**UNIVERSIDAD NACIONAL**

**FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES**

ESCUELA DE TOPOGRAFÍA, CATASTRO Y GEODESIA

INGENIERÍA EN TOPOGRAFÍA Y GEODESIA, CÓDIGO TGC503

PROGRAMA DEL CURSO DE

**DISEÑO GEODÉSICO I**

|  |  |
| --- | --- |
| Nombre del curso | **DISEÑO GEODÉSICO I** |
| Tipo de Curso | Regular |
| Código del curso | **TGC503** |
| Nivel y Grado Académico | 5, Licenciatura |
| Período lectivo | I Semestre 2021 |
| Modalidad | 16 semanas (en formato mixto) |
| Naturaleza | Teórico – práctico |
| Créditos | 4 |
| Horas totales semanales | 11 |
| Horas del curso | T = 3, P = 4, estudio independiente = 4 (viernes 18:00 - 20:30, sábado 8:00 – 11:00) |
| Horas docentes | 7 |
| Horas de atención al estudiante | 2, teoría viernes: 17:00 a 18:00; práctica sábado: 11:00 a 12:00; con previa solicitud por parte del estudiante. |
| Requisitos | Geodesia y Ajuste II |
| Correquisitos | Ninguno |
| Docente: | Ing. Erick Ovares Sánchez, MSc.  [erick.ovares.sanchez@una.cr](mailto:erick.ovares.sanchez@una.cr) |

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

**PLAN DE TRABAJO**

1. **Descripción del curso:**

En este curso el estudiante se involucra en las etapas de diseño, optimización, medición, ajuste y evaluación de una red geodésica horizontal de cobertura regional, considerando metodologías convencionales y satelitales. Se realizan dos o más proyectos completos, el primero de ellos consiste en la planificación, medición convencional y GNSS de una red horizontal, para la elaboración independiente y conjunta de las observaciones y la realización del análisis correspondiente.

El segundo proyecto abarca el diseño, ejecución, ajuste y análisis de una red horizontal para el estudio de deformaciones de la corteza terrestre, tomando como objeto de estudio un volcán, una o varias fallas geológicas locales, deslizamiento o placa tectónica.

Aunque los temas que se encuentran en el contenido se desarrollan a lo largo del curso mediante explicaciones por parte del docente, las características del mismo se aproximan a un taller de diseño, ejecución y análisis.

Nota: De acuerdo con la Circular N° UNA-VD-DISC-017-2020 y UNA-R-CIRC-079-2020, las clases teóricas serán desarrolladas de forma sincrónica remota, por medio de las plataformas tecnológicas que brinda la Universidad Nacional, mientras que las prácticas de laboratorio se impartirán algunas de forma presencial y otras de forma sincrónica remota, según se especifica más adelante en el cronograma del curso.

1. **Objetivos**

**Objetivo General:**

Brindar al estudiante una serie de conocimientos y herramientas básicas para que pueda emplearlas en el tratamiento de datos relacionados con las redes geodésicas horizontales y su aplicación para múltiples fines, considerando las metodologías de medición convencionales y satelitales.

**Objetivos específicos:**

1. Retomar y aplicar conceptos anteriormente adquiridos relacionados con la geodesia.
2. Estudiar los fundamentos de la planificación, establecimiento, medición, elaboración y análisis de redes geodésicas planimétricas regionales, considerando metodologías de medición convencional.
3. Proporcionar los fundamentos teóricos y de aplicación de la medición satelital.
4. Transmitir los fundamentos para el estudio de deformaciones en objetos naturales con metodologías convencionales y satelitales.
5. **Contenido temático:**

