5.1. Características
  5.5.2. Cálculo
5.6. Análisis comparativo de los diferentes sistemas de alturas
5.7. Nivelación GPS
  5.7.1. Características
  5.7.2. Requerimientos metodológicos
  5.7.3. Exactitudes alcanzables
  5.7.4. Fuentes de error

6. Modelos de geoide globales y regionales

6.1. Misiones satelitales para la determinación de modelo geoidales: GRACE, CHAMP, GOCE
  6.1.1. Fundamentos de la gravimetría satelital
  6.1.2. Introducción a la Gradiometria
  6.1.3. Características de la misión GRACE
  6.1.4. Características de la misión GOCE
  6.1.5. Características de la misión CHAMP
6.2. Gravimetría Aerotransportada
  6.2.1. Fundamentos
  6.2.2. Requerimientos instruméntales
  6.2.3. Aplicaciones
6.3. Modelos globales EGM96 y EMG08
6.4. Modelo CARIB97
6.5. Modelos de geoide derivados de misiones satelitales: familia de las EIGEN y otros
6.6. Aplicaciones de los modelos geoidales en geodesia y geofísica

Bibliografía

Hofmann-Wellenhof, B., & Moritz, H. (2005). Physical Geodesy. 1° Edition, SpringerWienNewYork, Austria, 403 p

Lowrie, W. (2011). A student´s guide to Geophysical Equations. Cambridge University Press. New York, United States of America

Mertikas, S. (2010). Gravity, geoid and earth observation. Berlin: Springer

Sanso., F & Sideris, M. (2013). Geoid Determination: Theory and Methods. Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg

Serpas, J. (2004). Gravimetría Aérea para la determinación del geoide local. *Uniciencia*, *21 (1)*, 165-176

Serpas, J. (2004). The downward continuation of the disturbing potential based on Poisson´s Integral. *Uniciencia*, *21 (1)*, 157-164

Torge, W. (2008). Gravimetry. De Gruyter. Berlin-New York

Xu. G. (2007). Theory, Algorithms and Applications. Alemania: Springer Berlin Heidelberg

Cartografía Matemática

UNIDAD ACADÉMICA	Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia
NOMBRE DEL CURSO	Cartografía Matemática
CÓDIGO	TGF503
NIVEL	V
PERÍODO LECTIVO	I Ciclo
TIPO DE CURSO	Regular
MODALIDAD	Presencial
NATURALEZA	Teórico - Práctico
CRÉDITOS	4
HORAS SEMANALES	11
HORAS PRESENCIALES	3 (2T -1P)
HORAS DE ESTUDIO INDEPENDIENTE	8
HORAS DE ATENCION AL ESTUDIANTE	1
HORAS DOCENTE	3
REQUISITO	Geodesia Geométrica
CORREQUISITO	Ninguno
DOCENTE	Jorge Moya Zamora, Esteban Mora Vargas

Descripción del curso:

Este es un curso teórico-práctico donde se desarrollan los conceptos matemáticos fundamentales de las proyecciones geodésicas considerando el elipsoide como la superficie de referencia y las funciones generales de proyección, considerando la influencia de las deformaciones en escala, área y forma que sufren los objetos originales una vez que han sido proyectados a diferentes planos. Se brinda la descripción matemática y aplicación de las proyecciones geodésicas equidistantes y equivalentes, poniendo especial interés en las proyecciones geodésicas conformes de Lambert y Gauss Krüger cuyas características técnicas les permite ser usadas mayormente como cartas oficiales en los países.

Con este antecedente conceptual, se procede a efectuar el estudio de las proyecciones geodésicas conformes que se han usado en Costa Rica, fundamentalmente la dual proyección cónica de Lambert y las posteriores adaptaciones de la proyección Transversa de Mercator denominadas como CRTM. Finalmente, se estudian los métodos para considerar la influencia del datum sobre las proyecciones geodésicas. Con estas herramientas, el estudiantado podrá plantear diferentes sistemas de proyección cartográficos para proyectos de distinta índole a través del uso de criterios técnicos y metodologías desde un punto de vista geodésico – matemático. En el componente práctico del curso, se desarrollan sesiones de gabinete en donde el estudiantado aplica los conceptos teóricos para la solución de problemas relacionados con las proyecciones geodésicas, la transformación de coordenadas y la automatización de procesos.

Objetivo general:

Desarrollar las destrezas y habilidades y conceptos matemáticos fundamentales para la representación de la superficie terrestre mediante las técnicas de la cartografía matemática, utilizando proyecciones geodésicas tomando en cuenta las distorsiones, área de cobertura y la finalidad de la cartografía

Objetivos Específicos:

Al finalizar el curso el estudiante será capaz de:

1. Aplicar los fundamentos matemáticos de las proyecciones geodésicas considerando en su desarrollo la influencia de las distorsiones, para el establecimiento de proyecciones equidistantes, equivalentes y conformes, logrando así la representación de la Tierra u objetos de interés en un plano.

2. Conocer las características de la proyección Lambert y Gauss-Krüger, a través del estudio de su fundamentación matemática, utilizando de forma correcta las dos proyecciones geodésicas conformes de aplicación oficial en Costa Rica

3. Utilizar las diferentes proyecciones cartográficas que han sido usadas en Costa Rica, mediante el análisis de las diferentes variantes y el estudio de la influencia de los distintos datum, logrando la transformación entre los diferentes sistemas

4. Participar en proyectos para la implementación o desarrollo de nuevos sistemas de proyección, mediante el análisis de necesidades y finalidades de la cartografía para un país o región basándose en criterios técnicos y estándares, geodésicos y matemáticos que brinda la Cartografía Matemática

5. Automatizar los procesos de transformaciones entre diferentes proyecciones y diferentes datum, mediante el uso de herramientas informáticas y algoritmos como la transformación de Helmert y la transformación polinómica, para reducir costos y tiempo de ejecución.

Contenido temático:

1. Fundamentos matemáticos de las proyecciones geodésicas.
- 1.1. Funciones generales de proyección.
- 1.2. Elementos de arco.
- 1.3. Distorsiones en las proyecciones.
- 1.4. Relación afín entre superficies.
- 1.5. Proyecciones equidistantes.
- 1.6. Proyecciones equivalentes.
- 1.7. Proyecciones conformes. Isometría.
- 1.8. Redes isométricas.
- 1.9. Influencia de las distorsiones.

2. Proyecciones geodésicas conformes.
- 2.1. Cónica secante de Lambert.
- 2.2. Transversa de Mercator.
- 2.3. Sistema Gauss-Krüger.
- 2.4. Sistema UTM.
- 2.5. Casos de estudio
  - 2.5.1.Latinoamérica
  - 2.5.2.Europa
  - 2.5.3.Asia
  - 2.5.4.Australia
  - 2.5.5.Norte América

3. Proyecciones conformes usadas en Costa Rica.
- 3.1. Proyección Lambert

3.2. Proyecciones CRTM.
3.3. Influencia del datum sobre las coordenadas cartográficas
3.4. Transformación semejante de Helmert.
3.5. Transformación polinómica

4. Determinación de parámetros de transformación
4.1. Algoritmo de ajuste
4.2. Análisis de resultados
4.3. Test estadísticos para la validación de los resultados

5. Herramientas para la automatización de transformación y proyección cartográfica.
5.1. Programas varios para la transformación de coordenadas
5.2. Programas varios para la proyección cartográfica: SIG, CAD, Mathcad, MatLab

Bibliografía

Arthur, A. (2011). Maths for map makers. Scotland, UK: Whittles Publishing

Bandrova, T., Konecny, M., & Zlatanova, S. (2014). Thematic Cartography for the Society. Switzerland: Springer

Costa Rica, Programa de Regularización de Catastro y Registro de Costa Rica (2007). El sistema de referencia CR05 y la proyección Transversal Mercator para Costa Rica. San José

Grafarend, E., You, R., & Syffus, R. (2014). Map Projections: Cartographic Information Systems. Alemania: Springer-Verlag Berlin Heidelberg

Hofmann-Wellenhof. B., Lichtenegger, H., & Wasle., E. (2008). GNSS: Global Navigation Satellite Systems: GPS, Glonass, Galileo and More, (1ra Ed), Austria: *Springer Wien NewYork*

Liebenberg, E., Collier, P., & Török, Z. (2014). History of Cartography. Alemania: Springer-Verlag Berlin Heidelberg

Moreno, S. (2011). Fundamentos de cartografía matemática. España: Editorial Universitat Politècnica de València

Sherman, G. (2012). The geospatial desktop: open source GIS and mapping. Canada: Locate Press

Smith, M., Paron, P., & Griffiths, J. (2011). Geomorphological mapping: methods and applications. Amsterdam: Elsevier

Proyecto de Graduación

UNIDAD ACADÉMICA	Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia
NOMBRE DEL CURSO	Proyecto de Graduación
CÓDIGO	TGF504
NIVEL	V
PERÍODO LECTIVO	I Ciclo
TIPO DE CURSO	Regular
MODALIDAD	Presencial
NATURALEZA	Teórico - Práctico
CRÉDITOS	3
HORAS SEMANALES	8
HORAS PRESENCIALES	3 (2T -1P)
HORAS DE ESTUDIO INDEPENDIENTE	5
HORAS DE ATENCION AL ESTUDIANTE	1
HORAS DOCENTE	3
REQUISITO	Métodos y Técnicas de Investigación
CORREQUISITO	Ninguno
DOCENTE	Manuel Ramírez

Descripción del curso:

El curso tiene un carácter teórico práctico donde se dota al estudiante de los conocimientos y habilidades necesarias para definir, documentar y presentar su trabajo final de graduación de forma exitosa. En el curso se presentan las normas y reglamentos que rigen los trabajos de graduación dentro de la Universidad Nacional. Además, el curso le presenta al estudiantado las técnicas de investigación necesarias para iniciar su proyecto de graduación. El estudiantado con el apoyo del profesor define un tema, la modalidad y la metodología adecuada para la elaboración del anteproyecto del Trabajo Final de Graduación.

Objetivo general:

Brindar al estudiantado los conceptos y técnicas que le permitan definir, desarrollar y presentar el anteproyecto de Trabajo de Graduación, bajo las normas y reglamentos que exige la Universidad Nacional y la Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia con el fin de que pueda obtener el título de Licenciado en Ingeniería en Topografía y Geodesia

Objetivos Específicos:

Al finalizar el curso el estudiante será capaz de:

1. Conocer la normativa y reglamentos vigentes que rigen los proyectos de graduación en la Universidad Nacional para proponer a través del anteproyecto, su Trabajo Final de Graduación, para optar por el grado de licenciado en Ingeniería en Topografía y Geodesia.

2. Elaborar el anteproyecto de su Trabajo Final de Graduación, aplicando metodologías de investigación y la normativa vigente con el fin de cumplir con el requisito parcial para optar por el grado de licenciado en Ingeniería en Topografía y Geodesia.

3. Planificar el desarrollo de su proyecto de Trabajo Final de Graduación, mediante la identificación de las actividades, costos, materiales y equipos necesarios para cumplir los

objetivos del proyecto, de forma que cumpla con los plazos y los requisitos que establece la Universidad Nacional.

4. Presentar los resultados de su Trabajo Final de Graduación de forma oral en la defensa pública aplicando técnicas de comunicación oral y material de apoyo para transmitir el conocimiento de forma clara y concisa.

Contenido temático:

1. Introducción
- 1.1. Descripción del curso
- 1.2. Objetivos del curso
- 1.3. Metodología de desarrollo del curso.
- 1.4. Estrategia de evaluación
- 1.5. Definición de fechas importantes.

2. Conceptos fundamentales
- 2.1. El Proyecto de Graduación, su definición e importancia.
- 2.2. Modalidades del proyecto de graduación
- 2.3. Reglamentos y normas del Proyecto de Graduación.
- 2.4. Técnicas de investigación
- 2.5. Derechos de autor
- 2.6. Definición de trabajo Inédito.
- 2.7. La elección de tema de investigación
  - 2.7.1. Campo de investigación
  - 2.7.2. Duración
  - 2.7.3. complejidad
  - 2.7.4. costos
- 2.8. Análisis de casos

3. Normas y Reglamentos
- 3.1. El Reglamento de proyectos de Graduación.
  - 3.1.1. Presentación del reglamento
  - 3.1.2. Análisis del reglamento
  - 3.1.3. discusión del reglamento
  - 3.1.4. Análisis de casos.
- 3.2. Normas
  - 3.2.1. Referencias bibliográficas
  - 3.2.2. Citas bibliográficas
  - 3.2.3. Notas a pie de pagina
  - 3.2.4. Norma APA

4. Desarrollo del anteproyecto
- 4.1. Que es el anteproyecto.
- 4.2. Selección del tema a desarrollar.
- 4.3. Estructura del documento del anteproyecto.
  - 4.3.1. Justificación
  - 4.3.2. Definir metas
  - 4.3.3. Definir los objetivos
  - 4.3.4. Definir productos
  - 4.3.5. Definir actividades

4.3.6. Definir costos.
4.4. Análisis de anteproyecto.
4.5. Análisis de casos.

5. Técnicas de investigación
5.1. Definición de investigar
5.2. Propósito de la investigación
5.3. La investigación en el proceso del trabajo de graduación.
5.4. Técnicas para la investigación.
5.5. Técnicas para la documentación.

6. Presentación del proyecto de Graduación
6.1. Documentos finales
6.2. Presentación oral y pública

Bibliografía

American Psychological Association. (6th ed). (2009). Publication manual of the American Psychological Association. Washington, DC: American Psychological Association.

Domínguez Granados, J. B. (2007). Dinámica de Tesis. Perú: Ediciones de la Universidad Los Ángeles de Chimbote Jirón Leoncio Prado.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P., (2008). Metodología de la Investigación. México: McGraw-Hill Interamericana.

Lara, E. (2012). Fundamentos de investigación: un enfoque por competencias. Buenos Aires, Argentinz: Alfaomega Grupo Editor

Pacheco, A., & Flores, L. (2003). La investigación como proceso de construcción del conocimiento. Costa Rica: Editorial de la Universidad Nacional

Paitan, H. (2014). Metodología de la investigación: cuantitativa - cualitativa y redacción de la tesis. Bogotá: Ediciones de la U

Ramírez, J. (2011). Como diseñar una investigación académica. Heredia, Costa Rica: Montes de María Editores

Rodríguez, A. (2012). Técnicas cualitativas de investigación. San José, Costa Rica: UCR

Ruiz, H. (2012). Metodología de la investigación. Australia: Cengage Learning

Diseño Geodésico II

UNIDAD ACADÉMICA	Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia
NOMBRE DEL CURSO	Diseño Geodésico II
CÓDIGO	TGF505
NIVEL	V
PERÍODO LECTIVO	II Ciclo
TIPO DE CURSO	Regular - Colegiado
MODALIDAD	Presencial
NATURALEZA	Teórico - Práctico
CRÉDITOS	4
HORAS SEMANALES	11
HORAS PRESENCIALES	7 (3T -4P)
HORAS DE ESTUDIO INDEPENDIENTE	4
HORAS DE ATENCION AL ESTUDIANTE	2
HORAS DOCENTE	7
REQUISITO	Diseño Geodésico I
CORREQUISITO	Ninguno
DOCENTE	José Francisco Valverde Calderón, Jorge Moya Zamora

Nota: Este curso es colegiado y será impartido por dos profesores, cada uno con una jornada de un cuarto de tiempo completo (¼ TC)

Descripción del curso:

Este es un curso teórico-práctico que amplia y continua los temas desarrollados en los cursos de Geodesia Física y Diseño Geodésico I. Se retoman los conceptos relacionados con los sistemas de alturas, la generación de modelos geoidales (cuasi-geoidales), además se desarrollan los aspectos fundamentales para efectuar mediciones gravimétricas con fines geodésicos y geofísicos, a través de la explicación de los conceptos teóricos y la elaboración de prácticas de campo.

El curso plantea los criterios técnicos y prácticos para el establecimiento de redes geodésicas verticales, considerando la relación con el marco de referencia geométrico, a través de la combinación de datos de nivelaciones (en cualquiera de sus variantes metodológicas), mediciones gravimétricas y metodologías GNSS. Además, se presentan los conceptos referentes al establecimiento y adopción de un marco de referencia vertical global en Costa Rica.

Se describen y analizan los criterios técnicos y logísticos para la evaluación del diseño de redes geodésicas, optimización, y la materialización, se describen también los aspectos de la supervisión de las campañas de medición, además del procesamiento, ajuste y evaluación de resultados.

Finalmente, se presentan y analizan los conceptos para el estudio de deformaciones por métodos geodésicos sobre objetos naturales y artificiales, así también como los criterios para los trabajos de replanteo que requieren de alta precisión.

En el componente práctico del curso se realizan giras de campo en las cuales se plasman los aspectos prácticos de los temas desarrollados en clase. Se utilizan instrumentos geodésicos como el Gravímetro, receptores GNSS, niveles de precisión, entre otros. Los estudiantes diseñan

y planifican la logística de las campañas de medición, que luego se realizan en las prácticas de campo que generalmente son fuera del campus de la UNA.

Objetivo General:

Desarrollar los conceptos y criterios técnicos fundamentales para el diseño, optimización, materialización y análisis de redes geodésicas verticales, horizontales, la combinación de ambas y gravimétricas, tomando en cuenta los fines y cobertura de las mismas, además de su aplicación en el campo del monitoreo y análisis de deformaciones y replanteo de precisión.

Objetivos específicos:

Al finalizar el curso el estudiante será capaz de:

1. Realizar el diseño, optimización y análisis de redes geodésicas verticales, utilizando criterios técnicos y metodológicos que permiten el cumplimiento de los requerimientos en cuanto a exactitud acordes a la finalidad de las mismas.

2. Realizar los procesos de diseño, medición y ajuste de redes gravimétricas, utilizando criterios técnicos y metodológicos la determinación del valor más probable del componente de gravedad en cada estación que conforma la red.

3. Utilizar de forma adecuada la red geodésica vertical de Costa Rica y otras redes regionales, conociendo su distribución espacial y características técnicas, para su aplicación en proyectos de ingeniería de diversa índole.

4. Ejecutar procesos de monitoreo y análisis de deformaciones, mediante la utilización de redes geodésicas, para la detección de los cambios en la posición, forma y tamaño de objetos naturales y artificiales como lo son represas, túneles, edificios, carreteras, cerros o volcanes y fallas geológicas, entre otros.

5. Ejecutar procesos de replanteo de precisión utilizando criterios técnicos y metodologías geodésicas, materializando en el campo puntos de interés en proyectos de ingeniería campo puntos de interés en proyectos de ingeniería, además de aplicar su posterior control.

Contenido temático:

1. Gravimetría
   - 1.1. Antecedentes Históricos
   - 1.2. Conceptos fundamentales
   - 1.3. Métodos para la determinación de la gravedad: métodos absolutos y métodos relativos
   - 1.4. Gravímetros absolutos y relativos
   - 1.5. Mediciones gravimétricas: redes gravimétricas y fuentes de error en la medición gravimétrica
   - 1.6. Correcciones y reducción aplicadas a las observaciones gravimétricas para el cálculo del geoide y trabajos geofísicos
   - 1.7. Ajuste de redes gravimétricas
   - 1.8. Cambios temporales en el campo de gravedad de la Tierra.
   - 1.9. Interpretación de mapas de anomalías de gravedad
   - 1.10. Aplicaciones de la gravimetría en Geodesia

1.11. Gravimetría en Costa Rica

2. Redes geodésicas verticales regionales

2.1. Amojonamiento y configuración
2.2. Datum vertical clásico
2.3. Datum vertical moderno (VTRF)
2.4. Sistemas de alturas: Alturas ortométricas, alturas normales
2.5. Relación entre el ITRF y el VTRF
2.6. Datum vertical de Costa Rica
2.7. Implicaciones de la definición de un datum vertical global en Costa Rica

3. Evaluación y mantenimiento de redes verticales regionales

3.1. Revisión del cero altimétrico
3.2. Mediciones de refuerzo
3.3. Densificación
3.4. Mantenimiento de la red

4. Redes altimétricas geodésicas locales

4.1. Criterios para el diseño de redes altimétricas
4.2. Planteamiento del problema
4.3. Criterios de optimización
4.4. Establecimiento del diseño preliminar
4.5. Evaluación del diseño preliminar
4.6. Diseño definitivo
4.7. Materialización de redes verticales
4.8. Relación entre las observaciones gravimétricas y la nivelación
4.9. Nivelación de precisión: requerimientos instrumentales y consideraciones metodológicas

5. Determinación de deformaciones en objetos naturales y artificiales

5.1. Fundamentos para el estudio de deformación por métodos geodésicos
5.2. Modelos de deformación
5.3. Determinación de deformaciones por métodos geodésicos
  5.3.1. Método gráfico
  5.3.2. Método simple
  5.3.3. El test de congruencia global
5.4. Estudios de deformación en volcanes
5.5. Estudios de deformación en fallas geológicas
5.6. Estudio de deformación de placas tectónicas
5.7. Control de maquinaria industrial
5.8. Determinación de deformaciones en estructuras y otros elementos
  5.8.1. Puentes
  5.8.2. Represas
  5.8.3. Túneles
  5.8.4. Minas
5.9. Tecnologías modernas para efectuar estudios de deformación
  5.9.1. Sistemas GNSS en tiempo real
  5.9.2. Combinación de sistemas topográficos convencionales y GNSS
  5.9.3. Escaners
  5.9.4. Ejemplos

6. Replanteo de precisión horizontal y vertical

6.1. Planteamiento del problema
6.2. Diseño del apoyo
6.3. Controles durante el replanteo

Bibliografía:

Caspary, W.F. (1987). Concepts of network and deformation analysis. Australia: University of New South Wales.

Lu, Z., Qu, Y., Qiao, S. (2014). Geodesy: Introduction to Geodetic Datum and Geodetic Systems. Berlin:Springer Berlin Heidelberg.

Mallick, K., Vasanthi, A., Sharma K. K. (2012). Bouguer Gravity Regional and Residual Separation: Application to Geology and Environment. Netherlands: Springer

Marti, U. (Ed). (2012). Gravity, Geoid and Height Systems. Proceedings of the IAG Symposium GGHS2012, October 9-12, 2012. USA: Springer International Publishing

Meyer, T. (2010). Introduction to geometrical and physical geodesy: foundations of geomatics. Redland, Calf. : ESRI Press

Petit, G. & Luzum, B. (Eds.) (2010). IERS Conventions.Frankfurt am Main, Germany: Verlag des Bundesamtes für kartographie und Geodäsie.

Rebischung. P., Griffiths, J., Ray. J., Schimd. R., Collilieux. X., Garayt, B. (2011). IGS08: the IGS realization of ITRF2008, GPS Solutions, 16, 483–494, doi: 10.1007/s10291-011-0248-2

Segall, P. (2010). Earthquake and volcano deformation. Princeton, N.J.: Princeton University Press.

Torge W. (2012). Geodesy (4a. ed). Berlín: De Gruyter.

Xu, G. (Ed) (2010). Sciences of Geodesy -I: Advances and Future Directions. Germany: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Geofísica

UNIDAD ACADÉMICA	Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia
NOMBRE DEL CURSO	Geofísica
CÓDIGO	TGF506
NIVEL	V
PERÍODO LECTIVO	II Ciclo
TIPO DE CURSO	Regular
MODALIDAD	Presencial
NATURALEZA	Teórico - Práctico
CRÉDITOS	3
HORAS SEMANALES	8
HORAS PRESENCIALES	3 (2T - 1P)
HORAS DE ESTUDIO INDEPENDIENTE	5
HORAS DE ATENCION AL ESTUDIANTE	1
HORAS DOCENTE	3
REQUISITO	Ninguno
CORREQUISITO	Diseño Geodésico II
DOCENTE	Franklin de Obaldía Valdés, José Francisco Valverde Calderón

Descripción del curso:

La Geofísica es la ciencia que se encarga del estudio de la Tierra desde la perspectiva de la Física, abarca los fenómenos relacionados con la estructura, condiciones físicas e historia evolutiva de misma. La Geofísica emplea mediciones físicas y modelos físico-matemáticos para explorar, analizar y comprender la estructura y dinámica del Planeta, incluyendo su interior, el océano y la atmósfera. Este curso desarrolla la geofísica y su aplicación en la Geodesia.

El curso presenta los conceptos y las generalidades de las ciencias de la Tierra, iniciando con la tectónica de placas, un estudio de la litosfera y características geológicas para introducir al estudiantado con los métodos geofísicos y su aplicación a la geodesia.

Se estudia la gravimetría con aplicación en la Geofísica y su campo de acción en general, considerando su aplicación en trabajos geofísicos y geodésicos, así como las reducciones requeridas para trabajar con las observaciones efectuadas; se mencionan otros métodos geofísicos como el magnético. Se introducen los conceptos generales del campo de la sismología, estudiándola primero como ciencia y luego como método de prospección.

El curso aborda la física de la atmósfera y sus efectos en las mediciones con métodos satelitales de posicionamiento y por último, se estudia las mareas, tanto su origen, medición y variaciones.

Objetivo general:

Comprender la estructura y dinámica de la Tierra, incluyendo su interior, el océano y la atmósfera y como estos elementos se relacionan con la Geodesia, permitiendo la generación de metodologías y modelos matemáticos más acordes a la realidad que lleven a mejorar los resultados obtenidos dentro de los trabajos geodésicos a una escala local, regional o global.

Objetivos específicos:

Al finalizar el curso el estudiante será capaz de:

1. Identificar el efecto de las capas de la atmosfera en las mediciones geodésicas, mediante el estudio de las propiedades físicas y químicas de la troposfera y la ionosfera, con el fin minimizar su efecto en los resultados obtenidos.

2. Identificar los efectos de las mareas en el establecimiento del datum vertical, mediante el estudio de su origen y modelamiento, con el fin de reducir sus impactos en los resultados.

3. Aplicar la tecnología GNSS como herramienta para la generación de modelos de ionosfera, mediante el procesamiento y análisis de datos GNSS en relación con la influencia de la ionosfera sobre las ondas electromagnéticas.

4. Comprender la influencia del campo magnético de la Tierra y su aplicación en la Geodesia, mediante el estudio del magnetismo y el campo magnético de la Tierra.

5. Utilizar la gravimetría como herramienta en el campo de prospección, mediante el estudio de la gravedad, sus propiedades, anomalías y técnicas para su medición.

Contenido temático:

1. Física de la Tierra Solida
- 1.1 Tectónica de placas
  - 1.1.1 Vectores de rotación y polos de rotación
- 1.2 Física del interior de la Tierra
  - 1.2.1 Teorías sobre la formación de la Tierra
  - 1.2.2 Estructura internar de la Tierra
- 1.3 La litosfera
- 1.4 Proceso de subducción
- 1.5 Fallas de transformación
- 1.6 Colisión Continental, Punto triple
- 1.7 Vulcanismo y flujo de calor
- 1.8 Esfuerzo y tensión (deformación) en los sólidos.

2. Elementos de gravimetría
- 1.1 Campo gravitacional de la Tierra y sus anomalías
- 1.2 Interpretación geofísica de las anomalías de gravedad
- 1.3 Mediciones gravimétricas
- 1.4 Prospecciones gravimétricas

3. Magnetismo
- 2.1 Campo magnético terrestre
- 2.2 Características magnéticas de las rocas
- 2.3 Los aparatos de medida: magnetómetros
- 2.4 Correcciones a las observaciones
- 2.5 Anomalías magnéticas
- 2.6 Variaciones del campo magnético terrestre
- 2.7 Modelos del campo magnético de la Tierra
  - 2.7.1 International Geomagnetic Reference Field (IGRF)
  - 2.7.2 World Magnetic Model (WMM)

4. Elementos de Sismología

- 3.1 Escalas; magnitud, intensidad
- 3.2 Ondas sísmicas
  - 3.2.1 Ondas P y Ondas S
  - 3.2.2 Ondas Love y Ondas Rayleigh
  - 3.2.3 Propagación de las ondas sísmicas en el interior de la Tierra
  - 3.2.4 Estudio de la estructura interna de la Tierra a partir de ondas sísmicas
- 3.3 Epicentro, hipocentro, foco
- 3.4 Calculo de la ubicación, intersección inversa, hipérbola
- 3.5 Métodos de prospección: sísmica de reflexión, sísmica de refracción.
- 3.6 Otros métodos geofísicos: método telúrico, resistividades equipotenciales, magneto-telúrico, magneto-eléctrico, aplicaciones

5. Física de la atmosfera

- 5.1 Física de la Ionosfera
- 5.2 Modelos ionosféricos
  - 5.2.1 Concepto: TEC, TECU,
  - 5.2.2 Influencia de la ionosfera sobre ondas electromagnéticas
  - 5.2.3 Cálculo
  - 5.2.4 Modelos ionosférico de CODE
- 5.3 Vapor de agua y otros gases
- 5.4 Efectos climáticos, introducción.
- 5.5 Física de Troposfera
- 5.6 Influencia de la tropósfera sobre ondas electromagnéticas
  - 5.6.1 Retraso troposférico hidrostático
  - 5.6.2 Retraso troposférico seco
  - 5.6.3 Funciones de mapeo: Viena Mapping Function (VMF), otras
  - 5.6.4 Modelos para el cálculo del retraso troposférico: Neil, Hopfield, Saastamoinen
  - 5.6.5 Mallas globales con los para VMF

6. Las mareas

- 5.1 Corrientes y marinas
- 5.2 Tipos de mareas, efecto luni-solar
- 5.3 Modelos hidráulicos
- 5.4 Características de las olas
- 5.5 Mediciones, mareógrafo

Bibliografía:

Astier J.L. (2009). Geofísica aplicada a la hidrogeología. Madrid: Paraninfo

Cushman-Roisin, B. & Beckers, J. (2011). Introduction to geophysical fluid dynamics: physical and numerical aspects. Amsterdam : Elsevier

Fraser , R. (1966). La tierra, el mar y la atmósfera: iniciación a la geofísica. Barcelona: Oikos-tau

Gupta, H. (2011). Encyclopedia of solid earth geophysics. Dordrecht: Springer.

Idziak, F. & Dubiel, R. (Ed). (2011). Geophysics in Mining and Environmental Protection. Berlin: Springer Berlin Heidelberg

Lu, Z., Qu, Y., Qiao, S. (2014). Geodesy: Introduction to Geodetic Datum and Geodetic Systems. Berlin: Springer Berlin Heidelberg

Torge W. (2012). Geodesy (4a. ed). Berlín: De Gruyter.

Turcotte D. L. & Schubert G (2011). Geodynamics. New York: John Wiley & Sons Inc.

Zolesi, B., & Cander, L. (2014). Ionospheric Prediction and Forecasting. Berlin: Springer Berlin Heidelberg.

Jin, S., Cardellach, E., & Xie, F. (2014). GNSS Remote Sensing: Theory, Methods and Applications. Netherlands: Springer

Geodesia Satelital

UNIDAD ACADÉMICA	Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia
NOMBRE DEL CURSO	Geodesia Satelital
CÓDIGO	TGF507
NIVEL	V
PERÍODO LECTIVO	II Ciclo
TIPO DE CURSO	Regular
MODALIDAD	Presencial
NATURALEZA	Teórico - Práctico
CRÉDITOS	4
HORAS SEMANALES	11
HORAS PRESENCIALES	3 (2T -1P)
HORAS DE ESTUDIO INDEPENDIENTE	8
HORAS DE ATENCION AL ESTUDIANTE	2
HORAS DOCENTE	3
REQUISITO	Geodesia Física
CORREQUISITO	Ninguno
DOCENTE	José Francisco Valverde Calderón, Jorge Moya Zamora

Descripción del curso:

La Geodesia Satelital es una rama de la Geodesia que trata principalmente con satélites artificiales, cuya utilización resulta más cómoda y precisa que los métodos tradicionales, para el posicionamiento, aplica técnicas tridimensionales y contribuye a la solución de problemas de la Geodesia, tanto geométricos como físicos.

Este curso es de carácter teórico-práctico y comprende la explicación general de los procesos de la mecánica orbital involucrados en el movimiento de los satélites en sus órbitas, el conocimiento de las fuerzas que afectan ese movimiento, tanto a órbitas reales como a teóricas. Se describen los métodos de observación utilizados por la geodesia moderna para el establecimiento y mantenimiento del marco de referencia terrestre y celeste.

En el componente práctico del curso se realizan sesiones prácticas de gabinete en las cuales se utilizan herramientas de software especializadas para el cálculo de los parámetros de la orbitas de los satélites, transformación entre sistemas de coordenadas celestes y sistemas de tiempo.

El curso pretende que el estudiantado adquiera la fundamentación matemática rigurosa que le permita entender la importancia de los sistemas de posicionamiento satelital, las tecnologías GNSS, el potencial gravitacional y la geodesia física como elementos fundamentales de los datos espaciales, de tal manera que pueda liderar proyectos geodésicos de investigación, ingenieriles o aplicados, en las entidades públicas y privadas.

Objetivo general:

Desarrollar los fundamentos teóricos para el estudio de las órbitas de los satélites artificiales utilizados en Geodesia para el posicionamiento global y navegación, además de su relación con el establecimiento y mantenimiento del marco de referencia terrestre y celeste.

Objetivos específicos:

Al finalizar el curso el estudiante será capaz de:

1. Realizar los procesos de cálculo, corrección y predicción de las órbitas de los satélites artificiales, de forma tal que sea posible conocer la posición exacta del satélite en todo momento, aspecto fundamental para el posicionamiento global y navegación.

2. Comprender la física del movimiento de los satélites artificiales utilizados en geodesia, mediante su relación con los conceptos físicos como lo son fuerza, aceleración y velocidad angular, para aplicaciones prácticas en casos requeridos.

3. Aplicar la tecnología GNSS y las diferentes técnicas utilizadas en ella, con el fin de lograr altas exactitudes en la ejecución de proyectos de ingeniería y de investigación, mediante la identificación de las variables fundamentales que intervienen en su desarrollo.

4. Utilizar modelos matemáticos que permitan realizar las correcciones de los datos geodésicos satelitales para obtener resultados más exactos en el posicionamiento estático y en la navegación.

5. Utilizar observaciones satelitales, para el desarrollo de proyectos de ingeniería e investigación, mediante la aplicación de las tecnologías modernas como VLBI, LLR, SLR y DORIS que permitan la captura de datos y productos para la comunidad científica relacionados con el Sistema Internacional de Referencia Terrestre (ITRS), Sistema Internacional de Referencia Celeste (ICRS), y los parámetros de rotación de la Tierra (EOP).

Contenido temático:

1. Sistemas y marcos geodésicos de referencia
- 1.1. Antecedentes históricos: Astronomía Geodésica
- 1.2. Sistemas geodésicos clásicos de referencia.
- 1.3. Concepto moderno de sistema de referencia, marco de referencia y datum geodésico
- 1.4. Importancia y aplicación de los marcos de referencia geodésicos en otras ciencias
- 1.5. Sistema de referencia celeste (ICRS) y el marco de referencia celeste (ICRF)
- 1.6. Sistema de referencia terrestre (ITRS) y el marco de referencia terrestre (ITRF)
- 1.7. Parámetros de Orientación de la Tierra (EOP)
  - 1.7.1. Precesión
  - 1.7.2. Nutación
  - 1.7.3. Movimiento de Polo
- 1.8. Convenciones del IERS
- 1.9. Servicios científicos de la Asociación Internacional de Geodesia para el establecimiento y mantenimiento del ITRF y el ICRF
  - 1.9.1. International GNSS Service (IGS)
  - 1.9.2. International VLBI Service for Geodesy and Astrometry (IVS)
  - 1.9.3. Internartional Laser Ranging Service (ILRS)
  - 1.9.4. DORIS
- 1.10. Densificación del ITRF en el continente americano (SIRGAS)
- 1.11. Sistemas de tiempo
  - 1.11.1. Importancia del tiempo en los métodos geodésicos
  - 1.11.2. Tiempo sidéreo y tiempo universal

1.11.3. Tiempo atómico: UTC, Tiempo GPS
1.11.4. Leap seconds
1.12. Transformación del ICRF al ITRF y viceversa
1.12.1. Aplicación en el procesamiento de datos GNSS

2. Órbitas normales

2.1. Fundamentos de mecánica celeste
2.1.1. Ley de conservación del momento angular
2.1.2. Problema de dos cuerpos
2.1.3. Leyes de Kepler
2.1.4. Ley de la caída de los cuerpos y la ley de atracción gravitacional
2.2. Geometría de la órbita elíptica.
2.2.1. Secciones cónicas
2.2.2. Ecuación de movimiento
2.2.3. Ecuación de Kepler
2.2.4. Elementos keplerianos
2.2.5. El vector de estado
2.3. La órbita en el espacio.
2.4. Predicción de las órbitas.
2.4.1. Efemérides transmitidas
2.4.2. Conversión del vector de estado a elementos keplerianos
2.4.3. Conversión de elementos keplerianos al vector de estado
2.4.4. Clasificación de las orbitas
2.4.5. Trayectorias terrestres (*Ground tracks*)

3. Órbitas perturbadas

3.1. Ecuación del movimiento.
3.2. La elipse osculante
3.2.1. Representación de la órbita perturbada
3.2.2. Teoría General de Perturbación
3.2.3. Ecuaciones de perturbación de Lagrange
3.2.4. Ecuaciones de perturbación de Gauss
3.3. Perturbaciones gravitacionales y no gravitacionales
3.3.1. Perturbaciones provocadas por el campo de gravedad de la Tierra
3.3.1.1. Efecto de la perturbación gravitacional en la órbita
3.3.1.2. Perturbación causada por los coeficientes zonales J_n
3.3.2. Perturbación provocada por el Sol y la Luna
3.3.3. Perturbación provocada por mareas terrestres y oceánicas
3.3.4. Perturbación provocada por la atmosfera (Drag Atmosférico)
3.3.5. Perturbación provocada por la radiación solar (directa e indirecta)
3.4. Efemérides precisas
3.4.1. Cálculo por parte del IGS
3.4.2. Necesidad de la integración de las orbitas (procesamiento GNSS)
3.4.3. Métodos analíticos para la integración de órbitas
3.4.4. Métodos numéricos para la integración de órbitas
3.4.5. Aplicaciones

4. Observaciones satelitales

4.1. Conceptos fundamentales
4.1.1. La importancia del ajuste geodésico para la Geodesia Satelital
4.2. Técnica Doppler

4.3. Interferometría de Líneas Bases Muy Largas (VLBI)
    4.3.1. Fundamentos
    4.3.2. Instrumental
    4.3.3. Aplicaciones
4.4. Mediciones Láser a Satélites (SLR) y a la Luna (LLR)
    4.4.1. Fundamentos
    4.4.2. Instrumental
    4.4.3. Aplicaciones
4.5. Sistema DORIS
    4.5.1. Fundamentos
    4.5.2. Instrumental
    4.5.3. Aplicaciones
4.6. Altimetría satelital
    4.6.1. Fundamentos
    4.6.2. Instrumental
    4.6.3. Misiones Topex/Poseidon y Jason
    4.6.4. Aplicaciones

Bibliografía:

Lowrie, W. (2011). A student´s guide to Geophysical Equations. Cambridge University Press. New York, United States of America

Meyer, T. (2010). Introduction to geometrical and physical geodesy: foundations of geomatics. Redland, Calf. : ESRI Press

Petit, G., & Luzum, B. (Eds.) (2010). IERS Conventions. Frankfurt am Main, Germany: Verlag des Bundesamtes für kartographie und Geodäsie.

Rebischung. P., Griffiths, J., Ray. J., Schimd. R., Collilieux. X., Garayt, B. (2011). IGS08: the IGS realization of ITRF2008, GPS Solutions, 16, 483–494, doi: 10.1007/s10291-011-0248-2

Seeber, Günter (2003) Satellite Geodesy. 2nd Edition. Berlin, New York: De Gruyter. 589 pgs.

Seitz, M. (2014). Comparison of different combination strategies applied for the computation of terrestrial reference frames and geodetic parameter series. In: Kutterer

Teledetección

UNIDAD ACADÉMICA	Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia
NOMBRE DEL CURSO	Teledetección
CÓDIGO	TGF508
NIVEL	V
PERÍODO LECTIVO	II Ciclo
TIPO DE CURSO	Regular
MODALIDAD	Presencial
NATURALEZA	Teórico - Práctico
CRÉDITOS	4
HORAS SEMANALES	11
HORAS PRESENCIALES	3 (2T -1P)
HORAS DE ESTUDIO INDEPENDIENTE	8
HORAS DE ATENCION AL ESTUDIANTE	2
HORAS DOCENTE	3
REQUISITO	Fotogrametría II
CORREQUISITO	Ninguno
DOCENTE	Manuel Ramírez Núñez, Esteban Mora Vargas

Descripción del curso:

La teledetección o percepción remota engloba una serie de técnicas y procesos que permiten obtener imágenes de la superficie terrestre de forma remota, es decir captadas por sensores situados en satélites o aviones, que posteriormente son tratadas e interpretadas con el objetivo de obtener información de la superficie terrestre y de sus cambios. Las imágenes registradas proporcionan información útil en proyectos de cartografía temática y geología, especialmente en la detección de estructuras y accidentes de dimensiones regionales. El carácter multi-espectral de los datos registrados por los sensores remotos permite establecer diferencias en suelos y rocas en base a su composición mineralógica, lo que resulta útil en la exploración minera. Los sensores multi-espectrales tienen la capacidad de captar la superficie terrestre en diferentes rangos de frecuencia o longitud de onda (bandas) del espectro electromagnético; esto permite la discriminación de los diferentes materiales y visualizar su distribución regional, permitiendo la generación de cartográfica temática.

Este curso es de carácter teórico practico, en él se realiza una introducción a los sensores remotos, desarrollando conceptos relacionados con fuentes de energía y principios de radiación, adquisición de datos, tipos de sensores y de satélites, incluyendo los principios del procesamiento digital de imágenes. Se le proporcionan al estudiantado conocimientos generales y herramientas básicas en el campo de la Teledetección, con lo que podrá obtener imágenes clasificadas con características de un mapa, las cuales pueden incorporarse posteriormente a un Sistema de Información Geográfica.

Dada su orientación de carácter teórico práctico, la asignatura presta una mayor atención a las lecciones presenciales sobre los contenidos teóricos, en las que se ofrecerá una panorámica del estado de la temática, así como de los fundamentos conceptuales y metodológicos para cada caso. Para lograr una mejor comprensión y asimilación del conocimiento por parte del estudiantado, se efectuarán sesiones prácticas de gabinete. En ellas el estudiantado habrá de identificar las cuestiones teóricas planteadas con anterioridad y resolverá los problemas técnicos y prácticos de una forma experimental utilizando imágenes y plataformas informáticas especializadas para su procesamiento.

Objetivo General:

Desarrollar destrezas y habilidades para el uso de la teledetección como herramienta para generar información útil en proyectos de cartografía y otras aplicaciones y aplicaciones relacionados a topografía, catastro, geodesia y geomática, mediante la utilización de técnicas de visualización, clasificación y procesamiento digital de imágenes.

Objetivos específicos:

Al finalizar el curso el estudiante será capaz de:

1. Entender los principios físicos y geométricos que intervienen en la captura de las imágenes tele-detectadas, mediante el estudio de las características físicas de las ondas electromagnéticas, materiales y las plataformas de captura, con el fin de procesar y corregir las imágenes para obtener información real y exacta de la superficie de la Tierra.

2. Realizar el proceso de clasificación de imágenes, mediante el uso de técnicas de procesamiento digital para detectar y definir los diferentes materiales que aparecen en una imagen tele-detectada.

3. Realizar el proceso de realce de imágenes, mediante la utilización de filtros para realzar características de interés de las imágenes digitales.

4. Utilizar la teledetección como herramienta para la generación de información en proyectos de generación cartografía temática, mediante la interpretación y procesamiento de imágenes.

5. Utilizar la teledetección como herramienta en los ámbitos forestal, geológico, y de manejo de desastres, mediante el estudio de sus potencialidades, características y limitaciones.

Contenido temático:

1. **Introducción a la Teledetección**
   - 1.1 Definición
   - 1.2 Elementos
   - 1.3 Categorías
   - 1.4 Relaciones y diferencias con las técnicas de la fotogrametría, vehículos aéreos no tripulados (drones) y Lidar.
   - 1.5 Fuentes de datos de imágenes
     - 1.5.1 Bancos de datos libres
     - 1.5.2 Bancos de datos comerciales
   - 1.6 Características básicas de los rasters
   - 1.7 Tipos de información o atributos almacenados
   - 1.8 Formatos reconocidos
   - 1.9 Tipos de resoluciones
   - 1.10 Métodos de re-muestreo

2. **Principios físicos de Teledetección:**
   - 2.1 Fuentes de energía y principios de radiación

2.2 Espectro electromagnético
2.3 Propiedades de las ondas electromagnéticas
2.4 Interacciones de la energía con la atmósfera
2.5 Interacciones de la energía con la superficie terrestre
2.6 Adquisición e interpolación de datos

3. **Tipos de sensores y de satélites**
3.1 Sensores ópticos
3.2 Sensores térmicos
3.3 Tipos de sensores de acuerdo con la cantidad de bandas
3.3.1 Sensores multiespectrales
3.3.2 Sensores hiperespectrales
3.4 Sensores de radar
3.5 Sensores LIDAR
3.6 Plataformas satelitales: LANDSAT, SPOT, IKONOS, World View, ASTER, otros

4. **Procesamiento digital de imágenes**
4.1 Pre-procesamiento
4.1.1 Calibración del sensor
4.1.2 Correcciones radiométricas, atmosféricas y geométricas
4.1.3 Errores del detector y desplazamiento topográfico
4.2 Rectificación y restauración de imágenes
4.3 Manipulación de imágenes
4.3.1 Realce espectral
4.3.2 Realce espacial
4.3.3 Radiométrica
4.3.4 Temporal
4.3.5 Angular
4.3.6 Filtros
4.3.7 Combinaciones de bandas
4.3.8 Mosaicos
4.3.9 Aplicación de cocientes de bandas e índices
4.4 Clasificación de imágenes
4.4.1 Áreas de entrenamiento
4.4.2 Clasificación no supervisada
4.4.3 Clasificación supervisada
4.4.4 Tipos de error
4.4.5 Estadísticos Kappa

5. **Interpretación de imágenes**
5.1 Bases para la interpretación de imágenes
5.2 Variables y tipos de interpretación
5.3 Fases de la interpretación
5.4 Criterios para la interpretación visual
5.4.1 Ventajas
5.4.2 Limitaciones

6. **Integración con Sistemas de Información Geográfica**
6.1 Combinar imágenes con información vectorial
6.2 Formatos para importar y exportar imágenes.
6.3 Aspectos del almacenamiento y visualización (volumen, eficiencia, velocidad)

7. **Aplicaciones de los sensores remotos**
   - 7.1 Cartografía Digital
   - 7.2 Ámbito ambiental
   - 7.3 Ámbito forestal
   - 7.4 Geología.
   - 7.5 Exploración minera.
   - 7.6 Manejo de desastres.

8. **Plataformas para el procesamiento digital de imágenes**
   - 8.1 Características básicas
   - 8.2 Sistemas comerciales y libres
     - 8.2.1 ENVI
     - 8.2.2 ERDAS
     - 8.2.3 ESRI
     - 8.2.4 otros
   - 8.3 Herramientas de conversión
   - 8.4 Herramientas de procesamiento digital
   - 8.5 Aspectos de rendimiento (almacenamiento, procesamiento, visualización)

9. **Uso de sistemas GNSS en la teledetección**
   - 9.1 Estudio de la ionosfera
   - 9.2 Estudio de la troposfera

Bibliografía:

Awange, J., & Kiema, J. (2013). Environmental Geoinformatics: Monitoring and Management. Berlin: Springer Berlin Heidelberg.

Barale, V., & Martin Gade, M. (Eds). (2014). Remote Sensing of the African Seas. Netherlands: Springer Netherlands.

Jin, S., Cardellach, E., & Xie, F. (2014). GNSS Remote Sensing: Theory, Methods and Applications. Netherlands: Springer

Kuenzer, C., Dech, S., Wagner, W. (eds). (2015). Remote Sensing Time Series. vol 22. Switzerland: Springer International Publishing

Lillesand, T. & Kiefer, R. (2000). Remote Sensing and Image Interpretation. (4a Ed.). USA: John Wiley and Sons Inc.

McInerney, D., Kempeneers, P. (2015). Open Source Geospatial Tools. Switzerland: Springer International Publishing.

Njoku, E. (ed) (2014). Encyclopedia of Remote Sensing. New York: Springer

Richards, J. (2013). Remote sensing digital image analysis: an introduction. New York: Springer

Scaioni, M. (Ed). (2015). Modern Technologies for Landslide Monitoring and Prediction. Berlin: Springer Berlin Heidelberg.

Srivastava, P., Mukherjee, S., Gupta, M., Islam, T. (Eds) (2014). Remote Sensing Applications in Environmental Research. Switzerland: Springer International Publishing.