*1. Diseño y optimización de redes geodésicas regionales*

*1.1 Planteamiento del problema*

*1.2 Criterios de diseño*

*1.3 Criterios de optimización*

*1.4 Diseño preliminar*

*1.5 Evaluación del diseño preliminar*

*1.6 Análisis comparativo*

*1.7 Diseño definitivo*

*1.8 Estimación de costos y presupuesto.*

*2. Ejecución de la medición*

*2.1 Reconocimiento de campo*

*2.2 Amojonamiento.*

*2.3 Medición y supervisión*

*2.4 Ajustes parciales*

*3. Metodologías convencionales*

*3.1 Medición electrónica de distancias*

*3.1.1 Equipo, exactitudes y tolerancias*

*3.1.2 Correcciones y reducciones*

*3.2 Medición de ángulos*

*3.2.1 Equipo, exactitudes y tolerancias*

*3.2.2 Correcciones y reducciones*

*4. Metodologías satelitales de medición horizontal*

*4.1 Planificación de campañas de medición*

*4.2 Ejecución y supervisión*

*4.3 Procesamiento y evaluación*

*4.4 Campos de aplicación*

*5. Combinación de métodos de medición horizontal*

*5.1 Extracción de observaciones GNSS para complementar redes convencionales*

*5.2 Ajuste conjunto de observaciones convencionales y GNSS*

*5.3 Comparación de resultados*

*6. Determinación de deformaciones en objetos naturales*

*6.1 En volcanes.*

*6.2 En fallas geológicas*

*6.3 En placas tectónicas*

*6.4 En deslizamientos*

*7. Evaluación y mantenimiento de redes horizontales*

*7.1 Revisión del datum*

*7.2 Mediciones de refuerzo*

*7.3 Densificación*

*7.4 Conservación de monumentos*

*8. Diseño y optimización de redes geodésicas globales*

*8.1 Red de vínculo con redes mundiales*

*8.2 Evaluación de la exactitud.*

*8.3 Software especial para procesamiento*

1. **Estrategia metodológica:**

Las clases teóricas se impartirán de forma remota sincrónica, con el objetivo de promover la interacción entre el estudiante y el profesor y de esta manera facilitar la adquisición de los conocimientos por parte del estudiante, a través del desarrollo de clases magistrales y la combinación de estas con la lectura y discusión de artículos actuales relacionados con la temática a estudiar, así como trabajos prácticos relacionados con los contenidos teóricos abordados. Además, se asignarán trabajos de lectura y/o investigación para el hogar, de forma que estas sean material de apoyo para que el estudiante refuerce fuera del aula lo visto en clase y de esta forma se puede profundizar en el proceso de enseñanza – aprendizaje y sea insumo para la interpretación en clase.

En relación con la parte práctica, esta consiste en el desarrollo de proyectos de aplicación que se asemejan a los problemas que el estudiante podría enfrentar en su vida profesional, de forma que, con las mismas, se les provee de criterios para su solución y posterior análisis de resultados.

1. **Estrategia evaluativa:**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Detalle** | **Porcentaje [%]** | **Fecha de entrega/realización** |
| Prueba corta 1 | 2.5 | 23 abril / 18:00 pm |
| Prueba corta 2 | 2.5 | 11 junio / 18:00 pm |
| Investigación 1 | 15 | 30 abril / 18:00 pm |
| Investigación 2 | 15 | 18 junio / 18:00 pm |
| Informe proyecto 1 | 20 | 22 mayo / 8:00 am |
| Informe proyecto 2 | 15 | 3 julio / 8:00 am |
| Informe proyecto 3 | 15 | 3 julio / 8:00 am |
| Examen final | 15 | 25 junio / 18:00 pm |
| **TOTAL** | **100** |  |

Todas las actividades evaluativas tienen carácter obligatorio, las rubricas de calificación se indicarán en el pliego de condiciones de cada actividad y/o proyecto.