Cursos optativos Bachillerato

Hidráulica de pozos

UNIDAD ACADÉMICA	Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia
NOMBRE DEL CURSO	Hidráulica de pozos
CÓDIGO	TGF102O
NIVEL	IV
PERÍODO LECTIVO	II Ciclo
TIPO DE CURSO	Optativo disciplinar
MODALIDAD	Presencial
NATURALEZA	Teórico - Práctico
CRÉDITOS	3
HORAS SEMANALES	8
HORAS PRESENCIALES	3 (1T – 2P)
HORAS DE ESTUDIO INDEPENDIENTE	5
HORAS DE ATENCION AL ESTUDIANTE	1
HORAS DOCENTE	3
REQUISITO	TGF402 Geología para Ingeniería, TGF413 Hidrología
CORREQUISITO	Ninguno
DOCENTE	Alicia Gómez Cruz

Descripción del curso:

En las últimas décadas el uso de las aguas subterráneas para abastecimiento poblacional a nivel nacional e internacional ha generado que muchos profesionales de la rama ingenieril se inicien en este tema, por lo que es necesario formar profesionales que puedan comprender la dinámica de las aguas subterránea y su mejor aprovechamiento.

El curso está conformado básicamente por dos bloques: el primer bloque corresponde con las metodologías de análisis de pruebas de bombeo y el segundo bloque corresponde a la contaminación del agua subterránea y metodologías de protección, en los que se analizará los perímetros de protección, métodos de evaluación de la vulnerabilidad y el Plan de Seguridad del Agua.

Cada uno de ellos diseñado para proporcionar las herramientas básicas que permiten conocer los principios de la hidráulica de las aguas subterráneas, métodos de analisis de pruebas de bombeo, el diseño de armado de los pozos, contaminación de las aguas subterráneas y herramientas modernas de protección de las aguas subterráneas.

Objetivo general:

Conocer las distintas metodologías de análisis de resultados que permitan una identificación certera del acuífero y sus características hidráulicas para una adecuada explotación.

Objetivos específicos:

Al finalizar el curso el estudiantado será capaz de:

1. Caracterizar los diferentes tipos de acuíferos existentes por medio del análisis de los resultados de pruebas técnicas específicas.

2. Determinar las características hidráulicas de los acuíferos por medio del análisis de los resultados de pruebas de bombeo como insumo para la determinación de un régimen sostenible de explotación.

Contenido temático:

1 – Tipos de acuíferos y condiciones geológicas asociadas:
1.1 libres
1.2 confinados
1.3 Semiconfinados

2.- Condiciones geológicas para la perforación de pozos
2.-1.- Pozos en acuíferos libres
2.2.- Pozos en acuíferos confinados.
2.3.- Condiciones geológicas en el armado de pozos.

3.- Flujo en medios porosos
3.1.- Ecuación de continuidad
3.2 Transmisividad
3.3. Coeficiente de almacenamiento

4.- Hidráulica de captaciones
4.1 Pruebas de bombeo
4.2 Pruebas por etapas
4.3.- Pruebas de recuperación

5.- Método de analisis de pruebas de bombeo
5.1 La ecuación de Thiem
5.2 La ecuación de Dupuit - Forchheimer
5.3 La ecuación de De Glee - Jacob
5.4 La ecuación de Theis
5.5 La ecuación de Jacob
5.6 La ecuación de Papadopulos & Cooper
5.7.- Eficiencia de pozos y curva característica.
5.8.- Predicciones

6.- Interferencia entre pozos, teoría de las imágenes
6.1.- Calculo de interferencia entre pozos.
6.2.- Abatimiento entre pozos.

7.- Reducción del radio de protección de pozos
7.1. Requerimientos de SENARA y la Dirección de Aguas.
7.2.- Plan de Seguridad del Agua.

BIBLIOGRAFÍA

Benítez, A. (1972); Captación de aguas subterráneas: nuevos métodos de prospección y de cálculo de caudales. Editorial Dossat. Madrid.

Custodio, E. y Llamas, M. (1976); Hidrología Subterránea, Tomos I y II. Editorial OMEGA.

Driscoll, F.G. (1986). Groundwater and wells. 2nd edition, Johnson Division, St. Paul, Minnesota, 1089 pp. ISBN 0-9616456-0-1

Villanueva, M. y Iglesias, A. (S.f.); Pozos y acuíferos. Técnicas de evaluación mediante ensayos de Bombeo, Instituto Geológico y Minero de España.

Montero, G, E. Villarroya, G, F. Martin-Loeches, G, M. Martínez, S, S. Castaño, C, S. P. Días, A. S, (2018), Hidrogeología Principios y Aplicaciones Martínez A, Editorial Mac Graw Hill.

OO Falowo, AS Daramola, OO Ojo. Aquifers Hydraulic Parameters Measurement and Analysis by Pumping Test. American Journal of Water Resources. (2019); 7(4):146-154. doi: 10.12691/ajwr-7-4-3.

Hidrogeología básica

UNIDAD ACADÉMICA	Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia
NOMBRE DEL CURSO	Hidrogeología básica
CÓDIGO	TGF103O
NIVEL	IV
PERÍODO LECTIVO	II Ciclo
TIPO DE CURSO	Optativo disciplinar
MODALIDAD	Presencial
NATURALEZA	Teórico - Práctico
CRÉDITOS	3
HORAS SEMANALES	8
HORAS PRESENCIALES	3 (1T – 2P)
HORAS DE ESTUDIO INDEPENDIENTE	5
HORAS DE ATENCION AL ESTUDIANTE	1
HORAS DOCENTE	3
REQUISITO	TGF402 Geología para Ingeniería, TGF413 Hidrología
CORREQUISITO	Ninguno
DOCENTE	Alicia Gómez Cruz

Descripción del curso

Con este curso introductorio en la dinámica de las aguas subterráneas se pretende darle al estudiante las bases para que pueda determinar el origen y comportamiento de las aguas subterráneas y crear conciencia en la importancia de su uso y protección como fuente de abastecimiento de agua potable.

El curso está conformado básicamente por dos bloques: principios de hidrogeología en donde previamente se realizará una introducción a los elementos geológicos que determinan el comportamiento de las aguas subterráneas, se analizará la ley de Darcy y el movimiento del agua subterránea dentro del medio geológico, El segundo bloque corresponde al analisis de la calidad del agua subterránea

Cada uno de ellos diseñado para proporcionar las herramientas básicas que permiten conocer los principios de la hidrogeología, la auscultación de las aguas subterráneas, contaminación de las aguas subterráneas, y herramientas modernas de protección de las aguas subterráneas.

Objetivo general

Identificar los conceptos básicos de la dinámica del agua subterránea en el medio geológico por medio de la interrelación con el ciclo hidrológico y la actividad antropogénica para el establecimiento de procesos adecuados de manejo y protección.

Objetivos específicos

Al finalizar el curso, el estudiantado será capaz de:

- Distinguir los conceptos básicos del movimiento del agua subterránea dentro del ciclo hidrológico por medio de la interrelación entre el agua superficial y el agua subterránea para la cuantificación del potencial hidrogeológico.

- Comprender los principios hidráulicos del movimiento de las aguas subterráneas por medio de diferentes recursos como inspecciones de campo, informes, cartografía, bases de datos específicas entre otros para la elaboración de mapas hidrogeológicos.

- Conocer los rangos de variación de los parámetros físicos y químicos del agua subterránea por medio de los resultados de pruebas de laboratorio para la determinación de la calidad del agua y la identificación de las potenciales fuentes de contaminación y conocer las metodologías de protección al recurso hídrico subterráneo.

Contenido temático:

1 - Definiciones y conceptos básicos de geología
1 1.- Tipos de rocas
1.2.- Materiales no consolidados

2 - Tipos de acuíferos, clasificación según su presión y litología
2.1. Acuíferos libres
2.2 Acuíferos confinados
2.3 Acuíferos semiconfinados

3 - Componentes del ciclo hidrológico
3.1. Principios básicos de: Precipitación, Evapotranspiración, Infiltración, escorrentía
3.2 Balances hídricos
3.3 Relación aguas superficiales aguas subterráneas.
3.4. Recarga al acuífero.

4 - Principios generales del movimiento del flujo del agua subterránea
4.1. Permeabilidad y porosidad
4.2. Ley de Darcy
4.3. Redes de flujo

5.- Principios de Química del Agua e Hidrogeoquímica
5.1. Elementos de química del agua
5.2. Composición del agua subterránea
5.3. Evolución Hidrogeoquímica del agua subterránea
5.4. Mecanismos de movimiento del agua subterránea

6.- Geofísica aplicada a la hidrogeología
6.1 Resistividad eléctrica
6.2 Resistividad sísmica
6.3 Integración de datos geofísicos

7 - Relación agua dulce-agua salada
7.1. Parámetros de calidad
7.2. Ley de Giben-Herzberg
7.3. Calculo de la interfase agua dulce-agua salada

8 - Métodos de protección del agua subterránea
8.1. Perímetros de Protección; tiempo de transito
8.2 Plan de Seguridad del Agua
8.3 Métodos para evaluar la Vulnerabilidad: GOD, Drastic, Sintac Epic

8.4 Métodos utilizados en Costa Rica.

Bibliografia:

Bartram J, Corrales L, Davidson A, Deere D, Drury D, Gordon B, Howard G, Rinehold A, Stevens M, (2009). Manual para el desarrollo de planes de seguridad del Agua: metodología pormenorizada de gestión de riesgos para proveedores de agua de consumo. Organización Mundial de la Salud, Ginebra.

Benítez, A. (1972); Captación de aguas subterráneas: nuevos métodos de prospección y de cálculo de caudales. Editorial Dossat. Madrid.

Custodio, E. y Llamas, M. (1976); Hidrología Subterránea, Tomos I y II. Editorial OMEGA.

CEPIS, (1991); Determinación del riesgo de contaminación de aguas subterráneas.

Fetter, C.W. (2001); Applied Hydrogeology. Editorial Prentice Hall, Inc.

Freeze, A. y Cherry, J. (1979); Ground Water. Edit. Prentice Hall, Inc.

Foster, S., Hirata, R., Gomes, D., Délia, M., & Paris, M. (2003). Protección de la calidad del agua subterránea. Banco Mundial.FCIHS, (2009); Hidrogeología.

Montero, G, E. Villarroya, G, F. Martin-Loeches, G, M. Martínez, S, S. Castaño, C, S. Martínez A, P. Días, A. S., (2018) Hidrogeología Principios y Aplicaciones. Editorial Mac Graw Hill.

Introducción a la gestión del riesgo

UNIDAD ACADÉMICA	Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia
NOMBRE DEL CURSO	Introducción a la gestión del riesgo
CÓDIGO	TGF103O
NIVEL	IV
PERÍODO LECTIVO	I Ciclo
TIPO DE CURSO	Optativo disciplinar
MODALIDAD	Presencial
NATURALEZA	Teórico - Práctico
CRÉDITOS	3
HORAS SEMANALES	8
HORAS PRESENCIALES	3 (1T – 2P)
HORAS DE ESTUDIO INDEPENDIENTE	5
HORAS DE ATENCION AL ESTUDIANTE	1
HORAS DOCENTE	3
REQUISITO	Ninguno
CORREQUISITO	Ninguno
DOCENTE	Alicia Gómez Cruz

Descripción general del curso:

El impacto que las amenazas naturales y socionaturales tienen en el desarrollo socioeconómico del país, motivó a las autoridades gubernamentales a promover la Política Nacional de Gestión del Riesgo en la que insta a las universidades a incorporar en sus programas la enseñanza de la Gestión del Riesgo con la finalidad de que los futuros profesionales se capaciten en esta temática.

En este curso se introducirá al estudiantado en la temática que permita no solo cumplir con el encargo dado, sino que estos puedan adquirir conocimientos básicos en el abordaje de la temática para que puedan incorporarse a grupos de trabajo en los que se aborde la gestión del riesgo. Una introducción al mundo de la gestión del riesgo es muy importante en esta época en que el cambio climático exacerba las amenazas hidrometeorológicas que, aunadas con amenazas socio naturales, es muy importante que los futuros profesionales en topografía puedan distinguir en campo las señales de amenazas a poblaciones vulnerables que podrían concluir en desastres y en consecuencia en pérdidas de vidas humanas y económicas.

El curso le brindará al estudiante una visión general de la evolución de la gestión del riesgo desde los diferentes enfoques hasta la actualidad en donde la prevención es la mejor cultura de la sociedad.

Objetivos Generales:

Brindar los elementos generales sobre la gestión de riesgo por medio de una serie de aspectos teóricos y prácticos que contribuyan al desarrollo de los planes reguladores cantonales y a la mitigación de desastres naturales y socionaturales.

Objetivos específicos:

Al finalizar el curso, el estudiantado será capaz de:

1. Diferenciar los conceptos de amenaza, vulnerabilidad y resiliencia como los componentes de la gestión de riesgo necesarios para un desarrollo moderno de los planes reguladores.

2. Enseñar diferentes estrategias metodológicas por medio de estudio de caso que permitan la identificación y priorización de los componentes de riesgo como insumos para una contribución técnica a los planes reguladores.

3. Aplicar en un caso particular todas las herramientas y metodologías de valoración necesarias para la identificación de los componentes de riesgo logrando un aprendizaje integral de los conceptos teóricos y prácticos.

Contenido temático:

1. Teoría de los desastres
- 1.1. Historia de los desastres en América Latina
- 1.2. Historia de los desastres en Costa Rica
- 1.3. Legislación en Costa Rica

2. Amenazas
- 2.1. Amenazas hidrometeorológicas
- 2.2. Amenazas vulcanológicas
- 2.3. Amenazas por deslizamientos
- 2.4. Amenazas antrópicas
- 2.5. Amenazas sísmicas
- 2.6. Amenazas tecnológicas

3. Vulnerabilidad
- 3.1 Concepto
- 3.2 Vulnerabilidad social

4. Riesgo y Resiliencia
- 4.1 Evolución del concepto de riesgo
- 4.2 Analizar las definiciones fundamentales de riesgo, riesgo aceptable; estimación y evaluación del riesgo
- 4.3 Definición del concepto de resiliencia

5. Evaluación de riesgos
- 5.1. Reducción del riesgo y manejo de desastres
- 5.2. Metodologías para evaluar el riesgo

6. Planes Reguladores
- 6.1 Legislación territorial vigente
- 6.2 Incorporación del riesgo en los planes reguladores
- 6.3 Política Nacional de vivienda 2013-2030
- 6.4 Planificación y administración del desarrollo regional urbano y sus regulaciones

7. Comunicación social
- 7.1 Comunicación social en la comunicación del riesgo
- 7.2 Diagnóstico y Estrategia institucional de Comunicación

7.3 Estrategia de Comunicación.

Bibliografía:

Acosta, D., Chaves, I., Duran, M. & Herra, D., (2012) Susceptibilidad de Deslizamiento del Cantón de Escazú y Análisis a Detalle de cinco casos Específicos: Palo Campana, Salitrillo, Curio, y la Cuenca de los ríos Agres y Guayabos. Univ. de Costa Rica, San José. [Tesis lic.]. [T132lic/T23licFormato digital].

Adamson M & Castillo F., (2012) Costa Rica en el tercer milenio desafíos y propuestas para la reducción de vulnerabilidad. UCR, PREVENTEC.

Alpizar, A., (2012): Metodología de Análisis de Estabilidad de Taludes para Proyectos Viales. - XI Congreso Nacional de Geotecnia, Congeo. Costa Rica: 1-18.

Aznar, H. (2005). Ética de la comunicación y nuevos retos sociales. Códigos y recomendaciones para los medios. Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica, S.A

Bartolomé, M. y Bratschi, G. (1998) "De la Información Preventiva a la Comunicación Preventiva". Presentado en el Taller Regional sobre Comunicación Social y Prevención de Desastres, DIRDN, OPS/OMS, PNUD, Defensa Civil del Ecuador, Quito

Barranquero, A. (2010). Comunicación Alternativa y comunicación para el cambio social democrático. Sujetos y objetivos invisibles en la enseñanza de las teorías de la comunicación. Congreso internacional AE-IC Málaga: Comunicación y Desarrollo en la Era Digital. Universidad Carlos III Madrid.

BID, (2015) Indicadores de Riesgo de desastres y gestión de riesgos. Programa para América Latina y el Caribe: Costa Rica, noviembre 2015

Climent, A. (2008). Evaluación de la amenaza sísmica en Costa Rica, Mayo 2008

Estado de La Nación, (2013). Decimonoveno Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible. Informe final La Política Nacional de Ordenamiento Territorial y la situación de la Gran Área Metropolitana Investigador: Dionisio Alfaro.

El riesgo derivado de la amenaza volcánica en Costa Rica RSN UCR ICE 2014.

Garbanzo V., Hernández, F., (2019) Calderón F., Índice de Gestión Municipal. Décimo cuarto informe. Contraloría General de la Republica.

Ley de Creación de la Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias. Ley 8488

Naciones Unidas (2015), Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030 (A/RES/69/283*), Resolución aprobada por la Asamblea General el 3 de junio de 2015, Sexagésimo noveno período de sesiones. Disponible [en línea] https://undocs.org/es/A/RES/69/283

Mora, S. La geodinámica externa: Aspectos geomecánicos, climáticos y de riesgo. Editorial Asociación Argentina de Geología Aplicada a la Ingeniería, 2022

Torrico G, Ortiz S. Salamanca L, Los Enfoques teóricos del desastre y la gestión local del riesgo. Fundepco 2008

Planificación Regional y Urbana

UNIDAD ACADÉMICA	Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia
NOMBRE DEL CURSO	Planificación Regional y Urbana
CÓDIGO	TGF440O
NIVEL	III
PERÍODO LECTIVO	II Ciclo
TIPO DE CURSO	Optativo disciplinar
MODALIDAD	Presencial
NATURALEZA	Teórico - Práctico
CRÉDITOS	3
HORAS SEMANALES	8
HORAS PRESENCIALES	3 (2T – 1P)
HORAS DE ESTUDIO INDEPENDIENTE	5
HORAS DE ATENCION AL ESTUDIANTE	1
HORAS DOCENTE	3
REQUISITO	Catastro I
CORREQUISITO	Ninguno
DOCENTE	Francisco Mora Protti

Descripción del curso:

El curso ofrece al estudiantado los conocimientos teóricos y prácticos para abarcar los problemas de ordenamiento y administración del territorio, tomando en cuenta los procesos de planificación local, problemas de uso de la tierra y ambientales, recursos naturales, la degradación, la zonificación del territorio, se desarrollan los temas sobre los procesos que ejerce el Ingeniero Topógrafo en el campo de la administración del territorio, aplicando la normativa legal, técnica y procedimental que rige estas tareas.

Objetivo General:

Desarrollar las habilidades y destrezas para la planificación y ordenamiento del territorio, mediante la aplicación de técnicas, metodologías y normativa relacionadas con el levamiento topográfico y administración del territorio, realizando un especial énfasis en los componentes físicos, económicos, ambientales y sociales.

Objetivos específicos:

Al finalizar el curso el estudiante será capaz de:

1. Coadyuvar en los procesos relacionadas con la planificación regional y urbana, utilizando la normativa técnica y legal vigente en Costa Rica para utilizar los recursos de una forma sostenible

2. Aplicar diferentes métodos y técnicas para el análisis regional mediante el uso de diferentes teorías del espacio regional que permitan el desarrollo urbano adecuado de una zona o región.

3. Participar en el desarrollo de planes reguladores basándose en conocimientos teóricos y prácticos que permitan efectuar zonificaciones acordes con el desarrollo del país.

4. Entender la relación de la Topografía y el Catastro con la planificación urbana como base para coadyuvar en el ordenamiento del territorio con el fin de proteger los recursos naturales, de forma que sean utilizados de una forma racional y sostenible.

Contenido programático:

1. Teoría de la planificación

1.1 Concepto
1.2 Objeto y sujeto
1.3 Variables
  1.3.1 Escalas
  1.3.2 Sectores
  1.3.3 Plazos
1.4 Clasificación
1.5 Proceso
1.6 Relación de la Topografía y el Catastro con la Planificación

2. Planificación Regional

2.1 Concepto
2.2 Tipos de regiones:
  2.2.1 Regiones de Jaques Boudeville
  2.2.2 Regiones de John Friedmann
2.3 Teorías de conformación del espacio regional
    1.3.1 Región Homogénea
  1.3.2 Región Polarizada
2.4 Métodos y técnicas de análisis regional
2.5 Planificación regional en América Latina
2.5 Planificación regional en Europa
2.6 Antecedentes de la regionalización en Costa Rica.
2.7 Regionalización oficial de Costa Rica
2.8 Sistema Nacional de Regionalización del Desarrollo

3. Planificación Urbana y rural

3.1 Principios
3.2 Teorías y métodos de conformación urbana y rural
3.3 Legislación sobre planificación urbana y rural
3.4 Coeficiente de utilización del suelo (CUS)
3.5 Índice de edificación
3.6 Densidad de población
    3.6.1 Bruta
    3.6.2 Neta
3.7 Acción urbanística

4. Zonificación

4.1 Plan de desarrollo urbano
4.2 Plano de zonificación

5 **Planes reguladores, regionales y urbanos**

5.1 Reglamentos
5.2 Requisitos

5.3 Formulación
5.4 Costos
5.5 Tipos de planes reguladores
    5.5.1 Planes reguladores regionales
    5.5.2 Planes reguladores urbanos
    5.5.3 Planes reguladores costeros
5.6 Planes reguladores en Costa Rica

Bibliografía:

Binch, E. (2008). The Urban and Regional Planning. Reader (Ront Ledge Urban Series).

Bolívar, Z. (2010). La Planificación Urbana en Venezuela, Foro Social Democrata de Venezuela, ILDIS, 27 abril 2010.

Gibson, J.E., 1981. Diseño de Nuevas Ciudades. Editorial Limusa. México.

Krueckeberg, Donald A. y Silvers, Artur L., 1978. Análisis de Planificación Urbana, Métodos y Modelos. Editorial Limusa. México.

Miguel, A.,Torrez, J. y Maldonado, P.(2011)Fundamentos de la Planificación Urbano-Regional. 1era, edición, Oaxaca, Mexico.

Ramos, José Luis, 1979. Planificación Urbana y Regional, Teoría y Práctica. Editorial E.P.U.R. Consultores. Córdoba, Argentina.

INVU, 1982. Plan Regional Metropolitano de la Gran Area Metropolitana. San José, Costa Rica.

Pichardo Muñiz, Arlette, 1993. Planificación y Programación Social. Editorial Humaitas. Buenos Aires, Argentina.

Morgan D., R. Enfand & Pelissero, J. (2011)Managing Urban America, 7. Edition.

Etcharren, R. (2010). Manual de Caminos Vecinales. México: Asociación Mexicana de Caminos y Representaciones y servicios de Ingeniería S. A

Chappell, E. (2012). AutoCAD civil 3D essentials. Indianapolis, USA: John Wiley & Sons

Posicionamiento GNSS

UNIDAD ACADÉMICA	Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia
NOMBRE DEL CURSO	Posicionamiento GNSS
CÓDIGO	TGF441O
NIVEL	IV
PERÍODO LECTIVO	II Ciclo
TIPO DE CURSO	Optativo disciplinar
MODALIDAD	Presencial
NATURALEZA	Teórico - Práctico
CRÉDITOS	3
HORAS SEMANALES	8
HORAS PRESENCIALES	3 (2T – 1P)
HORAS DE ESTUDIO INDEPENDIENTE	5
HORAS DE ATENCION AL ESTUDIANTE	1
HORAS DOCENTE	3
REQUISITO	Ajuste II
CORREQUISITO	Ninguno
DOCENTE	Jorge Moya Zamora

Descripción del curso:

Este es un curso de naturaleza teórico-práctico en el que se hace una especial profundización de los principales conceptos que permiten el posicionamiento sobre la Tierra a través de los Sistemas Satelitales de Navegación Global (GNSS) y particularmente aplicando el Sistema de Posicionamiento Global (GPS), tanto por su accesibilidad, como por su uso a nivel mundial. Se explican, además, los fundamentos teóricos necesarios para lograr calcular coordenadas geocéntricas de puntos sobre la superficie terrestre por medio la información recopilada por los receptores e información enviada por los satélites. Se contempla, además, una serie de conceptos geodésicos necesarios vinculados principalmente con los sistemas de referencia modernos y sistemas de tiempo los cuales son indispensables para el entendimiento de los conceptos teóricos del funcionamiento del GNSS y del posicionamiento. En el curso se dará un mayor énfasis desde el punto vista teórico a las diferentes observables GNSS y a los modelos matemáticos necesarios para el procesamiento de las observaciones. Se brindan conceptos en la parte del ajuste de redes GNSS y su evaluación, así como los conceptos modernos en los sistemas de corrección diferenciales, posicionamiento PPP y las redes de estaciones GNSS permanentes y particularmente el Sistema Geocéntrico para las Américas (SIRGAS) como resultado del trabajo que efectúa el Centro Nacional de Procesamiento de Datos GNSS de la ETCG. Se analizan herramientas gratuitas como TEQC y BNC para la evaluación de datos GNSS. El curso se plantea de forma tal que los estudiantes, con la guía del profesor, apliquen las destrezas adquiridas en la carrera y puedan programar sus propias rutinas de cálculo usando como insumo la información consignada en diferentes archivos, además de ser capaces de determinar coordenadas de satélites y receptores primariamente sin necesidad de usar algún software comercial.

En la parte práctica, se usa el programa MatLab como herramienta fundamental para el desarrollo propio de las rutinas necesarias y adaptación de rutinas preexistentes, permitiéndoles a los estudiantes enfrentarse al problema de posicionamiento por medios satelitales y programar los algoritmos matemáticos necesarios para obtener una solución de coordenadas. Por tratarse de un curso que se ubica al final de la malla curricular, se asume que los estudiantes

dominan los conceptos teóricos que sustentan el posicionamiento satelital, los diferentes métodos de medición y el procesamiento y ajuste de los datos.

Objetivo General:

Profundizar en los conceptos teóricos básicos de la geodesia espacial, de los algoritmos que permiten el posicionamiento satelital y en los resultados del ajuste de redes GNSS logrando una visión más integral que facilite la comprensión de los modelos matemáticos existentes mediante la programación de rutinas de cálculo basadas en la información de diferentes archivos obteniendo como producto primario el posicionamiento en tierra.

Objetivos específicos:

1. Estudiar los conceptos básicos de los Sistemas Satelitales de Navegación Global reforzando las bases teóricas necesarias para la comprensión de los modelos matemáticos que permiten el posicionamiento satelital.

2. Enseñar los conceptos modernos relacionados con corrección diferencial, influencia de los errores y redes de estaciones permanentes GNSS como base fundamental para un entendimiento necesario en cuanto a las potencialidades que ofrece el sistema GPS como herramienta fundamental de investigación en la geodesia moderna.

3. Verificar mediante la programación una serie de rutinas en lenguaje de MatLab los diferentes modelos matemáticos que permiten el posicionamiento de satelital logrando primeramente una independencia de los programas comerciales.

4. Ayudar en el fortalecimiento de las destrezas en materia de programación de rutinas de cálculo como herramienta indispensable en la formación profesional de los ingenieros en topografía y geodesia.

Contenidos:

1. Geodesia espacial
- 1.1. Antecedentes
- 1.2. Técnicas de medición de la geodesia espacial
  - 1.2.1. Global Navigation Satellite System GNSS
  - 1.2.2. Satellite Laser Ranging SLR
  - 1.2.3. Very Long Baseline Interferometry VLBI
  - 1.2.4. Doppler Orbitography and Radiopositioning Integrated by Satellite DORIS
- 1.3. Sistema de referencia celeste internacional ICRS
- 1.4. Marco de referencia celeste internacional ICRF
- 1.5. Sistema de referencia terrestre internacional ITRS
- 1.6. Marco de referencia terrestre internacional ITRF
- 1.7. Transformaciones entre los sistemas y marcos geocéntricos de referencia
- 1.8. Organismos internacionales vinculadas con la geodesia
  - 1.8.1. Organización y funcionamiento
  - 1.8.2. Principales productos ofrecidos
- 1.9. Sistemas de tiempo

2. Conceptos básicos sobre órbitas
- 2.1. Generalidades

2.2. Movimiento Kepleriano
2.3. Tipos de efemérides

3. Introducción al GNSS
3.1. Principio básico del funcionamiento GPS
3.2. Constitución del sistema GPS
3.3. Segmentos del sistema GPS

4. Estructura de la señal
4.1. Fundamentos propagación de ondas
4.2. Espectro electromagnético
4.3. Variaciones de la señal
4.4. Composición de la señal
4.5. Procesamiento de la señal

5. Observables GPS
5.1. Ecuación de pseudodistancias por código
5.2. Ecuación de pseudodistancias por fase
5.3. Combinación de datos
5.4. Formato RINEX de observación
5.5. Formato RINEX de navegación
5.6. Chequeo de archivos rinex

6. Fuentes de error en mediciones GNSS
6.1. Tipos de errores
6.2. Errores en satélites y órbitas
6.3. Errores atmosféricos
6.4. Errores en el receptor
6.5. Indicadores de precisión
6.6. Influencia causada por la ionósfera
6.7. Influencia causada por la tropósfera

7. Métodos de observación y posicionamiento
7.1. Métodos de observación
7.1.1. Según observables
7.1.2. Según movimiento del receptor
7.2. Posicionamiento Preciso de Punto (PPP)
7.2.1. Principio
7.2.2. Ventajas y desventajas
7.2.3. Servicios en línea para PPP

8. Modelos matemáticos para el posicionamiento
8.1. Combinaciones de la fase
8.1.1. Diferencias simples
8.1.2. Diferencias dobles
8.1.3. Diferencias triples
8.2. Determinación de ambigüedades

9. Correcciones diferencias
9.1. Cinemático en tiempo real RTK
9.2. Formatos de transmisión de datos

9.3. Protocolo NTRIP
9.4. Sistemas de correcciones diferencias
9.5. DGNSS, SBAS

10. Ajuste de redes GNSS
10.1. Parámetros para la evaluación de redes GNSS

11. Redes de estaciones GNSS permanentes
11.1. Redes de estaciones GNSS permanentes internacionales
11.2. Procesamiento de la red SIRGAS-CON
11.3. La red de estaciones GNSS SIRGAS de Costa Rica

Bibliografía:

Berné, J. L., A. B. Anquella y N. Garrido (2014). GNSS. GPS: fundamentos y aplicaciones en geomática. Editorial Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España. 420 pp.

Gleason, S. y D. G. Egziabher (2009). GNSS Applications and Methods. British Library Cataloguing in Publication Data. EE. UU. 528 pp.

Grafarend, E., F. W. Krumm y V. Schwarze. Editors (2003). Geodesy The Challenge of the Third Millennium. Springer Verlag. Berlín, Alemania. 469 pp.

Greval, M., L. Weill y A. Andrews (2001). Global Positioning Systems, Inertial Navigation, and Integration. Editorial Wiley. EE.UU. 409 pp.

Hofmann-Wellenhof, B., H. Lichtenegger y E. Wasle (2008). GNSS Global Navigation Satellite Systems. GPS, GLONASS, Galileo and more. Springer Wein New York. EE. UU. 546 pp.

Leik, A., L. Rapoport y D. Tatarnikov (2015). GPS Satellite Surveying. Editorial Wiley. 4ta edición. New Jersey, EE.UU. 836 pp.

M. Hooijberg (2008). Geometrical Geodesy. Springer New York. EE. UU. 437 pp.

Misra, P. y P. Enge (2013). Global Positioning System Signals, Measurements and Performance. Ganga-Jamuna Press. EE. UU. 567 pp.

Núñez-García del Pozo, A., J. L. Valbuena y J. Velasco (1992). GPS: La nueva era de la topografía. Ediciones de las Ciencias Sociales. Madrid, España. 236 pp.

Plag, H. P. y M. Pearlman (2009). Global Geodetic Observing System Meeting the Requirements of a Global Society on a Changing Planet in 2020. Springer. New York, EE. UU. 367 pp.

Prasad, R. y M. Ruggieri (2005). Applied Satellite Navigation Using GPS, GALILEO, and Augmentation Systems. British Library Cataloguing in Publication Data. EE.UU. 389 pp.

Seeber, G. (2003). Satellite Geodesy. 2nd completely revised and extended edition. Walter De Gruyter. New York. EE. UU. 612 pp.

Torge, W. (2001). Geodesy. 3ra. Edición. Walter De Gruyter. New York. EE. UU. 427 pp.

W. M. Kaula (2000). Theory of Satellite Geodesy Applications of Satellite to Geodesy. Dover Publications. Inc. New York. EE. UU. 124 pp.

Xu, G. (2007). GPS Theory, Algorithms and Applications. Springer Verlag. Berlin, Alemania. 340 pp.

Xu, G. (2008). Orbits. Springer Verlag. Berlin, Alemania. 242 pp

Levantamientos Gravimétricos

UNIDAD ACADÉMICA	Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia
NOMBRE DEL CURSO	Levantamientos Gravimétricos
CÓDIGO	TGF442O
NIVEL	III
PERÍODO LECTIVO	II Ciclo
TIPO DE CURSO	Optativo disciplinar
MODALIDAD	Presencial
NATURALEZA	Teórico -Práctico
CRÉDITOS	3
HORAS SEMANALES	8
HORAS PRESENCIALES	3 (2T – 1P)
HORAS DE ESTUDIO INDEPENDIENTE	5
HORAS DE ATENCION AL ESTUDIANTE	1
HORAS DOCENTE	3
REQUISITO	Ninguno
CORREQUISITO	Ninguno
DOCENTE	Gabriela Cordero Gamboa

Descripción del curso:

La superficie de la Tierra es el objeto de investigación de la Ingeniería en Topografía y Geodesia, parte de principios operados en su interior. La Geodesia moderna tiene como fin determinar la forma de la Tierra, así como el campo gravitatorio externo, parámetros que están íntimamente ligados con la física del interior del planeta. La Gravimetría aporta datos imprescindibles para el estudio de las anomalías de la gravedad, de las cuales se deducen importantes elementos sobre la conformación interna del planeta y de las superficies equipotenciales de la fuerza de gravedad, definido por el geoide, adoptado como forma real de la Tierra, y representado en el elipsoide de referencia relacionado.

Este curso tiene un carácter teórico práctico. Instruye al estudiantado en los principios, conceptos, planificación y procesamiento de los observables gravimétricos obtenidos de campo.

El contenido de clases práctica se desarrollará en dos áreas: a) ejercicios de determinación y planificación para establecer la relación de la terminología y algoritmos con la base práctica y teórica; b) práctica de campo para familiarizar al estudiantado con el manejo de instrumental y aplicar métodos vistos en teoría.

Objetivo General:

Brindar los elementos y criterios requeridos para la aplicación de la gravimetría, proporcionando los conocimientos necesarios para la comprensión y uso de las técnicas de levantamientos gravimétricos como proceso de formación del ingeniero geodesta.

Objetivos específicos:

Al finalizar el curso el estudiante será capaz de:

1. Analizar la importancia de aplicación de las mediciones gravimétricas en complemento con otras técnicas topográficas para la determinación de la superficie de la tierra por medio de teorías y prácticas en el curso.

2. Planificar campañas de medición en redes gravimétricas definiendo la parte vertical de la Tierra con la guía de prácticas de aplicación.

3. Determinar valores de gravedad a puntos de redes de gravimetría por medio de levantamientos de campo y procesamiento sistematizado de los datos obtenidos como aporte a una mejor estimación de la superficie terrestre.

Contenido temático:

1. **Introducción a la Gravimetría**
   - 1.1 Conceptos
   - 1.2 Importancia
   - 1.3 Aplicaciones
   - 1.4 Funciones del geodesta
   - 1.5 Aplicaciones de la gravimetría (Posibilidades y limitaciones)

2. Gravimetría
   - 2.1 Ley de Gravitación Universal
   - 2.2 Constante de gravitación Universal
   - 2.3 Fuerza centrífuga debido a la rotación de la Tierra
   - 2.4 Fuerza de gravedad
   - 2.5 Gravedad Normal
   - 2.6 Redes gravimétricas
     - 2.6.1 Mundial
     - 2.6.2 Regional
     - 2.6.3 Nacional
     - 2.6.4 Locales

3. Instrumentos para medir gravedad
   - 3.1 Clasificación
   - 3.2 Instrumentos de medición absoluta y relativa
   - 3.3 Gravímetros
   - 3.4 Fuentes de error de los gravímetros

4. Levantamientos Gravimétricos
   - 4.1 Aspectos en un levantamiento gravimétrico terrestre
   - 4.2 Tipos de levantamientos gravimétricos
   - 4.3 Planificación de los puntos de observación
   - 4.4 Instrumentación
   - 4.5 Correcciones a las observaciones de gravedad
   - 4.6 Reducciones a las mediciones gravimétricas

5. Uso de herramientas para estimación de gravedad
   - 5.1 Información de campañas satelitales

6. Prácticas
   - 6.1 Repaso de conceptos físicos y matemáticos. Sistema de Unidades utilizadas
   - 6.2 Planificación de campañas de medición de redes gravimétricas

6.3 Descripción y manejo de un gravímetro (Scintrex)
6.4 Adquisición de datos de gravimetría (Scintrex), y GNSS.
6.5 Proceso y análisis de datos
6.6 Representación de datos.

Bibliografía

Agostino G. D', Desogus S., Germak A., Origlia C., Quagliotti D.. 2008. Boletín Absolute Measurements of the Free-Fall Acceleration g in the Republic of Panamá.

Basic, T. Markovinovi, D, and Rezo, M. 2004, Basic Gravimetric network of the Republic of Croatia. IAG International Symposium, Gravity, Geoid and Space Missions, GGSM 2004, Porto, Portugal.

Blitzkow, D., 2003. Sistemas Altimétricos y Determinación del Geoide, INOCAR, Guayaquil, Ecuador.

Boedecker G., 1988. International absolute gravity base station network (IAGBN) absolute gravity observations, data processing standars and station documentation. Bureau Gravimétrique International. Bulletin d'Information nº63, Toulouse.

Haller L.A., Ekman M., 1988. The fundamental gravity network of Sweden. Bureau Gravimétrique International. Bulletin d'Information nº63, Toulouse.

Heiskanen, W.A., Moritz, H. 1985. Geodesia Física. Ed. Instituto Geográfico Nacional.

Morell, C., 1974. The International Gravity Standardization Net 1971. (IGSN71). International Association of Geodesy, Special Publication No. 4.

Sevilla M. J., Gild A. J., Romero P. 1990. Adjustment of the first order gravity net in Spain. Instituto de Astronomía y Geodesia, Facultad de Ciencias Matemáticas, Universidad Complutence Madrid.

Torge W., 1989. Gravimetry. Walter de Gruyter, Berlín-New York.

http://bgi.omp.obs-mip.fr/

http://icgem.gfz-potsdam.de/ICGEM/

Cartografía Temática Digital

UNIDAD ACADÉMICA	Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia
NOMBRE DEL CURSO	Cartografía Temática Digital
CÓDIGO	TGF443O
NIVEL	IV
PERÍODO LECTIVO	I Ciclo
TIPO DE CURSO	Optativo disciplinar
MODALIDAD	Presencial
NATURALEZA	Teórico -Práctico
CRÉDITOS	3
HORAS SEMANALES	8
HORAS PRESENCIALES	3 (2T – 1P)
HORAS DE ESTUDIO INDEPENDIENTE	5
HORAS DE ATENCION AL ESTUDIANTE	1
HORAS DOCENTE	3
REQUISITO	Ninguno
CORREQUISITO	Ninguno
DOCENTE	Esteban Mora Vargas

Descripción del Curso

La cartografía es de especial importancia para los topógrafos ya que los mapas constituyen el principal medio de presentación de información topográfica. Este curso de cartografía temática proporciona al estudiante los conocimientos fundamentales necesarios para la creación de cartografía digital incorporando los elementos cartográficos adecuados. De esta manera el estudiante aprende sobre los diferentes componentes de los mapas y además, sobre las técnicas de representación cartográfica y de manejo de datos utilizados en la producción cartográfica digital moderna.

Objetivo General

Capacitar al estudiante en los fundamentos y el proceso del diseño, compilación, y creación de cartografía temática en formato digital, así como en el manejo y proceso de los datos e información espacial necesarios para la creación de mapas temáticos.

Objetivos Específicos

1. Estudiar los fundamentos teóricos del diseño, compilación, creación y edición de cartografía temática
2. Estudiar los fundamentos teóricos de los principales métodos de representación cartográfica
3. Aplicar los conocimientos aprendidos en la creación de mapas temáticos digitales con la ayuda de programas informáticos especializados
4. Desarrollar habilidades en la operación de programas informáticos especializados

Contenido Temático

1. Introducción a la Cartografía Temática
- 1.1 Introducción
- 1.2 Concepto de “Mapa Temático”
- 1.3 Principios de la comunicación de información en mapas
- 1.4 Visualización y aspectos cognitivos en la cartografía

2. Simbolización de Datos Espaciales
- 2.1 Disposición espacial de fenómenos geográficos
- 2.2 Niveles de medición
- 2.3 Variables visuales
- 2.4 Comparación de métodos de representación
- 2.5 Estandarización de datos
- 2.6 Elementos básicos en el diseño de mapas

3. Fundamentos Estadísticos
- 3.1 Población y muestra
- 3.2 Métodos de análisis de datos espaciales ignorando ubicación
- 3.3 Métodos de análisis de datos espaciales considerando ubicación

4. Clasificación de Datos
- 4.1 Métodos comunes
- 4.2 Mapeo con utilización de clases
- 4.3 Mapeo sin utilización de clases

5. Principios del Color
- 5.1 Procesamiento del color por el sistema visual humano
- 5.2 Consideraciones de hardware
- 5.3 Modelos de especificación del color

6. Mapeo con Símbolos Proporcionales
- 6.1 Selección de datos apropiados
- 6.2 Tipos de símbolos
- 6.3 Escalado de símbolos
- 6.4 Diseño de la leyenda

7. Métodos de Interpolación para Datos Continuos
- 7.1 Triangulación
- 7.2 Distancia inversa
- 7.3 Kriging
- 7.4 Otros

8. Mapeo con Puntos
- 8.1 Tipos de variables
- 8.2 Creación de mapas de puntos

Bibliografía

Burrough, PA., & Mcdonnell, RA. (1998). Principles of Geographical Information Systems, New York: Oxford University Press

Dent, B. (2008). Cartography: Thematic Map Design. Dubuque, IA: Wm. C. Brown. ISBN-10: 0072943823

Gomarasca, M. (2009). Basics of Geomatics. Springer Science+Business Media B.V.

Sherman, G. (2012). The geospatial desktop: open source GIS and mapping. Canada: Locate press.

Slocum, T. (2008). Thematic Cartography and Geovisualization - 3rd Edition. New Jersey: Prentice Hall. ISBN-10: 0132298341

Varios. (1997-2016). GeoInformatica. Springer US. ISSN: 1384-6175 (Print) 1573-7624 (Online). http://link.springer.com/journal/10707

Varios. (1973-2015). Journal of the Indian Society of Remote Sensing. Springer US. ISSN: 0255-660X (Print) 0974-3006 (Online). http://link.springer.com/journal/12524

Análisis Espacial

UNIDAD ACADÉMICA	Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia
NOMBRE DEL CURSO	Análisis Espacial
CÓDIGO	TGF444O
NIVEL	IV
PERÍODO LECTIVO	I Ciclo
TIPO DE CURSO	Optativo disciplinar
MODALIDAD	Presencial
NATURALEZA	Teórico –Práctico
CRÉDITOS	3
HORAS SEMANALES	8
HORAS PRESENCIALES	3 (2T – 1P)
HORAS DE ESTUDIO INDEPENDIENTE	5
HORAS DE ATENCION AL ESTUDIANTE	1
HORAS DOCENTE	3
REQUISITO	Sistemas de Información Geográfica II
CORREQUISITO	Ninguno
DOCENTE	Esteban Mora Vargas, Manuel Ramírez Núñez

Descripción del curso:

Ofrece al estudiante los conocimientos teóricos-prácticos del análisis espacial y su aplicación en la administración del territorio. Igualmente, dará a los estudiantes los conocimientos, métodos y herramientas orientadas al modelado y análisis de información espacial, utilizados en la actualidad para la optimización de los recursos, monitoreo del medio físico, priorización de obras y para la toma de decisiones de acuerdo a la información disponible, entre otras tareas. El avance de las tecnologías SIG ha sido paralelo al desarrollo de hardware y software informáticos, creando con ello sistemas de información más ágil de manejar.

Objetivo General:

Brindar los conocimientos y nociones del análisis espacial como herramienta para la solución de problemas en el ámbito de la Topografía, Administración del territorio, Geodesia y Geomática

Objetivos específicos:

1. Analizar y estudiar las diferentes técnicas del análisis espacial para la solución de problemas.

2. Desarrollar las habilidades prácticas que se requieren en el desarrollo de aplicaciones del análisis espacial en la Topografía y sus diferentes áreas.

3. Establecer la naturaleza y las características de un problema territorial como paso previo a su resolución en un SIG, y definir, en función de lo anterior, los datos necesarios para su resolución.

4. Conocer distintos tipos de operaciones de análisis espacial, tanto en modelo vectorial como en modelo raster y su adecuación al tratamiento de distintos problemas geoespaciales.

CONTENIDO TEMÁTICO:

1. Introducción al Análisis Espacial

- 1.1 Conceptos y antecedentes del Análisis Espacial
- 1.2 El análisis espacial y los Sistemas de Información Geográfica
- 1.3 Tipos de relaciones espaciales
- 1.4 Ejemplos de aplicaciones en la Topografía y sus áreas

2. Análisis espacial de tipo vector

- 1.1 Manipulación de los datos espaciales
  - 1.1.1 Cambio de objeto cartográfico
  - 1.1.2 Unión y división de hojas o bloques
  - 1.1.3 Reducción del volumen de datos
  - 1.1.4 Actualización parcial de coberturas
- 1.2 Consultas en SIG vectoriales
  - 1.2.1 Búsqueda espacial y temática
  - 1.2.2 Consultas complejas
  - 1.2.3 Elaboración y presentación de los resultados
- 1.3 Operaciones de modelado cartográfico
  - 1.3.1 Superposiciones gráficas vs. topológicas (tipos)
  - 1.3.2 Análisis de proximidad y generación de áreas de influencia
- 1.4 Análisis de redes
  - 1.4.1 Caracterización de una red: medidas descriptivas
  - 1.4.2 Principales aplicaciones del análisis de redes

3. Análisis espacial de tipo ráster

- 2.1 Análisis local
  - 2.1.1 Operaciones sobre una sola capa: reclasificación
  - 2.1.2 Operaciones sobre varias capas: superposición; tipos
- 2.2 Análisis de vecindad
  - 2.2.1 Vecindad inmediata: filtros, etc.
  - 2.2.2 Vecindad extendida: corredores, polígonos Thiessen, etc.
- 2.3 Análisis de zonas
  - 2.3.1 Zonas y parcelas
  - 2.3.2 Mediciones espaciales (sobre una sola capa)
  - 2.3.3 Composición de mapas (superposición)

4. Procesos de análisis territorial

- 4.1 Conceptos básicos
- 4.2 Modelamiento de problemas espaciales
- 4.3 Modelos de distancias y proximidades
- 4.4 Modelos de densidad
- 4.5 Análisis topográfico de redes

5. Algebra de mapas

- 5.1 Conceptos
- 5.2 Sumatoria, resta y multiplicación de mapas
- 5.3 Integración de datos ráster en modelos de datos vectoriales

6. Aplicaciones y técnicas del análisis espacial

- 2.4 Técnicas cuantitativas para el análisis de la localización: cociente de localización

2.5 Análisis multi-criterios y multi-objetivos
2.6 Geostatistical Analyst

Bibliografía:

Peters, D. (2011). Building a SIG, Second Edition: System Architecture Design Strategies for Managers. Estados Unidos: ESRI Press.

Zeiler, M. & Murphy, J. (2010). Modeling Our World, Second Edition: The Esri Guide to Geodatabase Concepts. Estados Unidos: ESRI Press.

Tomlinson, R. (2011). Thinking About SIG: Geographic Information System Planning for Managers (4a. ed). Estados Unidos: ESRI Press.

Teorey, T.J. (2011). Database Modeling and Design, Fifth Edition: Logical Design. Estados Unidos: Morgan Kaufmann

Pena, J. (2009). Sistemas de Información Geográfica aplicados a la gestión del territorio: entrada manejo, análisis y salida de datos espaciales: teoría general y practica para ESRI ArcSIG 9 . Alicante: Editorial Club Universitario.

Wolf, R., Dewitt, B. & Wilkinson, B. (2014). Elements of photogrammetry: with applications in SIG. Boston: McGraw Hill.

Interactuando el Lenguaje de Programación Visual Basic Application con una herramienta de cálculo informático

UNIDAD ACADÉMICA	Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia
NOMBRE DEL CURSO	Interactuando el Lenguaje de Programación Visual Basic Application con una herramienta de cálculo informático
CODIGO	TGF445O
NIVEL	III
PERÍODO LECTIVO	II Ciclo
TIPO DE CURSO	Optativo disciplinar
MODALIDAD	Presencial
NATURALEZA	Teórico –Práctico
CRÉDITOS	3
HORAS SEMANALES	8
HORAS PRESENCIALES	3 (1T – 2P)
HORAS DE ESTUDIO INDEPENDIENTE	5
HORAS DE ATENCION AL ESTUDIANTE	1
HORAS DOCENTE	3
REQUISITO	Programación para Ingeniería
CORREQUISITO	Ninguno
DOCENTE	Carlos Sevilla Hernández

Descripción del curso:

Este curso permitirá que el estudiantado tenga a disposición una herramienta complementaria en la programación de rutinas para la realización de cálculos afines a la carrera, relacionando e interactuando en Visual Basic Aplication con una herramienta de cálculo informático. Hoy en día, en la mayoría de las ramas del saber utilizan hojas de cálculo, donde la Topografía, la Geodesia y la Geomática no son la excepción, más bien, son disciplinas que más cálculos realiza en sus procesos matemáticos, de ahí de la importancia de automatizar los cálculos empleando un lenguaje de programación como Visual Basic.

En este curso se estudiarán las herramientas de programación más relevantes que tiene a disposición Visual Basic Aplication, como por ejemplo la creación de módulos, funciones, subprogramas, formularios, archivos de texto, etc. El estudiantado aprenderá a trasladar los datos o la información de la hoja electrónica sobre un problema específico a Visual Basic Aplication, con la finalidad de procesar la información, y que posteriormente, dicho lenguaje envié los cálculos a la hoja electrónica, y los respaldé en un dispositivo de almacenamiento secundario.

Objetivo General:

Diseñar programas en Visual Basic Application con una herramienta de cálculo informático para la solución de problemas técnicos en el campo de la Topografía y la Geodesia.

Objetivos específicos:

Al finalizar el curso el estudiantado será capaz de:

1. Aprender a programar en el ambiente Visual Basic Application para la solución de métodos matemáticos de la topografía y la geodesia.

2. Crear formularios en Visual Basic Application que permitan interactuar los datos y cálculos con una herramienta de cálculo informático.

3. Diseñar programas para los cálculos efectuados en VBA para su respaldo en dispositivos de almacenamiento secundario.

4. CONTENIDO TEMATICO:

1 **Introducción a la herramienta de cálculo informático**
- 1.1 Celdas relativas y fijas
- 1.2 Operadores aritméticos
- 1.3 Funciones predefinidas

2 **Entorno de Programación Visual Basic Aplication**
- 2.1 Barra de menús y barra de herramientas
- 2.2 Diseñador de formularios
- 2.3 Explorador de proyectos
- 2.4 Ventana de propiedades
- 2.5 Cuadro de herramientas
- 2.6 Ventana de código

3 **Creación de Módulos**
- 3.1 Definición
- 3.2 Declaración de constantes y variables locales y globales
- 3.3 Declaración de funciones
- 3.4 Declaración de subprogramas

4 **Diseño de Funciones**
- 4.1 Definición
- 4.2 Encabezado de la función
- 4.3 Cuerpo de la función
- 4.4 Reglas en el paso de parámetros
- 4.5 Invocación de una función desde la herramienta de cálculo informático

5 **Diseño de Subprogramas**
- 5.1 Definición
- 5.2 Encabezado del subprograma
- 5.3 Cuerpo del subprograma
- 5.4 Reglas en el paso de parámetros
- 5.5 Invocación de un subprograma

6 **Diseño de Formularios**
- 6.1 Definición
- 6.2 Diseño gráfico
- 6.3 Código fuente

7 **Controles Básicos de un Formulario**
- 7.1 Botón de Comando

7.2 Cuadro de Texto
7.3 Cuadro de Lista
7.4 Cuadro Combinado
7.5 Etiqueta
7.6 Marco
7.7 Botón de Opción

8 **Código elemental de Visual Basic Aplication**
8.1 Condiciones y Estructuras de Decisión
8.1.1 If/then
8.1.2 If/then/else
8.1.3 Elseif
8.2 Ciclos
8.2.1 For/next
8.2.2 Do/Loop
8.2.3 While/Wend
8.3 Arreglos
8.3.1 Vectores
8.3.2 Matrices

9 **Procesamiento con Archivos de Texto**
9.1 Definición y sintaxis
9.2 Lectura de datos de un archivo de texto a herramienta de cálculo informático
9.3 Respaldo de las operaciones matemáticas de la herramienta de cálculo informático a un archivo de texto

10 Estudio **de casos topográficos**
10.1 Cálculo de coordenadas planas, derrotero, área
10.2 Nivelación geométrica simple y nivelación de precisión
10.3 Poligonales cerradas y amarradas a los extremos
10.4 Curvas verticales y curvas horizontales

Bibliografía:

1. Gómez, J. (2015). Excel 2013 Avanzado. España: RA-MA Editorial
2. Amelot Michele (2016). Visual Basic Excel 2016, Programación en Excel, Macros y lenguaje VBA. Ediciones ENI.
3. Dorian Oria, San Martin (2016). Programación Avanzada en VBA-Excel para principiantes.
4. Trejos Buriticá, O. I. (2017). Lógica de programación. Ediciones de la U. https://elibro.net.una.remotexs.co/es/ereader/unacr/70315
5. Bernard Liengme, Keith Hekman (2017). Liengme's Guide to Excel® 2016 for Scientists and Engineers, Academic Press.
6. Patterson, Andrew J., (2018). VBA for Excel: Programming VBA Macros - The Easy Introduction for Beginners and Non-Programmers. Editorial Andrew Patterson.
7. Williams, David A. (2019). Excel Programming: The Ultimate Collection to Learn Excel VBA & Excel Macros Step by Step. Editorial Independently Published.

Cartografía digital con UAV

UNIDAD ACADÉMICA	Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia
NOMBRE DEL CURSO	Cartografía digital con UAV
TIPO DE CURSO	Optativo disciplinar
CÓDIGO DEL CURSO	TGF446O
NIVEL Y GRADO ACADÉMICO	IV, Bachillerato
PERÍODO LECTIVO	I Ciclo
MODALIDAD	Presencial
NATURALEZA	teórico – práctico
CRÉDITOS	3
HORAS TOTALES SEMANALES	8
HORAS DEL CURSO	3 (1 Teoría / 2 Laboratorio)
HORAS DOCENTES	3
HORAS DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE	1
REQUISITOS	Fotogrametría I
CORREQUISITOS	Ninguno
DOCENTE:	Manuel Ramírez Núñez

Descripción del curso

Este curso es de carácter teórico-practico y está orientado al procesamiento de los datos generados por vuelos de vehículos aéreos no tripulados (UAV). El curso brinda los conocimientos fundamentales para evaluar y generar cartografía digital, ortofotos, modelos digitales de terreno y curvas de nivel utilizando técnicas fotogramétricas de rango cercano con UAV. Se estudian las técnicas para realizar levantamientos topográficos mediante la fotogrametría de rango cercano realizada desde UAV a baja altura, lo cual mejora sustancialmente la precisión y los costos asociados a levantamientos en áreas pequeñas o medianas. En el curso se aborda la práctica de estos métodos, desde la preparación y ejecución de vuelos hasta el procesamiento de las imágenes aéreas.

Objetivo general

Presentar al estudiantado los procesos requeridos para la generación y evaluación de cartografía digital, modelos digitales de terreno, ortofotos y curvas de nivel a partir del procesamiento de imágenes aéreas obtenidas con vehículos aéreos no tripulados (UAV)

Objetivos específicos

Al final del curso el estudiante será capaz de:

1. Diseñar el plan de vuelo con vehículos aéreos no tripulados con fines topográficos, tomando en cuenta elementos como altura de vuelo, resolución espacial, para lograr las exactitudes requeridas en función del trabajo

2. Procesar las imágenes aéreas capturadas con vehículos aéreos no tripulados, considerando los elementos necesarios para realizar las correcciones respectivas relacionadas con los procesos de orientación interna, relativa y externa, de forma que se obtenga un producto cartográfico.

3. Generar productos cartográficos digitales en 2D y 3D tales como modelos digitales del terreno, curvas de nivel, ortofotos y orto mosaicos, utilizando herramientas informáticas

4. Evaluar los resultados del procesamiento con el fin de definir las exactitudes logradas, a partir del uso de métodos estadísticos, de forma que tenga un parámetro sobre la calidad de los productos generados

Contenido temático

1 Vehículos aéreos no tripulados

1.1 Tipos de drones
- 1.1.1 Ala fija
- 1.1.2 Multirotor
- 1.1.3 Ejemplos
- 1.1.4 Partes esenciales de la aeronave
- 1.1.5 Peculiaridades de aviones de ala fija frente a multirotor. Ventajas e Inconvenientes

1.2 Productos esperados
- 1.2.1 Ortofotos
- 1.2.2 Modelos Digitales de terreno
- 1.2.3 Curvas de nivel
- 1.2.4 Video

2 Principios elementales fotogramétricos del vuelo con UAV

2.1 Conceptos fundamentales
- 2.1.1 Líneas del vuelo
- 2.1.2 Traslape longitudinal
- 2.1.3 Traslape transversal
- 2.1.4 Reconstrucción del terreno desde fotografías aéreas
- 2.1.5 Altura de vuelo
- 2.1.6 Escala.

2.2 Orientación interna
2.3 Orientación relativa
2.4 Orientación externa
2.5 Puntos de control terrestre
2.6 Aerotriangulación
2.7 La cámara digital

3 Regulaciones sobre vuelos con UAV

3.1 Áreas restringidas
3.2 Alturas de vuelos restringidas
3.3 Aspectos de seguridad
3.4 Comprobación de seguridad antes del despegue

4 Aspectos técnicos del plan de vuelo

4.1 Definir la escala de vuelo
4.2 Área de cobertura
4.3 Líneas de vuelo
4.4 GSD (Ground Sample Distance)
4.5 Definir la exactitud de las ortofotos
4.6 Como mejorar la exactitud

4.7 Vuelo manual
4.8 Vuelo autónomo
4.9 Georreferenciación

5 Aspectos del vuelo

5.1 Aspectos de seguridad para la realización del vuelo
- 5.1.1 Punto de despegue (home)
- 5.1.2 Punto de aterrizaje
- 5.1.3 Duración del vuelo
- 5.1.4 Línea de Observación
- 5.1.5 El copiloto

5.2 El mando remoto
- 5.2.1 Partes
- 5.2.2 Alcance de comunicación
- 5.2.3 Canal de comunicación
- 5.2.4 Interferencias electromagnéticas

5.3 Vuelo manual
- 5.3.1 Técnicas de despegue
- 5.3.2 Técnicas de aterrizaje
- 5.3.3 Movimientos (subir, bajar, girar, avance)
- 5.3.4 Comprobación de seguridad antes del despegue

5.4 Vuelo autónomo
- 5.4.1 Plan de vuelo
- 5.4.2 Configuración de la aeronave
- 5.4.3 Carga del plan de vuelo
- 5.4.4 Comprobación de seguridad antes del despegue
- 5.4.5 Ejecución del vuelo
- 5.4.6 Aterrizaje autónomo
- 5.4.7 Aterrizaje en caso de emergencia

6 Procesamiento del vuelo

6.1 Descarga de datos
6.2 Orientación relativa de las imágenes
6.3 Orientación externa de las imágenes
6.4 Uso de puntos de control
6.5 Determinación de los puntos característicos en las imágenes
6.6 Generación de nube densa
6.7 Tratamiento de la nube de puntos (vegetación, construcciones)
6.8 Triangulación.
6.9 Curvado.
6.10 Medidas de volúmenes
6.11 Medida de aéreas
6.12 Mediada de distancias

7 Generación de productos fotogramétricos

7.1 Generación del modelo digital del terreno
7.2 Generación de curvas de nivel
7.3 Generación de ortofotos
7.4 Generación de ortomosaico
7.5 Exportar y conversión de datos

8 Evaluación de los resultados

8.1 Métodos para la evaluación
8.2 Evaluación de productos 2D
8.3 Evaluación de productos 3D

I. Bibliografía

- Ariza, F. (2002). Calidad en la producción cartográfica. Editorial RA-MA, España. ISBN: 9788478975242

- Colomina, I., Molina, P. (2014). Unmanned aerial systems for photogrammetry and remote sensing: A review, Journal of photogrammetry and remote sensing, nº 92, pp. 79-97.

- Johnson E. (2020). Unmanned Aerial Vehicle (UAV). In: Baillieul J., Samad T. (eds) Encyclopedia of Systems and Control. Springer, London. https://doi.org/10.1007/978-1-4471-5102-9_100039-1

- Lillesand, T., Kiefer, R., Chipman, J. (2015). Remote Sensing and Image Interpretation, 7th Edition. USA: John Wiley and Sons Inc.

- Mohindru, V., Singh, Y., Bhatt, R., Gupta, A. (2021). Unmanned Aerial Vehicles for Internet of Things (IoT): Concepts, Techniques, and Applications. USA: John Wiley and Sons Inc.

- Rodriguez, J. (2020). Cartografía con drones (VANT´s). Editorial : Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Bogotá, Colombia. ISBN : 978-9586604185

- Sadraey, M. (2020). Design of Unmanned Aerial Systems. USA: John Wiley and Sons Inc.

- Schenk T. (2002). Fotogrametría Digital, Volumen 1. Editorial Marcombo, S.A., Barcelona, España.

- Tal,D., Altschuld, J. (2021). Drone Technology in Architecture, Engineering and Construction: A Strategic Guide to Unmanned Aerial Vehicle Operation and Implementation. USA: John Wiley and Sons Inc.

- Valavanis K.P., Vachtsevanos G.J. (2015) UAV Logistics Support: Introduction. In: Valavanis K., Vachtsevanos G. (eds) Handbook of Unmanned Aerial Vehicles. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-90-481-9707-1_150

- Yong T., Wenjin Z., Xinglei Y., Yu W. (2015). Research on the Training of the UAV Operators. In: Tse P., Mathew J., Wong K., Lam R., Ko C. (eds) Engineering Asset Management - Systems, Professional Practices and Certification. Lecture Notes in Mechanical Engineering. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-09507-3_136

- Zurdo , J., (2019). Piloto de DRONES (RPAS). NAVEGACIÓN. Independently Published. ISBN: 978-1093207279

Principios de innovación y emprendimiento en la ingeniería

NOMBRE DEL CURSO	Principios de innovación y emprendimiento en la ingeniería
TIPO DE CURSO	Optativo disciplinar
CÓDIGO DEL CURSO	TGF447O
NIVEL Y GRADO ACADÉMICO	IV, Bachillerato
PERÍODO LECTIVO	II
MODALIDAD	Presencial
NATURALEZA	Teórico
CRÉDITOS	3
HORAS TOTALES SEMANALES	8
HORAS DEL CURSO	3
HORAS DOCENTES	3
HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE	1
REQUISITOS	Ninguno
CORREQUISITOS	Ninguno
DOCENTE	Diana Paniagua Jiménez

Descripción

El curso brinda los conceptos teóricos y técnicas referentes a la innovación y al emprendimiento en la ingeniería. Tiene como meta fomentar la innovación en el estudiantado, mediante la realización de sesiones prácticas y estudios de casos a nivel nacional e internacional, promoviendo el entendimiento de un mundo global y competitivo caracterizado por las transformaciones tecnológicas, económicas y sociales, siendo lo anterior clave para diferenciarse en el mercado.

Objetivo General

Establecer los elementos teóricos acerca de la innovación y el emprendimiento a nivel nacional e internacional considerando la ingeniería como base, mediante estudios de casos, diferentes técnicas de diseño y el análisis de experiencias, para la formulación e implementación de desafíos a la innovación.

Objetivos específicos

Al final del curso, el estudiantado será capaz de:

- Profundizar en el desarrollo histórico y actual de la innovación y el emprendimiento, a través de estudios de casos en Costa Rica y a nivel internacional, para el entendimiento de la diferencia conceptual existente entre ambos términos.

- Establecer las bases teóricas de la innovación en el proceso de desarrollo de capacidades tecnológicas y sociales, generando liderazgo de la innovación en su entorno, utilizando diferentes técnicas de diseño tales como *Design Thinking®* entre otras.
- Identificar el ámbito para la medición de las actividades científicas y tecnológicas en un entorno competitivo a través del estudio del Manual de Oslo y metodologías de innovación.

Contenidos

1. **Los principios de la innovación**
    a. La gestión de la innovación
    b. La cultura y la innovación
    c. Casos de estudio de la ingeniería en topografía en Costa Rica
    d. Casos de estudio de la ingeniería en topografía a nivel internacional

2. **Emprendimiento**
    a. Principios del emprendimiento
    b. Diferencia entre emprendimiento e innovación
    c. Spinoff de las empresas y universidades
    d. Ciencia del diseño (*Design Science Research*)®
    e. Design Thinking®
    f. Emprendimientos en topografía en Costa Rica

3. **Tipos de innovación**
    a. De producto
    b. De proceso
    c. De mercadeo
    d. Organizacional

4. Manual para la medición de las actividades científicas y tecnológicas
    a. Manual de Oslo®
    b. Otras normas y clasificaciones

Referencias bibliográficas

Brown, T., & Katz, B. (2019). *Change by design: How design thinking transforms organizations and inspires innovation* (Vol. 20091). New York, NY: HarperBusiness.

Candía, J. G., Coliñanco, L. G., Caro, C. L., & Hernández, N. R. (2014). Estrategia y cultura de innovación, gestión de los recursos y generación de ideas: prácticas para gestionar la innovación en empresas. *Pensamiento & gestión*, (36), 109-135.

Chandler, N., & Krajcsák, Z. (2021). Intrapreneurial Fit and Misfit: Enterprising Behavior, Preferred Organizational and Open Innovation Culture. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, *7*(1), 61.

Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2017). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Sage publications.

Data, I. I. (2005). Oslo Manual. *Paris and Luxembourg: OECD/Euro-stat*.

Duarte, T., & Tibana, M. R. (2009). Emprendimiento, una opción para el desarrollo. *Scientia et technica*, *15*(43), 326-331.

Escorsa Castells, P., & Pasola, J. V. (2004). *Tecnología e innovación en la empresa* (Vol. 148). Univ. Politèc. de Catalunya.

Euchner, J., & Ganguly, A. (2014). Business model innovation in practice. *Research-Technology Management*, *57*(6), 33-39.

Ezponda, J. E. (2008). El Manual de Oslo y la innovación social. *Arbor: Ciencia, pensamiento y cultura*, (732), 609-618.

Hayter, C. S. (2015). Public or private entrepreneurship? Revisiting motivations and definitions of success among academic entrepreneurs. *The Journal of Technology Transfer*, *40*(6), 1003-1015.

Ries, E. (2011). *The lean startup: How today's entrepreneurs use continuous innovation to create radically successful businesses*. Currency.

Sierra, J. (2018). La cuarta hélice y la financiación de la innovación. *Journal of Economics, Finance and Administrative Science*.

Still, K. (2017). Accelerating research innovation by adopting the lean startup paradigm. *Technology Innovation Management Review*, *7*(5).

Fundamentos de teledetección con imágenes de Radar

Nombre del curso	Fundamentos de teledetección con imágenes de Radar
Tipo de curso	Optativo
Código del curso	TGF449O
Nivel y grado académico	IV, Bachillerato
Período lectivo	II Ciclo
Naturaleza	Teórico - práctico
Créditos	3
Horas totales semanales	8 (3 presenciales, 5 estudio independiente)
Horas del curso	3 (2 teórica, 1 práctica)
Horas docentes	3
Horario de atención al estudiante	
Requisitos	Física II para Topografía, Sistemas de Información Geográfica II
Correquisitos	Ninguno
Docente:	Jose Francisco Valverde Calderón

Descripción

El Radar de Apertura Sintética (Synthetic Aperture Radar, SAR por sus siglas en inglés) es una herramienta de observación de la Tierra, que utiliza frecuencias de microondas en el rango de longitudes de onda de 2 cm hasta 1 m. Los sistemas SAR se operan desde aviones o plataformas satelitales en órbita y proporcionan imágenes que pueden utilizarse en diversidad de aplicaciones, que van desde el mapeo de la cobertura forestal a aplicaciones para deformación de la superficie por eventos como deslizamientos o terremotos.

La Agencia Espacial Europea (ESA, por sus siglas en inglés) desarrolla el Programa Copernicus, el cual es un programa para la observación del sistema Tierra. El segmento espacial lo constituye la familia de misiones Sentinel, donde se incluye el satélite Sentinel 1. Otra particularidad del Copernicus, es que las imágenes son de acceso libre, sin costo para los usuarios.

Por otro lado, es una labor común en la actualidad para el Ingeniero Topógrafo el recurrir a métodos de la teledetección para generar información del espacio y para describir fenómenos, aplicaciones en las cuales los sensores de Radar están teniendo auge por la ventajas que presentan con respecto a otras técnicas.

Ante lo comentado anteriormente y con el fin de incentivar y propiciar el uso de este tipo de información, el presente curso optativo dirigido al estudiantado de la ETCG, buscar proveerle de las bases teóricas y prácticas para identificar las fortalezas y debilidad de la teledetección utilizando imágenes de Radar

Objetivo General

Desarrollar habilidades y destrezas para la aplicación de técnicas de la teledetección con Radar, a través de procesamiento de imágenes de radar, el correspondiente analisis de los resultados obtenidos y la generación de productos cartográficos, de forma que se genere el criterio para la solución a problemas de su campo disciplinar usando esta tecnología

Objetivos específicos

Al final del curso, el estudiantado será capaz de:

- Comprender los conceptos básicos de la teledetección por Radar, de manera que conozca las aplicaciones, las ventajas y las limitaciones de esta tecnología
- Realizar el correcto tratamiento y procesamiento de una imagen de radar de forma que genere un producto cartográfico que brinde información acorde con el problema planteado
- Aplicar los métodos del SAR, SAR Interferométrico y sus variantes, para la solución a problemas de diversa naturaleza como cuantificación de la deformación de la corteza, mapeo de áreas inundadas, mapeo de la biomasa forestal, entre otros

Contenidos

1. **Fundamentos básicos de teledetección**
   - 1.1 Definición de teledetección
   - 1.2 Espectro electromagnético
   - 1.3 Sensores activos y pasivos
   - 1.4 Diferencias entre un sensor óptico y un sensor de radar

2. **Conceptos de Polarimetría y Radar de Apertura Sintética (SAR)**
   - 2.1 Antecedentes históricos
   - 2.2 Desarrollo del Radar
   - 2.3 Geometría de una imagen SAR
   - 2.4 Parámetros medidos por un sensor SAR
   - 2.5 Concepto de polaridad de una onda electromagnética
   - 2.6 Definición de polarimetría
   - 2.7 Polaridad VV, VH, HH, HV
   - 2.8 Aplicaciones de la polarimetría

3. **Radar de Apertura Real y Radar de Apertura Sintética**
   - 3.1 Definición del Radar de Apertura Real (RAR)
   - 3.2 Limitaciones del RAR
   - 3.3 Definición de Radar de Apertura Sintética (SAR)

4. **Imágenes de radar**
   - 4.1 Ecuación fundamental del Radar
   - 4.2 Mecanismos de dispersión de las microondas
   - 4.3 Interacción entre la energía del sensor y la superficie terrestre
   - 4.4 Concepto y efectos de Speckle
   - 4.5 Definición y efectos de Foreshotening, Layover y Shadow
   - 4.6 Imágenes de nivel 0, 1, 2 y productos derivados
   - 4.7 Modos de observación: el caso de Sentinel 1, RadarSat 2 y Alos-Palsar 2
   - 4.8 Elemento de una imagen de radar: fase e intensidad
   - 4.9 Orbitas ascendentes y descendentes
   - 4.10 Concepto de la Línea de Vista (LOS)

5. **Fundamentos de InSAR: métodos y aplicaciones**
   - 5.1 Definición física de interferometría: Interferómetro de Young
   - 5.2 Concepto de InSAR
   - 5.3 Definición de interferograma

5.4 Formación de un interferograma
5.5 Criterios para evaluar la calidad de un interferograma
5.6 Elementos que afectan la calidad de un interferograma
5.7 Fase interferométrica y sus componentes
5.8 Concepto de coherencia y decorrelación espacial y temporal
5.9 Desenrollado de la fase

6. Series de tiempo con InSAR
6.1 Concepto de una serie de tiempo
6.2 Método SBAS
6.3 Método PSI
6.4 Corner reflectors

7. Misiones SAR e InSAR
7.1 Desarrollo histórico
7.2 Características de la misión RadarSat-2
7.3 Características de la misión Alos-Palsar2
7.4 Características de la misión Sentinel-1
7.5 Características de la misión NISAR

8. Datos y software para InSAR
8.1 Programas de acceso libre: SNAP, ISCE, GMTSAR, Doris, GIAnT
8.2 Programas comerciales: Envi / SarScape, ERDAS InSAR, Gamma ISP

9. Aplicaciones
9.1 Mapeo de áreas inundadas y cuerpos de agua
9.2 Mapeo de la huella urbana
9.3 Mapeo de áreas forestales
9.4 Mapeo de áreas agrícolas
9.5 Determinación de deformaciones por erupciones volcánicas
9.6 Determinación de deformaciones por terremotos
9.7 Monitoreo de deslizamientos

Referencia bibliográfica

Balz, T., Soergel, U., Crespi, M., & Osmanoglu, B. (Eds.). (2018). Advances in SAR: Sensors, Methodologies, and Applications. MDPI.

Crosetto, M., Monserrat, O., Cuevas-González, M., Devanthéry, N., & Crippa, B. (2016). Persistent scatterer interferometry: A review. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, *115*, 78-89.

Flores-Anderson, A. I., Herndon, K. E., Thapa, R. B., & Cherrington, E. (2019). The SAR handbook: comprehensive methodologies for forest monitoring and biomass estimation (No. MSFC-E-DAA-TN67454).

Fobert, M. A., Singhroy, V., & Spray, J. G. (2021). InSAR monitoring of landslide activity in Dominica. *Remote Sensing*, *13*(4), 815.

Hooper, A. (2010). A statistical-cost approach to unwrapping the phase of InSAR time series. In *Proceedings of the International Workshop on ERS SAR Interferometry, Frascati, Italy* (Vol. 30).

Hooper, A., Segall, P., & Zebker, H. (2007). Persistent scatterer InSAR for crustal deformation analysis, with application to Volcán Alcedo, Galápagos. *Journal of Geophysical Research*, *112*(B07407), 19.

Hu, B., Chen, J., & Zhang, X. (2019). Monitoring the land subsidence area in a coastal urban area with InSAR and GNSS. *Sensors*, *19*(14), 3181.

Li, Z., Cao, Y., Wei, J., Duan, M., Wu, L., Hou, J., & Zhu, J. (2019). Time-series InSAR ground deformation monitoring: Atmospheric delay modeling and estimating. *Earth-Science Reviews*, *192*, 258-284.

Morishita, Y., Lazecky, M., Wright, T. J., Weiss, J. R., Elliott, J. R., & Hooper, A. (2020). LiCSBAS: An open-source InSAR time series analysis package integrated with the LiCSAR automated Sentinel-1 InSAR processor. Remote Sensing, 12(3), 424.

Soergel, U. (2010). Review of radar remote sensing on urban areas. In *Radar remote sensing of urban areas* (pp. 1-47). Springer, Dordrecht.

Yao, J., Yao, X., & Liu, X. (2022). Landslide Detection and Mapping Based on SBAS-InSAR and PS-InSAR: A Case Study in Gongjue County, Tibet, China. *Remote Sensing*, *14*(19), 4728.

Inteligencia artificial y Big Data en Geomática

Nombre del curso	Inteligencia artificial y Big Data en Geomática
Tipo de curso	Optativo disciplinar
Código del curso	TGF450O
Nivel y grado académico	IV, Bachillerato
Período lectivo	I Ciclo
Naturaleza	Teórico - práctico
Créditos	3
Horas totales semanales	8 (3 presenciales, 5 estudio independiente)
Horas del curso	3 (2 teórica, 1 práctica)
Horas docentes	3
Requisitos	Programación para Ingeniería, Ingles Instrumental II
Correquisitos	Ninguno
Docente:	Jose Francisco Valverde Calderón

Descripción

La inteligencia artificial (IA) es un conjunto de tecnologías que permiten que las computadoras realicen una variedad de funciones avanzadas, como ver, comprender y traducir lenguaje hablado y escrito, analizar datos, entre otra diversidad de aplicaciones. En términos más simples, IA se refiere a sistemas o máquinas que imitan la inteligencia humana para realizar tareas.

Por otro lado, Big Data es el término que se usa para describir un gran volumen de datos, el cual crece de manera exponencial con el paso del tiempo. Es un conjunto de datos tan grande y complejo, que ninguna de las herramientas tradicionales de datos es capaz de almacenarlos o procesarlos de manera eficiente.

En la actualidad (y la Geomática no escapa a esta realidad), el procesamiento de grandes cantidades de datos e información se basa en una variedad creciente de herramientas y métodos de recopilación, procesamiento, gestión y visualización de datos. Las Geociencias en general y la Geomática en particular no son ajenas al mundo de IA y Big Data, a tal punto que se acuño el término GeoAI, para hacer referencia a la integración de IA (y su divisiones como Machine Learning y Deep Learning) en las aplicaciones Geomáticas.

Ante este escenario, el presente curso teórico-práctico tiene como fin introducir y presentar al estudiantado de la ETCG en los conceptos de Inteligencia Artificial, Big Data y la relación y aplicaciones de estos conceptos en Geomática

Objetivo General

Presentar al estudiantado los conceptos generales sobre Inteligencia Artificial y Big Data y su aplicación en Geomática, de forma que este reconozca las potenciales aplicaciones de estas tecnologías en la solución a problemas de su campo disciplinar

Objetivos específicos

Al final el curso el estudiantado será capaz de:

- Aplicar distintos algoritmos de Machine Learning usando el programa R, de forma que genere soluciones a problemas en su campo disciplinar
- Representar gráficamente datos, seleccionando para este fin el gráfico más adecuado en función del público meta y la información disponible, utilizando el programa R
- Identificar potenciales soluciones a problemas de la Geomática, utilizando herramientas de Inteligencia Artificial y Big Data

Contenidos

1. Inteligencia artificial

1.1 Antecedentes históricos
1.2 Desarrollo de la inteligencia artificial
1.3 Ética en aplicaciones de Inteligencia Artificial
1.4 Machine Learning
  1.4.1 Definición
  1.4.2 Tipos de aprendizaje
    - Supervisado (Supervised)
    - No Supervisado (Unsupervised Learning)
    - Semi-Supervisado (Semi-supervised Learning)
    - Reforzamiento (Reinforcement Learning)
  1.4.3 Algoritmos de Machine Learning
    - Regresión Lineal (Lineal Regression)
    - Regresión Logística (Logistic Regression)
    - Arboles de decisión (Decision Trees)
    - SVM (Support Vector Machine)
    - Naive Bayes
    - KNN (k-nearest neighbors)
    - K-Medias (K-Means)
    - Bosques Aleatorios (Random Forest)
  1.4.4 Aplicaciones
  1.4.5 Estudio de casos
1.5 Deep Learning
  1.5.1 Definición
  1.5.2 Redes neuronales
  1.5.3 Aplicaciones
  1.5.4 Estudio de casos
1.6 Natural Procesessing Languaje
  1.6.1 Definición
  1.6.2 Aplicaciones

2. Big Data

2.1 Antecedentes históricos
2.2 Definición de Big Data
2.3 Tipo de datos: estructurados, semiestructurados, quasi-Estrucutarados, no estructurados
2.4 Definición de DataLake
2.5 Las V's del Big Data: Variedad, Velocidad, Volumen, Veracidad
2.6 Procesamiento de grandes volúmenes de datos:
  2.6.1 Compresión de los datos
  2.6.2 Tratamiento de los datos
  2.6.3 Modelado de los datos
  2.6.4 Presentación de los resultado

2.7 Visualización de datos
  2.7.1 Clasificación de los métodos de visualización de datos
    - Gráficos de comparación: Gráficos de barras y sus variantes, gráficos isotipo, gráficos de waffle, mapas de calor, gráficos bullet, gráficos de burbujas
    - Gráficos con tiempo: gráfico lineal, gráfico circular de línea, gráfico de pendientes, grafico bump, diagrama de Gantt
    - Gráficos de distribución: histogramas, grafico de pirámide, grafico de cajas, grafico de bigotes, grafico de violín
    - Gráficos de datos geoespaciales: mapa coroplético, cartograma, mapa de flujo
    - Gráficos de relaciones: Scatterplot, graficos de radar, matriz de correlación, diagramas de árbol, diagramas de redes

2.8 Herramientas para Big Data: R, Pyton, Hadoop, Spark, MongoBD, otras

2.9 Ética en Big Data

2.10 Aplicaciones de Big Data
  - Geodesia
  - Geomática
  - Catastro
  - Otras aplicaciones: Redes Sociales, Medicina

`

3. GeoAI

3.1 Definición de GeoAI

3.2 Aplicaciones

3.3 Estudio de Casos

Referencia bibliográfica

Anantrasirichai, N., Biggs, J., Albino, F., Hill, P., & Bull, D. (2018). Application of machine learning to classification of volcanic deformation in routinely generated InSAR data. Journal of Geophysical Research: Solid Earth, 123(8), 6592-6606.

Ding, Y., Yang, X., Jin, H., Wang, Z., Liu, Y., Liu, B., ... & Meng, D. (2021). Monitoring Coastline Changes of the Malay Islands Based on Google Earth Engine and Dense Time-Series Remote Sensing Images. Remote Sensing, 13(19), 3842.

Dinov, I. D. (2018). Data Science and Predictive Analytics. Springer, Ann Arbor, MI, USA https://doi. org/10, 1007, 978-3.

Kordon, A. K. (2020). Applying data science: How to create value with artificial intelligence. Springer Nature.

Kubat, M., & Kubat. (2017). An introduction to machine learning (Vol. 2). Cham, Switzerland: Springer International Publishing.

Naghibi, S. A., Khodaei, B., & Hashemi, H. (2022). An integrated InSAR-machine learning approach for ground deformation rate modeling in arid areas. Journal of Hydrology, 608, 127627.

Pierdicca, R., & Paolanti, M. (2022). GeoAI: a review of artificial intelligence approaches for the interpretation of complex geomatics data. Geoscientific Instrumentation, Methods and Data Systems, 11(1), 195-218.

Qamar, U., & Raza, M. S. (2020). Data Science Concepts and Techniques with Applications (pp. 1-196). Berlin/Heidelberg, Germany: Springer.

Skansi, S. (2018). Introduction to Deep Learning: from logical calculus to artificial intelligence. Springer.

Steele, B., Chandler, J., & Reddy, S. (2016). Algorithms for data science (pp. 1-430). New York: Springer.

Vos, K., Splinter, K. D., Harley, M. D., Simmons, J. A., & Turner, I. L. (2019). CoastSat: A Google Earth Engine-enabled Python toolkit to extract shorelines from publicly available satellite imagery. Environmental Modelling & Software, 122, 104528.

Cursos optativos Licenciatura

Sistemas de Información Geográfica 3D

UNIDAD ACADÉMICA	Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia
NOMBRE DEL CURSO	Sistemas de Información Geográfica 3D
CÓDIGO DEL CURSO	TGF520O
NIVEL	V
PERÍODO LECTIVO	II Ciclo
TIPO DE CURSO	Optativo disciplinar
MODALIDAD	Presencial
NATURALEZA	Teórico - Práctico
CRÉDITOS	3
HORAS SEMANALES	8
HORAS PRESENCIALES	3 (2T – 1P)
HORAS DE ESTUDIO INDEPENDIENTE	5
HORAS DE ATENCION AL ESTUDIANTE	1
HORAS DOCENTE	3
REQUISITO	Diseño Geodésico I
CORREQUISITO	Ninguno
DOCENTE	Steven Oreamuno Herra

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.

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:

1. Que el estudiante entienda y domine los procesos para la implementación de esta tecnología dentro de una organización.

2. Desarrollar destrezas y habilidades para la consulta y extracción de información en el ámbito de Sistemas de Información Geográfica 3D.

3. Que el estudiante conozca y domine las tendencias modernas para el desarrollo de sistemas basados sobre análisis 3D.

4. Entender y dominar las técnicas y herramientas para el modelaje de ambientes 3D en sistemas de información Geográfica.

5. Entender los pasos para la implementación GIS 3D desde la conceptualización hasta la puesta en marcha de un sistema de este tipo.

6. Dominar los aspectos técnicos y prácticos sobre la administración de sistemas GIS en 3D

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
7.3.3.4
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
10.10 Cálculo de cuencas hidrográficas desde la superficie.

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

12.5 GIS 3D y museos virtuales

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 umitatila, 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

Infraestructura de Datos espaciales

UNIDAD ACADÉMICA	Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia
NOMBRE DEL CURSO	Infraestructura de Datos espaciales
CÓDIGO DEL CURSO	TGF521O
NIVEL	V
PERÍODO LECTIVO	II Ciclo
TIPO DE CURSO	Optativo disciplinar
MODALIDAD	Presencial
NATURALEZA	Teórico - Práctico
CRÉDITOS	3
HORAS SEMANALES	8
HORAS PRESENCIALES	3 (2T – 1P)
HORAS DE ESTUDIO INDEPENDIENTE	5
HORAS DE ATENCION AL ESTUDIANTE	1
HORAS DOCENTE	3
REQUISITO	Diseño Geodésico I
CORREQUISITO	Ninguno
DOCENTE	Steven Oreamuno Herra, Alexander González Salas

Descripción del curso:

Las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE) han tomado gran auge en las últimas décadas a nivel mundial, ellas permiten a los países u organizaciones compartir recursos, aumentando así la productividad, reducir costos de producción y mantenimiento de los datos espaciales; además mediante las IDE los datos producidos pueden ser potenciados ya que permiten la maximización de su uso por varios entes con diferentes fines contribuyendo así al desarrollo social, económico y ambiental. Este curso tiene un carácter teórico práctico y brinda los conceptos fundamentales para el diseño e implementación de Infraestructuras de datos espaciales. El curso permite conocer los conceptos fundamentales de las IDE, sus principales componentes y roles, sus ventajas y pasos para su implementación. El curso permite al estudiante ser capaz de entender cuáles son las tecnologías, estándares y normas para la implementación de una IDE, sea esta de carácter regional, local o gubernamental.

Objetivos Generales:

- Desarrollar destrezas y habilidades para la implementación de infraestructuras de Datos Espaciales, tomando en cuenta el marco legal y técnico de un país, institución o región.
- Dar a conocer los fundamentos de las Infraestructura de Datos Espaciales, su contexto de desarrollo, componentes, iniciativas y avances en diferentes niveles territoriales; destacando la importancia de la estandarización en la gestión de la información geográfica y su impacto en el fomento de la producción, intercambio, acceso y uso, de modo que contribuya a argumentar las estrategias de desarrollo social, económico y ambiental del territorio.

Objetivos específicos:

1. Entender y dominar las técnicas y herramientas para la implementación de infraestructuras de Datos espaciales.

2. Dominar los aspectos técnicos y prácticos sobre la planificación y ejecución de proyectos para la implementación de infraestructuras de datos espaciales.

3. Dominar los aspectos técnicos y prácticos de la integración de los datos espaciales dentro de una IDE.

4. Conocer y dominar los conceptos principales de las IDE.

5. Conocer los principales componentes IDEs y de sus roles.

6. Entender y dominar los aspectos legales, institucionales y económicos de las IDEs

Contenido temático:

1 Las Infraestructuras de Datos Espaciales
- 1.1 Introducción
  - 1.1.1 Antecedentes e historia de las IDE
  - 1.1.2 Definición de una IDE
  - 1.1.3 Objetivos
  - 1.1.4 Los componentes de las IDE
  - 1.1.5 Usos y ventajas de las IDE
- 1.2 Tecnologías relacionadas
  - 1.2.1 Tecnología SIG
  - 1.2.2 Bases de datos espaciales
  - 1.2.3 Internet, web y geo-servicios
  - 1.2.4 Plataformas tecnológicas comerciales y de software Libre
- 1.3 Las IDE como plataforma de Intercambio de datos
- 1.4 Tipos de IDE por su alcance
  - 1.4.1 Infraestructura Global de Datos espaciales
  - 1.4.2 Infraestructura Nacional de Datos Espaciales
  - 1.4.3 Infraestructura Regional de Datos Espaciales
  - 1.4.4 Infraestructura de Datos Espacial a Nivel de una Organización
- 1.5 El proceso desarrollo de las IDE
- 1.6 Fuentes de datos espaciales
- 1.7 Técnicas modernas de desarrollo

2 **Fuentes de datos espaciales y las IDE**
- 2.1 Los datos espaciales de la IDE
  - 2.1.1 Datos de Referencia
  - 2.1.2 Datos Espaciales Básicos (fundamentales)
    - 2.1.2.1 Sistema de Referencia geodésico
    - 2.1.2.2 Ortofotos
    - 2.1.2.3 Temas topográficos
    - 2.1.2.4 Mapa catastral
    - 2.1.2.5 Modelo Digital de terreno
    - 2.1.2.6 Red Vial
    - 2.1.2.7 Red Hídrica
  - 2.1.3 Datos de Segundo Orden
  - 2.1.4 Derechos de autor
- 2.2 Tecnologías para la captura de Datos
  - 2.2.1 Fotogrametría

2.2.2 GPS
2.2.3 Lidar
2.2.4 Sensores Remotos
2.2.5 Métodos topográficos convencionales
2.3 Tipos de datos usados en la IDE
2.3.1 Tipos de datos
2.3.1.1 Espacial
2.3.1.2 Literal
2.3.1.3 imágenes
2.3.2 Fuentes de datos
2.3.2.1 Instituciones Gubernamentales
2.3.2.2 Instituciones Privadas
2.3.2.3 Productores independientes
2.3.3 Preparación de los datos
2.3.4 Migración de los datos
2.3.5 Integración de los Datos
2.3.6 Actualización de los datos
2.3.7 Concepto de ClearingHouse
2.3.7.1 Diferencia entre ClearingHouse e IDE
2.3.8 Costos
2.4 La relación con los Gobiernos locales e instituciones estatales
2.5 Políticas gubernamentales sobre datos personales y privados
2.6 Relación entre productores de datos y participantes (Consumidores) de la IDE

3 Los metadatos y su rol dentro de la ide
3.1 Definición del concepto de Metadata
3.2 Uso de los Metadatos dentro del contexto de las IDE
3.3 Estándares para la Metadata
3.4 Herramientas para la creación y manejo de la Metadata
3.5 Catálogo de Datos de la IDE y la Metadata

4 Tecnologías relacionadas para la implementación de una IDE
4.1 Los Sistemas de Información Geográfica
4.2 Las Bases de Datos espaciales
4.2.1 Bases de Datos Centralizada
4.2.2 Bases de Datos Distribuida
4.2.3 Comparación, ventajas y desventajas
4.3 La Internet y protocolos relacionados
4.3.1 Redes locales, globales y regionales
4.4 Los Geoservicios

5 Estándares para la creación de las IDE´s
5.1 Políticas Nacionales referentes a los datos espaciales
5.2 Organismos nacionales
5.3 Organismos Internacionales
5.3.1 OGC
5.3.2 ISO
5.3.3 OPENGIS
5.3.4 W3C
5.3.5 FGCD
5.4 Estándares

5.4.1 La importancia de los estándares
5.4.2 GML, Lenguaje de Marcado geográfico
5.4.3 KML, Keyhole Markup Language
5.4.4 WFS, Web Feature Service
5.4.5 WMS, Web Map Service
5.4.6 WCS, Web Coverage Service
5.4.7 CSW, Web Catalogue Service
5.4.8 ISO/TC211
5.4.9 ISO SQL

6 Desarrollo de un proyecto de implementación de una IDE

6.1 Estrategias de desarrollo
6.1.1 Modelo Arriba hacia abajo
6.1.2 Modelo abajo hacia arriba
6.1.3 Comparación
6.2 Practicas recomendadas para la creación de una IDE
6.3 Identificación de productores y consumidores
6.4 Identificación de obstáculos para la implementación
6.4.1 Legislación
6.4.2 La no utilización de estándares
6.4.3 Políticas de Privacidad de datos en las instituciones participantes
6.5 Definición de estándares y normas dentro de la IDE
6.6 Definición de los requerimientos de los usuarios
6.7 Desarrollo basado en prototipos

7 Herramientas tecnológicas para el desarrollo de las IDE

7.1 Características Básicas de las Herramientas de Software
7.2 Herramientas de Software Libre
7.3 Herramientas de Software Comercial
7.4 Etapas de desarrollo
7.4.1 Definición de requerimientos
7.4.2 Modelaje del sistema
7.4.3 Desarrollo basado en prototipos
7.4.4 Pruebas del Sistema
7.4.5 Puesta en Operación

8 Estudio de casos

8.1 Implementación de sistemas de información espacial dentro del IGN de Costa Rica, caso SNIT.
8.2 Desarrollo de las IDE en Europa, INSPIRE.
8.3 Desarrollo de las IDE en América Latina.
8.4 Otros casos de estudio: Canadá, Japón, Australia, y otros.

Bibliografía:

Masser, Ian. (2007). Building European Spatial data Infraestructura, First edition. USA: ESRI PRESS.

Gascueña , Concepción M. & Guadalupe, Rafael. (2011). Diseño de Bases de Datos Mutidimensionales Espaciales: Multigranularidad Espacio Temporal. España: Editorial Académica Española

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.

Rockoff, Larry. (2011).The Language of SQL: How to Access Data in Relational Databases. Estados Unidos: Course Technology PTR.

Weinrich, Brian E. (2010) A Formal Design for Three-Dimensional Spatial Data in Database Systems: A Spatial Data Model. Estados Unidos:LAP Lambert Academic Publishing

Teorey, Toby J.. (2011).Database Modeling and Design, Fifth Edition: Logical Design. Estados Unidos: Morgan Kaufmann

Shashil Shekhar & Ranga Raju Vatsavai. (2013). Spatial and Spatiotemporal Data Mining. Estados Unidos: Chapman and Hall

Fundamentos para la gerencia de proyectos de Ingeniería Geomática

NOMBRE DEL CURSO:	Fundamentos para la gerencia de proyectos de Ingeniería Geomática
TIPO DE CURSO	Optativo disciplinar
CÓDIGO DEL CURSO	TGF523O
NIVEL	V nivel
GRADO ACADÉMICO:	Licenciatura
PERIODO LECTIVO:	II ciclo
MODALIDAD:	Presencial
NATURALEZA:	Teórico-Práctico
CRÉDITOS:	3
HORAS TOTALES SEMANALES:	8
HORAS DEL CURSO:	2 Teoría y 1 Práctica
HORAS DOCENTE:	3
HORARIO DE ATENCIÓN ESTUDIANTE:	1 hora (17:00)
REQUISITOS:	No tiene
CORREQUISITOS:	Ninguno
PERSONA DOCENTE:	Ing. Reynaldo Benavides Majano, MGP

DESCRIPCIÓN

En este curso se mediará para que el estudiantado logre conceptualizar los cuadros gerenciales y equipos de trabajo de conocimiento multivalente o multihabilidades, que permitan formar el capital intelectual de aprendizaje e innovación continua de las empresas.

Cada vez en mayor medida, los estudios de administración de empresas se apoyan en teorías de muy diversa naturaleza para desarrollar métodos y técnicas para la resolución de problemas que, en definitiva, sirven como ayuda a la toma de decisiones en las organizaciones. No obstante, las variables que afectan a una elección son tantas, sus causas tan variadas, que los métodos y técnicas se convierten en un excelente instrumental.

La finalidad de este curso es ofrecerle al estudiantado una serie de técnicas clásicas y modernas para que, durante su ejercicio diario de la profesión, logren conocer como gerentes competitivos, reducir en forma sistemática la incertidumbre que rodea la toma de decisiones en la "Administración de Proyectos" y les facilite la elección, fundamentada en las mejores alternativas de solución, en conjunto con su equipo de trabajo.

Objetivo General

Conocer los fundamentos sobre la disciplina de la Administración de Proyectos, su entorno y evolución, así como los conceptos básicos de la gestión gerencial, ciclos de vida, áreas de conocimientos y procesos por medio de metodologías activas para la definición, planificación, ejecución, control e implementación de un proyecto.

Objetivos específicos:

Al finalizar este curso el estudiantado será capaz de:

a. Conocer los conceptos y modelos sobre administración y gestión de proyectos de acuerdo con estándares internacionales del PMI, para la aplicación del desarrollo profesional.
b. Aplicar los tópicos de vanguardia en el rol de la gerencia de proyectos para su desarrollo en la vida práctica con apoyo experimental.
c. Determinar las tendencias actuales en gestión de proyectos por medio de modelos demanda en el mercado laboral en busca de la certificación de calidad.

I. CONTENIDOS TEMÁTICOS

1. Introducción
- 1.1. Descripción General y Propósito
  - 1.1.1.El Estándar para la Dirección de Proyectos
  - 1.1.2.Vocabulario Común
  - 1.1.3.Código de Ética y Conducta Profesional
- 1.2. Elementos Fundamentales
  - 1.2.1.Proyectos
  - 1.2.2.La importancia de la Dirección de Proyectos
  - 1.2.3.Relación entre la Dirección de Proyectos, Portafolios y Operaciones
  - 1.2.4.Componentes
  - 1.2.5.Adaptación
  - 1.2.6.Documentos de Negocios de la Dirección de Proyectos

2. El entorno en el que operan los proyectos
- 2.1. Descripción General
- 2.2. Factores Ambientales de la Empresa (EEFs)
  - 2.2.1.EEFs Internos a la Organización
  - 2.2.2.EEFs Externos a la Organización
- 2.3. Activos de los Procesos de la Organización
  - 2.3.1.Procesos, Políticas y Procedimientos
  - 2.3.2.Repositorios de Conocimiento de la Organización
- 2.4. Sistemas Organizacionales
  - 2.4.1.Descripción General
  - 2.4.2.Marcos de Gobernanza de la Organización
  - 2.4.3.Elementos de Gestión
  - 2.4.4.Tipos de Estructura Organizacional

3. El rol del director del proyecto
- 3.1. Descripción General
- 3.2. Definición de un Director de Proyecto
- 3.3. La Esfera de Influencia del Director del Proyecto
  - 3.3.1.Descripción General
  - 3.3.2.El Proyecto
  - 3.3.3.La Organización
  - 3.3.4.La Industria
  - 3.3.5.Disciplina Profesional
  - 3.3.6.Disciplinas Relacionadas
- 3.4. Competencias del Director de Proyectos
  - 3.4.1.Descripción General
  - 3.4.2.Habilidades Técnicas de Dirección de Proyectos
  - 3.4.3.Habilidades de Gestión Estratégica y de Negocios
  - 3.4.4.Habilidades de Liderazgo

3.4.5.Comparación entre Liderazgo y Gestión
3.5. Realizar la Integración
3.5.1.Realizar la Integración a Nivel del Proceso
3.5.2.Integración a Nivel Cognitivo
3.5.3.Integración a Nivel Contextual
3.5.4.Integración y Complejidad

4. Estándares Internacionales en Administración de Proyectos
4.1. Proyectos y Dirección de Proyectos
4.2. Relaciones entre Portafolios, Programas y Proyectos
4.3. Vínculo entre Gobernanza Organizacional y Gobernanza del Proyecto
4.4. Éxito del Proyecto y Gestión de Beneficios
4.5. El Ciclo de Vida del Proyecto
4.6. Interesados del Proyecto
4.7. Rol del Director del Proyecto
4.8. Áreas de Conocimiento de la Dirección de Proyectos
4.9. Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos.
4.10. Factores Ambientales de la Empresa y Activos de los Procesos de la Organización
4.11. Adaptar los Objetos del Proyecto

5. Tópicos de vanguardia en Administración de Proyectos
5.1. La oficina de Gestión de Proyectos (PMO)
5.2. Tipos de oficinas
5.3. Constitución de la OGP
5.4. Cultura Organizacional

Bibliografía:

- Project Management Institute. (2017). *Guía de los fundamentos de la Dirección de Proyectos.* (PMBOK)®. Pennsylvania, USA: (6ª ed.). PMI Publications.
- Lledó P (2013). *Administración de Proyectos: EL ABC para un Director de Proyecto Exitoso*. 3ra ed. -Victoria, BC, Canadá: el autor.
- Graham, R. & Englund, R. (2004). *Creating and Environment for Successful Projects.* USA: Jossey-Bass Publishers.
- Jack Gido. James P. Clements. (2012*) Administración exitosa de proyectos,* Quinta edición. Cengage Learning Editores, S.A. de C.V.

Análisis y Diseño de Sistemas de Información Geoespacial

Nombre del curso	Análisis y diseño de sistemas de información geoespacial
Tipo de Curso	Optativo disciplinar
Código del curso	TGF522O
Nivel y Grado Académico	V, Licenciatura
Período lectivo	II Ciclo
Modalidad	Presencial
Naturaleza	teórico – práctico
Créditos	3
Horas totales semanales	8
Horas del curso	3 (1 Teoría / 2 Laboratorio)
Horas docentes	3
Horas de atención al estudiante	1
Requisitos	Sistemas de Información Geográfica II
Correquisitos	Ninguno
Docente:	MSc. Manuel Ramírez Núñez

Descripción del curso

Este curso tiene un carácter teórico práctico y brinda los conceptos fundamentales para el diseño e implementación de Sistemas de Información Geoespacial dentro de una organización. El curso desarrolla los temas referentes al desarrollo y planificación de aplicaciones basadas en tecnología SIG dentro de una organización, tomando en cuenta el levantamiento, tratamiento, depuración y migración de datos espaciales, análisis y modelado de las necesidades de geo-procesamiento, productos cartográficos análogos y digitales, análisis costo beneficio del sistema y la migración, documentación del diseño, planificación de la implementación, pruebas del sistema, solicitud de ofertas de (RFP), además de la planificación y la estructuración de la capacitación del personal.

Objetivo general

Presentar al estudiantado los procesos requeridos para la implementación de sistemas de información geoespacial en una organización, tomando en cuenta las necesidades de geo-procesamiento, y productos cartográficos requeridos, coadyubando al logro de los fines de la organización.

Objetivos específicos

Al final del curso el estudiantado será capaz de:

1. Dominar los aspectos técnicos y prácticos sobre la planificación y ejecución de proyectos para la implementación de geo-procesamiento dentro del quehacer de una organización utilizando herramientas SIG.
2. Identificar las etapas para la implementación de sistemas basados en datos espaciales, tomando en consideración los requerimientos de la organización y los recursos disponibles para la resolución de problemas en la organización
3. Realizar el modelado de sistemas de información geoespaciales mediante la aplicación de técnicas y herramientas SIG
4. Realizar la integración de las bases de datos internas de una organización con el componente de datos geoespaciales a través del uso de herramientas geoinformáticas

Contenido temático

1 Desarrollo de Sistemas de Información Geográfica

- 1.1 Introducción
  - 1.1.1 Desarrollo de software
  - 1.1.2 Enfoque estructurado
  - 1.1.3 Análisis de requerimientos
  - 1.1.4 Modelaje de aplicaciones
- 1.2 Técnicas de desarrollo
- 1.3 El desarrollo de aplicaciones GIS y sus características

2 Datos espaciales dentro de la organización.

- 2.1 Introducción
- 2.2 Antecedentes
- 2.3 Evolución de los sistemas espaciales dentro de las empresas
- 2.4 Definición de las necesidades de información espacial en la organización.
- 2.5 Estrategias de implementación
- 2.6 Interacción componente espacial con los datos de la organización

3 La definición del problema

- 3.1 El propósito estratégico del sistema
- 3.2 La planificación
- 3.3 Definición de productos informativos
- 3.4 Definición del alcance del sistema
- 3.5 El diseño de los datos
- 3.6 Definición del modelo lógico de los datos
- 3.7 Determinación de los requerimientos del sistema
- 3.8 Análisis del impacto del sistema
  - 3.8.1 costo-beneficio del sistema
  - 3.8.2 estudio del riesgo
  - 3.8.3 el costo e impacto de la migración
- 3.9 Planificación de la implementación
- 3.10 Capacitación del personal y cargos
- 3.11 Pruebas del sistema
- 3.12 Los datos geoespaciales
  - 3.12.1 El ciclo de vida de los datos espaciales.
  - 3.12.2 Mantenimiento y actualización de los datos espaciales
  - 3.12.3 Los geo-procesos dentro de la organización, estandarización y normalización.
  - 3.12.4 Costos asociados a los geodatos
  - 3.12.5 Los cambios tecnológicos y su impacto en la captura de los geodatos.

4 Sistemas de gestión de bases de datos espaciales (SGBD).

- 4.1 Introducción.
  - 4.1.1 Historia y evolución
  - 4.1.2 Aplicaciones
  - 4.1.3 Ventajas
  - 4.1.4 Tipos de bases de datos.
  - 4.1.5 Características básicas.
  - 4.1.6 Sistemas actuales en el mercado.
- 4.2 Diseño de bases de datos espaciales
  - 4.2.1 Modelo conceptual.

4.2.2 Modelo físico.
4.2.3 Modelo entidad-relación espacial
4.2.3.1 Relaciones espaciales
4.2.3.1.1 Relación de Contenido
4.2.3.1.2 Relación de Intersección
4.2.3.1.3 Relación de Vecindad
4.2.3.1.4 Relación de Zona de influencia
4.2.4 Metadatos

5 Utilización de UML desde la perspectiva SIG
5.1 Introducción al UML
5.2 Diagramas de estructura
5.2.1 Diagrama de objetos
5.2.2 Diagrama de clases
5.2.3 Diagrama de componentes
5.2.4 Diagrama de despliegue
5.2.5 Diagrama de paquetes.
5.3 Diagramas de comportamiento
5.3.1 Diagrama de actividad
5.3.2 Diagrama de estados
5.3.3 Diagrama de casos de uso
5.4 Diagramas de interacción
5.4.1 Diagramas de comunicación
5.4.2 Diagramas de interacción
5.4.3 Diagramas de secuencia
5.4.4 Diagramas de sincronización (timing)

6 Modelaje de procesos geográficos
6.1 Características
6.2 Los objetos y clases espaciales
6.3 Los diagramas UML
6.4 Herramientas CASE

7 Escenarios de implementación
7.1 Desarrollo propio de la empresa
7.1.1 Descripción de los procesos de desarrollo e implementación
7.1.2 Ventajas y desventajas
7.2 Desarrollo por terceros
1.2.17 Descripción de los procesos de desarrollo e implementación
1.2.18 Solicitud de ofertas (RFP)
1.2.19 Solicitud de Interés (RFI)
1.2.20 Ventajas y desventajas

8 Estudio de casos
8.1 Implementación de sistemas de información espacial dentro del Catastro nacional, caso SIRI.
8.2 Implementación de sistemas de información espacial dentro del IGN, caso SNIT.

Bibliografía

- Allen, D. (2019). Focus on Geodatabases in ArcGIS Pro. Estados Unidos: Esri Press.

- Bolstad, P. (2019). GIS Fundamentals: A First Text on Geographic Information Systems, Sixth Edition Sixth Edition. Estados Unidos: XanEdu Publishing Inc.
- Domdouzis, K., Lake, P. Crowther, P. (2021). Concise Guide to Databases. Estados Unidos : Springer.
- Fisher,T., Orland, B., Carl Steinitz, C. (2020). The International Geodesign Collaboration: Changing Geography by Design. Estados Unidos: Esri Press.
- Fu, P. (2020). Getting to Know Web GIS, fourth edition. Estados Unidos: Esri Press.
- Gascueña , Concepción M. & Guadalupe, Rafael. (2011).Diseño de Bases de Datos
- Gregoire, M. (2021). Introduction to UML. Estados Unidos: Wiley Press
- Mitchell, A. (2020). The Esri Guide to GIS Analysis, Volume 1: Geographic Patterns and Relationships, second edition. Estados Unidos: Esri Press.
- Mutidimensionales Espaciales: Multigranularidad Espacio Temporal . España: Editorial Académica Española.
- Peters, Dave.(2011).Building a GIS, Second Edition: System Architecture Design Strategies for Managers. Estados Unidos: ESRI Press.
- Rockoff, Larry.(2011).The Language of SQL: How to Access Data in Relational Databases. Estados Unidos: Course Technology PTR.
- Shashil Shekhar & Ranga Raju Vatsavai. (2013). Spatial and Spatiotemporal Data Mining. Estados Unidos: Chapman and Hall
- Steinitz , Carl. (2012). A Framework for Geodesign: Changing Geography by Design. USA: ESRI PRESS.
- Teorey, Toby J. (2011). Database Modeling and Design, Fifth Edition: Logical Design. Estados Unidos: Morgan Kaufmann
- Tomlinson, Roger.(2013).Thinking About GIS: Geographic Information System Planning for Managers, Fifth Edition. Estados Unidos: ESRI Press.

8. REQUISITOS Y CORREQUISITOS

La siguiente tabla muestra los cursos con requisitos y correquisitos que necesita el estudiante, para avanzar en el plan de estudio.

Cuadro 13: Requisitos y Correquisitos de los cursos, Ingeniería en Topografía y Geodesia
Grado de bachillerato

Código	CURSO	REQUISITO	CORREQUISITO
TGF400	Cálculo Topográfico		Matemática General (MAT001)
TGF402	Geología para Ingeniería		
MAT001	Matemática General		
TGF401	Dibujo Topográfico asistido por Computadora		Cálculo Topográfico (TGF400)
	Estudios Generales		
	Estudios Generales		
FIY423	Física I para Topografía	Matemática General (MAT001)	Cálculo 1 (MAT002) Laboratorio de Física I para Topografía (FIY423L)
FIY423L	Laboratorio de Física I para Topografía	Matemática General (MAT001)	Cálculo 1 (MAT002) Física I para Topografía (FIY423)
MAT002	Cálculo I	Matemática General (MAT001)	
TGF403	Topografía I	Cálculo Topográfico (TGF400)	
	Estudios Generales		
	Estudios Generales		
TGF404	Programación para Ingeniería		Topografía II (TGF405)
FIY424	Física II para Topografía	Cálculo 1 (MAT002) Física I para Topografía (FIY423) Laboratorio de Física I para Topografía (FIY423L)	Laboratorio de Física II para Topografía (FIY424L)
FIY424L	Laboratorio de Física II para Topografía	Cálculo 1 (MAT002) Física I para Topografía (FIY423) Laboratorio de Física I para Topografía (FIY423L)	Física II para Topografía (FIY424)
MAT003	Cálculo II	Cálculo I (MAT002)	
TGF405	Topografía II	Topografía I (TGF403)	
LIX410	Inglés Integrado I		
TGF406	Sistemas de Información Geográfica I	Programación para Ingeniería (TGF404),	

Código	CURSO	REQUISITO	CORREQUISITO
		Inglés Integrado I (LIX410)	
TGF407	Legislación Catastral	Topografía II (TGF405)	
TGF408	Sistemas Satelitales de Navegación Global	Física II para Topografía (FIY424) Laboratorio de Física II para Topografía (FIY424L)	
MAT005	Algebra Lineal	Cálculo I (MAT002)	
MAT006	Probabilidad y Estadística	Cálculo I (MAT002)	
LIX411	Inglés Integrado II	Inglés Integrado I (LIX410)	
TGF 409	Sistemas de Información Geográfica II	Sistemas de Información Geográfica I (TGF 406)	
TGF 410	Catastro I	Legislación Catastral (TGF 407)	
TGF 411	Cartografía I	Sistemas Satelitales de Navegación Global (TGF 408)	
TGF 412	Topografía de Vías I		Hidrología (TGF 413)
TGF 413	Hidrología	Probabilidad y Estadística (MAT 006)	
TGF 414	Fotogrametría I	Sistemas de Información Geográfica II (TGF 409)	Ajuste I (TGF 416)
TGF 415	Catastro II	Catastro I (TGF 410)	
TGF 416	Ajuste I	Probabilidad y Estadística (MAT 006), Algebra Lineal (MAT 005)	
TGF 417	Topografía de Vías II	Topografía de Vías I (TGF 412)	
TGF 418	Fotogrametría II	Fotogrametría I (TGF 414)	
TGF 419	Sistemas de Información Territorial	Catastro II (TGF 415)	
TGF 420	Ajuste II	Ajuste I (TGF 416)	
TGF 421	Topografía de Obras Civiles	Topografía de Vías II (TGF 417)	
TGF 422	Avalúos		Sistemas de Información Territorial (TGF 419)
TGF 423	Diseño de Urbanizaciones	Topografía de Obras Civiles (TGF 421)	
TGF 424	Geodesia Geométrica	Ajuste II (TGF 420)	
TGF 425	Práctica Profesional Supervisada	I, II, III Año aprobado	
TGF 426	Métodos y técnicas de investigación	I, II, III Año aprobado	

Licenciatura en Geodesia

Código	CURSO	REQUISITO	CORREQUISITO
TGF 500	Diseño Geodésico I		Ajuste III (TGF 501)
TGF 501	Ajuste III	Ajuste II (TGF 420)	Diseño Geodésico I (TGF 500)
TGF 502	Geodesia Física	Geodesia Geométrica (TGF 424)	
TGF 503	Cartografía Matemática	Geodesia Geométrica (TGF 424)	
TGF 504	Proyecto de Graduación	Métodos y Técnicas de Investigación (TGF 426)	
TGF 505	Diseño Geodésico II	Diseño Geodésico I (TGF 500)	
TGF 506	Geofísica		Diseño Geodésico II (TGF 505)
TGF 507	Geodesia Satelital	Geodesia Física (TGF 502)	
TGF 508	Teledetección	Fotogrametría II (TGF 418)	
	Optativa V		

Observaciones:

1. Para el bachillerato, se debe completar 12 créditos en cursos optativos, de los cuales 9 créditos deben ser de cursos optativos disciplinares y 3 créditos de cursos optativos libres. Para la licenciatura, se debe completar 3 créditos de un curso optativo disciplinar.
2. Materias que no son de la Unidad Académica:
   - Estudios Generales 1, 2, 3 y 4
   - Matemática General, Cálculo I, Cálculo II, Algebra Lineal, Probabilidad y Estadística
   - Física I para Topografía y Física II para Topografía
   - Laboratorio de Física I para Topografía y Laboratorio de Física II para Topografía
   - Inglés Integrado I e Inglés Integrado II
   - Optativas de otras Unidades Académicas.
3. La oferta de los cursos optativos disciplinares (TEMÁTICA) se realizará de conformidad con los cursos establecidos en cada ciclo lectivo. Cada curso tendrá sus requisitos o correquisitos

9. EQUIVALENCIAS

La siguiente tabla muestra las equivalencias entre el plan de estudios 2005 y el plan de estudios 2019

Cuadro 14 : Universidad Nacional, Bachillerato en Ingeniería en Topografía y Catastro y Licenciatura en Ingeniería en Topografía y Geodesia, equivalencias entre plan vigente y nuevo plan

PLAN VIGENTE (declarado terminal)			NUEVO PLAN	
CÓDIGO	**CURSO**	**CRÉDITOS**	**CURSO**	**CRÉDITOS**
	Estudios Generales	12	Estudios Generales	12
	Ingles integrado I	4	Ingles integrado I	4
	Ingles integrado II	4	Ingles integrado II	4
	Química General	3	Optativo	3
MAT006	Probabilidad y Estadística	3	Probabilidad y Estadística	3
TGC400	Dibujo I	3	Dibujo Topográfico asistido por Computadora	3
TGC403	Geología y Geomorfología	2	Geología para ingeniería	2
TGC401	Topografía I	3	Topografía I	3
TGC404	Topografía II	3	Topografía II	3
TGC408	Topografía y Sistemas de posicionamiento	4	Sistemas Satelitales de Navegación Global	3
TGC417	Topografía de obras civiles	3	Topografía de obras civiles	3
TGC410	Computación y tecnologías de la información II	3	Programación para Ingeniería	3
TGC402 TGC406	Legislación I Legislación II	4	Legislación Catastral	2
TGC409	Topografía de vías I	4	Topografía de vías I	4
TGC414	Topografía de vías II	4	Topografía de vías II	4
TGC412	Catastro I	3	Catastro I	3
TGC425	Práctica Profesional Supervisada	4	Práctica Profesional Supervisada	4
TGC413	Sistemas de información Geográfica	3	Sistemas de información Geográfica I	2
TGC421	Fotogrametría II	3	Fotogrametría II	3
TGC420	Hidrología	2	Hidrología	2
TGC423	Geodesia	3	Geodesia Geométrica	3
TGC424	Ajuste I	3	Ajuste I	3
TGC429	Ajuste II	3	Ajuste II	3
TGC501	Ajuste III	3	Ajuste III	3

PLAN VIGENTE (declarado terminal)			NUEVO PLAN	
TGC426	Diseño y evaluación de sistemas catastrales	3	Optativo disciplinar	3
TGC427	Diseño y replanteo de urbanizaciones	3	Diseño de Urbanizaciones	3
TGC503	Diseño geodésico I	4	Diseño geodésico I	4
TGC508	Diseño geodésico II	4	Diseño geodésico II	4
TGC500	Diseño de Sistemas de Información territorial	3	Sistemas de Información Territorial	3
	Optativas I, II ,III y IV	12	Optativas I, II ,III y IV	12
Cursos sin equivalencia entre el plan de estudios 2005 y el plan de estudios 2019				
MAY440	Matemática I	3	-	-
MAY441	Matemática II	3	-	-
MAT007	Cálculo 2 para Topografía	3	Optativo disciplinar	3
MAT008	Matemática para Topografía	3	Optativo disciplinar	3
TGC407	Dibujo 2	3	Optativo disciplinar	3
QUX101	Química General	3	Optativo libre	3
TGC411	Cartografía I	2	-	-
TGC416	Catastro II	3	Optativo disciplinar	3
TGC415	Fotogrametría I	3	Optativo disciplinar	3
TGC405	Computación y tecnologías de la información I	3	Optativo disciplinar	3
TGC422	Planificación regional y urbana	2	-	-
TGC418	Avalúos	2	-	-
TGC505	Sensores remotos	2	-	-
TGC502	Geodesia física y geofísica	3	Optativo disciplinar	3
TGC507	Geodesia satelital	3	Optativo disciplinar	3
TGC428	Cartografía II	3	Optativo disciplinar	3
TGC504	Proyecto de Gradación I	2	-	-
TGC510	Proyecto de Graduación II	2	-	-
TGC506	Geoinformática	3	Optativo disciplinar	3
TGC509	Planificación y administración de proyectos	3	Optativo disciplinar	3
TGC419	Administración para Ingeniería	2	-	-
	-	-	Cálculo II	4
	-	-	Cálculo Topográfico	3
	-	-	Algebra Lineal	4
	-	-	Sistemas de información Geográfica II	3

PLAN VIGENTE (declarado terminal)			NUEVO PLAN	
	-	-	Geofísica	3
	-	-	Matemática General	4
	-	-	Cálculo I	4
	-	-	Cartografía I	3
	-	-	Catastro II	4
			Fotogrametría I	4
	-	-	Avalúos	3
	-	-	Teledetección	4
	-	-	Geodesia física	4
	-	-	Geodesia satelital	4
	-	-	Cartografía Matemática	4
	-	-	Métodos y técnicas de Investigación	4
	-	-	Proyecto de Graduación	3
			Optativo Disciplinar (Licenciatura)	3

Las equivalencias de los cursos de servicio del área de Física se pueden consultar en el Departamento de Física

10. PLAN TERMINAL

Para el estudiantado que continúa con el plan vigente se debe realizar la programación de los cursos que se impartirán en los siguientes 3 años, para que logren graduarse al amparo de este plan.

Cuadro 15: Universidad Nacional, Bachillerato en Ingeniería en Topografía y Catastro, plan terminal, cohorte 2016-2017

Cohorte de estudiantes: 2016-2017					
Año(s)	**Nivel**	**Ciclo**	**Código**	**Nombre de los cursos**	**Créditos**
2019-2020	III Nivel	I CICLO	TGC 411	Cartografía 1	2
			TGC 412	Catastro 1	3
			TGC 413	Sistemas de Información Geográfica	3
			TGC 414	Topografía de Vías 2	4
			MAT 008	Matemática para Topografía	3
			MAT 006	Probabilidad y Estadística	3
			Sub total		18
		II CICLO	TGC 415	Fotogrametría 1	3
			TGC 416	Catastro 2	3
			TGC 417	Topografía de Obras Civiles	3
			TGC 418	Avalúos	2
			TGC 419	Administración para Ingeniería	2

Cohorte de estudiantes: 2016-2017					
			TGC 420	Hidrología	2
				Optativa 1	3
			Sub total		18
	IV Nivel	I CICLO	TGC 421	Fotogrametría 2	3
			TGC 422	Planificación Regional y Urbana	2
			TGC 423	Geodesia	3
			TGC 424	Ajuste 1	3
			TGC 425	Práctica Profesional Supervisada	4
				Optativa 2	3
			Sub total		18
		II CICLO	TGC 426	Diseño y evaluación de Sistemas Catastrales	3
			TGC 427	Diseño y Replanteo de Urbanizaciones	3
			TGC 428	Cartografía 2	3
			TGC 429	Ajuste 2	3
				Optativa 3	3
				Optativa 4	3
			Sub total		18
2021	**IV Nivel**	I CICLO	TGC 421	Fotogrametría 2	3
			TGC 422	Planificación Regional y Urbana	2
			TGC 423	Geodesia	3
			TGC 424	Ajuste 1	3
			TGC 425	Práctica Profesional Supervisada	4
				Optativa 2	3
			Sub total		18
		II CICLO	TGC 426	Diseño y evaluación de Sistemas Catastrales	3
			TGC 427	Diseño y Replanteo de Urbanizaciones	3
			TGC 428	Cartografía 2	3
			TGC 429	Ajuste 2	3
				Optativa 3	3
				Optativa 4	3
			Sub total		18

Cuadro 16: Universidad Nacional, Licenciatura en Ingeniería en Topografía y Geodesia, plan terminal

Cohorte de estudiantes: 2015-2016-2017					
Año(s)	**Nivel**	**Ciclo**	**Código**	**Nombre de los cursos**	**Créditos**
2019-2020-2021	V Nivel	I CICLO	TGC 500	Diseño de Sistemas de Información Territorial	3
			TGC 501	Ajuste 3	3
			TGC 502	Geodesia Física Y Geofísica	3
			TGC 503	Diseño Geodésico 1	4
			TGC 504	Proyecto de Graduación 1	2
			Sub total		18
		II CICLO	TGC 505	Sensores Remotos	3
			TGC 506	Geoinformática	3
			TGC 507	Geodesia Satelital	3
			TGC 508	Diseño Geodésico 2	4
			TGC 509	Planificación y administración de Proyectos	3
			TGC 510	Proyecto de Graduación 2	2
			Sub total		18

Cuadro 17: Universidad Nacional, Bachillerato en Ingeniería en Topografía y Catastro, Requisitos y Correquisitos del Plan Vigente (Terminal)

CURSO	REQUISITO	CORREQUISITO
I ciclo, III nivel		
Cartografía 1	Dibujo 2	
Catastro 1	Topografía y Sistemas de Posicionamiento	
Sistemas de Información Geográfica (SIG)	Dibujo 2	
Topografía de Vías 2	Topografía de Vías 1	
Matemática 4	Matemática 3	
Probabilidad y Estadística	Matemática 2	
II ciclo, III nivel		
Fotogrametría 1	Cartografía 1	
Catastro 2	Catastro 1 y Sistemas de Información Geográfica (SIG)	
Topografía de Obras Civiles	Topografía de Vías 2 Topografía y Sistemas de Posicionamiento	

CURSO	REQUISITO	CORREQUISITO
Avalúos	Catastro 1	
Administración para ingeniería		
Hidrología	Geología y Geomorfología, Topografía 2	
Optativa 1		
I ciclo, IV Nivel		
Fotogrametría 2	Fotogrametría 1	
Planificación Regional y Urbana	Legislación 2 y Catastro 2	
Geodesia	Matemática 4, Topografía y Sistemas de Posicionamiento	
Ajuste 1	Matemática 4 y Análisis Estadístico	
Práctica Profesional Supervisada		Haber matriculado algún curso del VII Período
Optativa 2		
II ciclo, IV nivel		
Diseño y Evaluación de Sistemas Catastrales	Catastro 2	
Diseño y Replanteo de Urbanizaciones	Topografía de Obras Civiles, Topografía de Vías 2	
Cartografía 2	Geodesia	
Ajuste 2	Ajuste 1	
Optativa 3		
Optativa 4		
I ciclo, V nivel		
Diseño de Sistemas de Información Territorial	Sistemas de Información Geográfica (SIG)	
Ajuste 3	Ajuste 2	
Geodesia Física y Geofísica	Geodesia	
Diseño Geodésico 1	Geodesia y ajuste 2	
Proyecto de Graduación 1		Haber matriculado algún curso del IX Período
II ciclo, V nivel		
Sensores Remotos	Fotogrametría 2	
Geoinformática	Diseño de Sistemas de Información Territorial	
Geodesia Satelital	Geodesia Física y Geofísica	
Diseño Geodésico 2	Diseño Geodésico 1	

CURSO	REQUISITO	CORREQUISITO
Planificación y Administración de Proyectos	Administración para ingeniería	
Proyecto de Graduación 2	Proyecto de Graduación 1	

11. PLAN DE TRANSICIÓN

Para el estudiantado que decide trasladarse del plan declarado terminal al nuevo plan de estudios, debe realizarse la programación de los cursos que se impartirán para que se ubiquen en el nuevo plan de estudios y logren graduarse con este.

Cuadro 18: Universidad Nacional, Bachillerato en Ingeniería en Topografía y Catastro, plan de transición para el traslado del plan vigente al nuevo plan
Plan de Estudios de Transición de la Carrera Bachillerato en Ingeniería en Topografía y Catastro
Estructura Curricular vigente a partir del año 2019

Cohorte de estudiantes: 2018					
Año(s)	**Nivel**	**Ciclo**	**Código**	**Nombre de los cursos**	**Créditos**
2019	II Nivel	I CICLO		Calculo Topográfico	3
				Física I	4
				Programación para Ingeniería	3
				Topografía 2	3
				Calculo 2	4
			Sub total		**17**
		II CICLO		Sistemas de Información Geográfica I	2
				Legislación Catastral	2
				Sistemas Satelitales de Navegación Global	3
				Algebra Lineal	4
				Probabilidad y estadística	3
				Física II	4
			Sub total		**18**

Cuadro 19: Universidad Nacional, Bachillerato en Ingeniería en Topografía y Catastro, Requisitos y Correquisitos del Plan de Transición, cohorte 2018

CURSO	REQUISITO	CORREQUISITO
II nivel, I ciclo		
Cálculo Topográfico	Haber ingresado a la UNA	
Física I	Matemática General	
Programación para Ingeniería		Topografía II
Topografía II	Topografía I	
Cálculo II	Cálculo I	
II nivel, II ciclo		
Sistemas de Información Geográfica I	Programación para Ingeniería Inglés Integrado I	
Legislación Catastral	Topografía II	
Sistemas Satelitales de Navegación Global		Física II
Algebra Lineal	Cálculo I	
Probabilidad y estadística	Cálculo I	
Física II	Física I	

Cuadro 20: Plan de transición para el traslado del plan vigente al nuevo plan
Plan de Estudios de Transición de la Carrera Bachillerato en Ingeniería en Topografía y Catastro
Estructura Curricular vigente a partir del año 2019

Cohorte de estudiantes: 2017					
Año(s)	**Nivel**	**Ciclo**	**Código**	**Nombre de los cursos**	**Créditos**
2019	III Nivel	I CICLO		Sistemas de Información Geográfica I	2
				Catastro I	3
				Cálculo II	4
				Probabilidad y Estadística	3
				Algebra lineal	4
				Optativo Disciplinar	3
			Sub total		**19**
		II CICLO		Sistemas de Información Geográfica II	3
				Topografía de Vías II	4
				Cartografía I	3
				Ajuste I	3
				Hidrología	2
				Optativo Disciplinar	3
			Sub total		**18**
2020	IV Nivel	I CICLO		Fotogrametría 1	4
				Catastro II	4
				Ajuste II	3
				Topografía de Obras Civiles	3
				Práctica Profesional Supervisada	4
			Sub total		**18**

		II CICLO		Fotogrametría II	3
				Sistemas de Información Territorial	3
				Avalúos	3
				Geodesia Geométrica	3
				Diseño de Urbanizaciones	3
				Métodos y Técnicas de Investigación	4
			Sub total		**19**

Nota: por una única vez, el plan de transición considera 19 créditos para el primer ciclo del nivel III y el II ciclo del nivel IV

Cuadro 21: Universidad Nacional, Bachillerato en Ingeniería en Topografía y Catastro, Requisitos y Correquisitos del Plan de Transición, cohorte 2017

CURSO	REQUISITO	CORREQUISITO
III nivel, I ciclo		
Sistemas de Información Geográfica I	Programación para Ingeniería	
Catastro I	Legislación Catastral	
Cálculo II	Cálculo I	
Probabilidad y Estadística	Cálculo I	
Algebra lineal	Cálculo I	
Optativo Disciplinar		
III nivel, II ciclo		
Sistemas de Información Geográfica II	Sistemas de Información Geográfica I Inglés integrado I	
Topografía de Vías II	Topografía de Vías I	
Cartografía I	Sistemas Satelitales de Navegación Global	
Ajuste I	Probabilidad y Estadística Algebra lineal	
Hidrología	Probabilidad y Estadística	
Optativo Disciplinar		
IV nivel, I ciclo		
Fotogrametría 1	Sistemas de Información Geográfica II	
Catastro II	Catastro I	
Ajuste II	Ajuste I	
Topografía de Obras Civiles	Topografía de Vías II	
Práctica Profesional Supervisada	I, II, III año aprobados	
IV nivel, II ciclo		
Fotogrametría II	Fotogrametría 1	

Sistemas de Información Territorial	Catastro II	
Avalúos		Sistemas de Información Territorial
Geodesia Geométrica	Ajuste II	
Diseño de Urbanizaciones	Topografía de Obras Civiles	
Métodos y Técnicas de Investigación	I, II, III año aprobados	

12. REQUSITOS DE INGRESO

Los interesados en ingresar al plan de estudios en **INGENIERÍA EN TOPOGRAFÍA Y CATASTRO CON GRADO DE BACHILLERATO** deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- Ser graduado como Bachiller en estudios secundarios
- Realizar el proceso de admisión a la Universidad
- Aprobar el examen de admisión definido por la Universidad para cada período
- Cumplir con la nota mínima establecida por la Universidad para el ingreso a la carrera

Los interesados en ingresar al plan de estudios en **INGENIERÍA EN TOPOGRAFÍA Y GEODESIA CON GRADO DE LICENCIATURA** deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- Tener el grado de Bachiller en Ingeniería en Topografía y Catastro

13. PERMANENCIA DEL ESTUDIANTE EN LA CARRERA

El plan de estudios ha definido cuatro años para egresar con el grado de bachillerato y cinco años para egresar de la licenciatura, con dos períodos anuales de 17 semanas lectivas cada uno. Este plan se divide en 10 períodos con un máximo de 18 créditos por período, y la recomendación para el estudiante en su matrícula es que lleve el bloque completo de cada período para que no sufra atrasos en el cumplimiento de los requisitos académicos para la obtención del título y el correspondiente grado. Además, la Unidad Académica ofrecerá todos los cursos que demande la matrícula en cada período lectivo.

Para obtener el grado de Licenciatura, el estudiante debe, además de aprobar los cursos del plan de estudios, realizar y defender un Trabajo Final de Graduación, acorde con la reglamentación vigente en la Unidad Académica y en la Universidad.

14. REQUISITOS DE GRADUACIÓN

Para graduarse en el bachillerato, el estudiantado deberá haber cumplido los siguientes requisitos:

1. Haber aprobado todos los cursos y actividades que demanda el plan de estudios: haber cursado y aprobado 142 créditos, entre los cuales se incluyen:
    a. Cumplir con cuatro cursos del Centro de Estudios Generales, para un total de 12 créditos. El estudiantado debe matricular en total cuatro cursos de Estudios Generales a lo largo de su carrera, uno de cada área del Centro de Estudios Generales

b. Aprobar un total de 12 créditos en cursos optativos, de los cuales 9 créditos deben ser de cursos optativos de la ETCG (optativos disciplinares) y 3 créditos de cursos de otras carreras (optativos libres).
c. No tener pendientes financieros con ninguna instancia de la UNA.

Para graduarse en la licenciatura, el estudiantado deberá haber cumplido los siguientes requisitos:

1. Haber aprobado todos los cursos y actividades que demanda el plan de estudios: haber cursado y aprobado 36 créditos, entre los cuales se incluyen:
    a. Aprobar un total de 3 créditos en cursos optativos, los cuales deben ser de un curso optativo disciplinar de la ETCG
    b. No tener pendientes financieros con ninguna instancia de la UNA.
    c. Además, se debe elaborar, presentar de manera pública y aprobar un trabajo final de graduación acorde con la normativa vigente en la Universidad Nacional

15. MODALIDADES DE TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

Los requisitos de graduación que deben cumplir los estudiantes se encuentran estipulados en el Plan de Estudios de la forma siguiente:

- Obtención del Título de Ingeniero en Topografía y Catastro, grado de Bachillerato: el Plan de Estudios exige la aprobación de 44 cursos que corresponden a 142 créditos, incluyendo la Práctica Profesional Supervisada.

- Obtención del Título de Ingeniero en Topografía y Geodesia, grado de Licenciatura: el plan de estudios exige la aprobación de 10 cursos que corresponden a 36 créditos más la presentación y defensa pública de un trabajo final de graduación. Los requisitos que debe cumplir están estipulados en la normativa institucional que regula este proceso.

a. Modalidades disponibles para que el estudiantado realice su Trabajo Final de Graduación

Las modalidades disponibles para que el estudiantado de la Licenciatura realice su Trabajo Final de Graduación y de conformidad con lo que está definido Reglamento General de Enseñanza y Aprendizaje de la Universidad Nacional en el artículo 65, el acuerdo UNA-CTFG-ETCG-OFIC-010-2022, el acuerdo UNA-CO-FCEN-ACUE-007-2023 y la UNA-ETCG-DISC-001-2023, las modalidades de trabajos finales de graduación por las cuales puede optar el estudiantado son las siguientes:

1. Tesis
2. Proyecto de graduación
3. Seminario de graduación
4. Práctica dirigida
5. Prueba de grado
6. Pasantía
7. Artículo científico

b. Proceso para la presentación del anteproyecto de Trabajo Final de Graduación (TFG) y seguimiento de la ejecución de este

El proceso de presentación de anteproyecto o plan de trabajo y el desarrollo de la investigación es el siguiente:

1. En el marco del curso TGF504 Proyecto de Graduación, el estudiantado debe seleccionar el tema a desarrollar y la modalidad en que ejecutará el TFG.
2. Con el acompañamiento del docente del curso, el estudiantado debe preparar el anteproyecto, siguiendo las pautas definidas en la normativa vigente y aprobada por la Universidad Nacional, la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y la ETCG, esto de acuerdo con la modalidad elegida.
3. Antes de que finalice el curso TGF504 Proyecto de Graduación, el estudiantado debe entregar a la Comisión de Trabajos Finales de Graduación de la ETCG (CTFG) los siguientes documentos:
    a. El documento del anteproyecto en formato PDF
    b. Nota de entrega del anteproyecto, dirigida a la CTFG y firmada por el proponente, con copia al docente del curso Proyecto de Graduación
    c. Nota con la sugerencia de la Comisión Asesora, misma que será analizada por la CTFG, quien recomendará a la dirección de la ETCG la aprobación de esta o se la devolverá al estudiantado, con la justificación.

Una vez que el anteproyecto ha sido aprobado por parte de la CTFG de la ETCG, el estudiantado cuenta con un año para presentar el documento final (en caso de que la modalidad seleccionada lo solicite) e iniciar el proceso que culmina con la defensa pública del TFG.

Aspectos tales como solicitudes de prórrogas, solicitudes para suspender la ejecución del TFG, pautas para la presentación del documento, proceso de revisión del documento final y de realización de la defensa publica están indicados en la normativa institucional que regula estos procesos (Reglamento General del Proceso de Enseñanza y Aprendizaje).

c. El procedimiento de revisión y los plazos establecidos están indicados en la normativa que regula la realización del TFG.

El estudiantado debe elegir la modalidad en que realizará su Trabajo Final de Graduación durante las primeras dos semanas del curso TGF504 Proyecto de Graduación. Para este fin, la ETCG dispondrá de un formulario en el cual el estudiantado indicará la modalidad seleccionada. Dicho formulario se adjuntará al expediente del estudiante que la ETCG debe elaborar para el resguardo de los documentos asociados al TFG.

El estudiantado debe presentar y aprobar su anteproyecto ante la Comisión de Trabajos Finales de Graduación (CTFG) de la ETCG antes de la finalización del curso TGF504 Proyecto de Graduación. La presentación del anteproyecto ante la CTFG es un requisito para aprobar el citado curso.

La ejecución y el seguimiento del Trabajo Final de Graduación se dará en el curso Trabajo Final de Graduación (TGF 509). Para fines administrativos, este curso tiene 0 créditos.

d. Consideraciones si el estudiantado no concluye su Trabajo Final de Graduación en el plazo indicado en la normativa

Cuando el estudiantado **no logre concluir** la presentación de su trabajo final de graduación ante la Comisión de Trabajos Finales de Graduación de la ETCG, una vez concluido el plazo establecido en la normativa vigente o en los casos de reingreso de estudiantes a la carrera, estos deben matricular nuevamente el curso TGF504 Proyecto de Graduación, aun cuando lo haya aprobado anteriormente, a efectos de elaborar un nuevo anteproyecto o plan de trabajo y someterlo a la CTFG de la ETCG.

Cuando se presente el **reingreso de estudiantes inactivos** a la carrera se debe ajustar a las condiciones plan de estudio vigente y en ejecución. Para ello, se deben aplicar las equivalencias correspondientes entre los planes de estudio y el estudiantado deberá asumir los cursos que se requieran para optar por la aprobación de su anteproyecto y la realización de su Trabajo Final de Graduación.

16. GRADO Y TÍTULO A OTORGAR

La carrera de Ingeniería en Topografía y Geodesia otorga los siguientes grados y títulos:

GRADO Y TITULO	DURACIÓN (AÑOS)
Bachillerato con el título de Ingeniero en Topografía y Catastro	4
Licenciatura con el título de Ingeniero en Topografía y Geodesia	1

17. RECURSOS PARA LA EJECUCIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS

PRESUPUESTO

Aportes institucionales: Los aportes de la ETCG son la coordinación general y la administración financiera del programa, uso de vehículos y de instalaciones.

Jornadas académicas para la ejecución del plan de estudios

Parte de los cambios que afronta la Universidad Nacional es incluir en la ejecución de los cursos personal altamente calificado. Para desarrollar esta carrera, es importante que el especialista cuente con un título que sustente las necesidades académicas, pero que además tenga experiencia en el área.

Presupuesto laboral

En el cuadro 15 se indican los requerimientos laborales tanto para la contratación de la coordinación de la carrera como de la contratación de los y las docentes.

Cuadro 22: Requerimientos laborales

Bachillerato con el título de Ingeniero en Topografía y Catastro

Licenciatura con el título de Ingeniero en Topografía y Geodesia

Recurso Humano	Tiempo ETCG	Tiempo otras unidades	Total estimado
I Ciclo, I nivel	2,50 TC	2,25 TC	4,75 TC
II Ciclo, I nivel	2,00 TC	3,75 TC	5,75 TC
I Ciclo, II nivel	2,25 TC	2,75 TC	5,00 TC
II Ciclo, II nivel	2,75 TC	1,75 TC	4,50 TC
I Ciclo, III nivel	5,00 TC	0,75 TC	5,75 TC
II Ciclo, III nivel	6,25 TC	0,00 TC	6,25 TC
I Ciclo, IV nivel	5,75 TC	0,00 TC	5,75 TC
II Ciclo, IV nivel	3,50 TC	0,00 TC	3,50 TC
I Ciclo, V nivel	3,00 TC	0,00 TC	3,00 TC
II Ciclo, V nivel	3,00 TC	0,00 TC	3,00 TC

La columna "Tiempo otras unidades" hace referencia a la estimación de cursos de servicio que brinda el Centro de Estudios Generales, la Escuela de Matemática, el Departamento de Física y la Escuela de Literatura y Ciencias del Lenguaje

18. NIVELES DE COORDINACIÓN

Coordinación horizontal y vertical de los cursos del plan de estudios y evaluación del currículo

Se nombrará un/a ejecutor del plan de estudios que se encargará de facilitar los procesos de coordinación académica y evaluación curricular, tales como: promoción de la carrera, matrícula, coordinación con docentes, revisión del plan de estudios, la evaluación de los cursos.

Se realizará un taller al concluir el año lectivo para evaluar el plan de estudios, considerando la participación de los y las estudiantes y el profesorado de la Unidad Académica; con el fin de crear planes de mejoramiento académico.

Divulgación de la carrera

Se contará con diferentes medios de divulgación de este plan de estudios, entre ellos:

- ✓ Medios electrónicos, página Web, Revista y boletines electrónicos.
- ✓ Programas de educación continua como ampliación de la oferta académica.
- ✓ Promoción directa en la unidad académica

19. BIBLIOGRAFÍA

Escuela de Topografía. (2013). Plan estratégico 2013-2017. Disponible en www.etcg.una.ac.cr

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. (2016). Misión y Visión. [online] Exactasynaturales.una.ac.cr. disponible en: http://www.exactasynaturales.una.ac.cr/index.php/mision-y-vision [Accedido el 29 Sep. 2016].

Universidad Nacional. (2016). Misión y Visión. [online] disponible en: http://www.una.ac.cr/index.php/acerda-de/informacion-general/mision-y-vision [Accedido el 29 Sep. 2016].

20. ANEXOS

ANEXO 1

Lista de proyectos que apoyan la docencia

Proyecto	Año	Descripción
Estudio de deformación por métodos geodésicos en el Monumento Nacional Guayabo	2012	Para dar continuación a un proyecto desarrollado por la ETCG en el Monumento Nacional Guayabo, se efectuó la remedición de la red geodésica establecida y se aplicó un test estadístico para determinar la significancia de las diferencias
Establecimiento de una red geodésica vertical y GNSS en los alrededores del Campus Omar Dengo	2012	Con el fin de establecer vértices con coordenadas conocidas, tanto en la posición horizontal como en su componente vertical, se estableció una red conformada por 12 hitos, a los cuales se les dio elevación amarrando a bancos de nivel del IGN y posición horizontal usando métodos GNSS.
Establecimiento de una red geodésica para el estudio del deslizamiento de Puriscal	2012	La zona de Puriscal presenta una actividad geológica importante, especialmente producto del deslizamiento que afecta esta zona. En 2012 se estableció una red geodésica en el área, con el fin de aplicar algoritmos para estudios de deformación por métodos geodésicos.
Establecimiento de una red geodésica con métodos GNSS en Cuidad Quesada	2013	Debido a la pérdida de los monumentos de la red geodésica de primer y segundo orden, así como al retiro temporal de la estación GNSS de medición continua instalada en el BCR de Cuidad Quesada, se le brindó la colaboración a la Municipalidad de San Carlos en el establecimiento de una red geodésica conformada por seis vértices geodésicos en el casco urbano de Cuidad Quesada.
Mediciones GNSS sobre un conjunto de monumentos geodésicos en Sámara, Guanacaste	2013, 2014	Considerando que el curso Diseño Geodésico 1 incorpora dentro de sus contenidos uno dedicado al mantenimiento de marcos geodésicos de referencia y a su actualización cuando son afectados por eventos geológicos como terremotos. Tras el evento del 05 de septiembre de 2012 en la zona de Sámara, se han efectuado mediciones a efecto de que el estudiantado pueda estudiar la evolución de la deformación post-sísmica en la zona y la afectación sobre el marco geodésico oficial de Costa Rica.

Proyecto	Año	Descripción
Control y análisis de la deformación del deslizamiento del cerro Tapezco.	2013, 2014	Dentro de los contenidos teóricos del curso Diseño Geodésico I, se estudia el control y análisis de deformaciones en la corteza terrestre por métodos geodésicos. Este contenido teórico se complementa con la ejecución de un proyecto real por parte de los estudiantes, el cual consiste en medir, en una época actualizada, la red de puntos de control y objeto existente fuera y dentro del deslizamiento. Los datos de esta época son comparados con datos medidos por otros estudiantes en años anteriores sobre la misma red geodésica. De esta forma, los estudiantes logran detectar las deformaciones ocurridas en el deslizamiento Tapezco.
Densificación de la red geodésica planimétrica nacional.	2013, 2014	Dentro del marco de mantenimiento y densificación de redes geodésicas regionales, se introduce a los estudiantes en todos los aspectos teóricos referentes a esta área de la geodesia. Los aspectos teóricos son reforzados con un proyecto real a nivel regional, donde los estudiantes deben diseñar, medir, ajustar y analizar los resultados obtenidos en la densificación de la red geodésica nacional.
Rescate de bancos de nivel de la red geodésica altimétrica nacional.	2013, 2014	En los temas referentes a las redes verticales, se imparten clases teóricas para recordar aspectos técnicos y metodologías de medición vertical, convencional y satelital. Estos conocimientos son aplicados en el rescate de bancos de nivel que serán destruidos en un futuro próximo debido a la ampliación de vías, puentes u otras obras civiles donde se encuentran amojonados. Con esto se pretende que los estudiantes practiquen los aspectos de diseño, medición, ajuste y análisis de redes verticales y, al mismo tiempo, se contribuye con el estado costarricense al tratar de conservar a futuro la información altimétrica del país.

Nota: Estos proyectos no han sido inscritos y formalizados en la Universidad Nacional