1. **Cronograma tentativo de actividades:**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Sesión** | **Teoría** | | **Laboratorio** | | **Metodología** |
| **Fecha\*** | **Contenido** | **Fecha\*** | **Contenido** |
| 1 | 12 mar. / 18:00 pm a 20:30 pm | 1.1 Presentación carta estudiante.  1.2 Introducción.  1.3 Diseño redes planimétricas  1.4 Repaso simulación  (contenido 1) | 13 mar. / 8:00 am a 12:00 pm | 1.1 Definición proyecto 1.  1.2 Prediseño. | Sincrónico remoto |
| 2 | 19 mar. / 18:00 pm a 20:30 pm | 2.1 Metodologías convencionales (contenido 3). | 20 mar. / 8:00 am a 12:00 pm | 2.1 Calibración de equipo.  2.2 Reconocimiento de campo remoto, proyecto 1.  2.3 Amojonamiento remoto. | Sincrónico remoto |
| 3 | 26 mar. / 18:00 pm a 20:30 pm | 3.1 Metodología satelital (contenido 4).  3.2 Diseño definitivo red proyecto 1. | 27 mar. / 8:00 am a 12:00 pm | Diseño definitivo. | Sincrónico remoto |
| 4 | 02 abr. / 00:00 pm a 00:00 pm | Semana Santa. | 03 abr. / 00:00 pm a 00:00 pm | Semana Santa. | Semana Santa. |
| 5 | 09 abr. / 18:00 pm / 20:30 pm | 5.1 Continuación metodología satelital (contenido 5). | 10 abr. / 7:00 am / 20:00 pm | Gira 1:  Medición convencional proyecto 1.  Medición GNSS proyecto 1. | Presencial |
| 6 | 16 abr. / 18:00 pm a 20:30 pm | 6.1 Reconocimiento de campo y amojonamiento (contenido 2).  6.2 Cálculo de costos y cotizaciones. | 17 abr. / 08:00 am a 13:00 pm | Cálculo y ajuste medición convencional y GNSS proyecto 1. | Sincrónico remoto |
| 7 | 23 abr. / 18:00 pm a 20:30 pm | 7.1 Prueba corta 1.  7.2 Preparativos investigación N° 1. | 24 abr. / 7:00 am a 20:00 pm | Gira 2:  Medición GNSS red proyecto 2. | Presencial |
| 8 | 30 abr. / 18:00 pm a 20:30 pm | 8.1 Presentación investigación 1. | 01 may. / 8:00 am a 12:00 pm  Este feriado se trasladó para el lunes 3 de mayo | Cálculo y ajuste combinación de métodos proyecto 1. | Sincrónico remoto |
| 9 | 07 may. / 18:00 pm a 20:30 pm | 9.1 Introducción deformaciones (contenido 6). | 08 may. / 7:00 am a 21:00 pm | Gira 3:  Medición convencional proyecto 3.  Medición GNSS proyecto 3. | Presencial |
| 10 | 14 may. / 18:00 pm a 20:30 pm | 10.1 Continuación deformaciones (contenido 6). | 15 may. / 8:00 am a 12:00 pm | Imprevistos | Sincrónico remoto |
| 11 | 21 may. / 18:00 pm a 20:30 pm | 11.1 Continuación deformaciones (contenido 6) | 22 may. / 8:00 am a 12:00 pm | Entrega informe proyecto 1. | Sincrónico remoto |
| 12 | 28 may. / 18:00 pm a 20:30 pm | 12.1 Datum horizontal.  12.2 ITRF.  12.3 Velocidades.  12.4 Redes globales.  Contenido 7 | 29 may. / 8:00 am a 12:00 pm | Cálculo y ajuste red proyecto 2. | Sincrónico remoto |
| 13 | 04 jun. / 18:00 pm a 20:30 pm | 13.1 Contenido 8. | 05 jun. / 8:00 am a 12:00 pm | Cálculo y ajuste red proyecto 2. | Sincrónico remoto |
| 14 | 11 jun. / 18:00 pm a 20:30 pm | 14.1 Prueba corta 2.  14.2 Preparativos investigación N° 2. | 12 jun. / 8:00 am a 12:00 pm | Cálculo y ajuste red proyecto 3. | Sincrónico remoto |
| 15 | 18 jun. / 18:00 pm a 20:30 pm | 15.1 Presentación investigación 2. | 19 jun. / 8:00 am a 12:00 pm | Cálculo y ajuste red proyecto 3. | Sincrónico remoto |
| 16 | 25 jun. / 18:00 pm a 20:30 pm | Examen final | 26 jun. / 8:00 am a 12:00 pm | Imprevistos.  Finalizan lecciones. | Sincrónico remoto |
| 17 | 2 jul. / 18:00 pm a 20:30 pm | Imprevistos  Evaluaciones finales. | 3 jul. / 8:00 am a 12:00 pm | Presentación productos proyecto 2 y 3.  Evaluaciones finales. | Sincrónico remoto |
| 18 | 9 jul. / 18:00 pm a 20:30 pm | En este curso no hay evaluación extraordinaria. | 10 jul. / 8:00 am a 12:00 pm | En este curso no hay evaluación extraordinaria. | Sincrónico remoto |

\* Las fechas y actividades dispuestas en el cronograma anterior son tentativas y sujetas a modificaciones.

1. **Bibliografía:** 
   1. Moya, J., S. Bastos, J. F. Valverde, A. L. Garita y M. J. Rivas (2016). Contribución de Centro Nacional de Procesamiento de Datos GNSS al mantenimiento de Marco Internacional Terrestre de Referencia. Revista Universidad en Diálogo. Vicerrectoría de Extensión de la Universidad Nacional. ISSN 2215-2849. EISSN: 2215-4752. DOI: http://dx.doi.org/10.15359/udre.5-2.3. Páginas 39 a 52. Heredia, Costa Rica.

Disponible en: <http://revistas.una.ac.cr/index.php/dialogo/article/view/8428/9502>

* 1. Rivas, M. J. y J. Moya (2016). Red geodésica GNSS de vinculo entre el datum dinámico SIRGAS y el sistema CR05 de Costa Rica. Revista Uniciencia de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional. EISSN: 2215-3470. Volumen 29, No. 2. Páginas 87 a 96. Heredia. Costa Rica

Disponible en: <http://www.revistas.una.ac.cr/index.php/uniciencia/article/view/7759>

* 1. Moya, J. y S. Bastos (2015). Procesamientos GNSS en línea como potenciales alternativas a diferentes aplicaciones geodésicas. Revista Uniciencia de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional. EISSN: 2215-3470. Volumen 29, No. 2. Páginas 1 a 14. Heredia, Costa Rica.

Disponible en: <http://www.revistas.una.ac.cr/index.php/uniciencia/article/view/6755>

* 1. Moya, J., S. Bastos y M. J. Rivas (2014). Cálculo, mediante la aplicación del algoritmo de ajuste por mínimos cuadrados, de los componentes de velocidad para estaciones GNSS continuas. Revista Uniciencia de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional. EISSN: 2215-3470. Volumen 28, No. 2. Páginas 1 a 14. Heredia, Costa Rica.

Disponible en: <http://www.revistas.una.ac.cr/index.php/uniciencia/article/view/6007>

* 1. Moya, J., Á. Álvarez, K. Benavides, G. Cordero y M. Varela (2014). Resultados en la medición de una campaña GNSS entre la Isla del Coco y el litoral pacífico de Costa Rica como insumos para la estimación de desplazamientos. Revista Geográfica de América Central. EUNA. EISSN: 2215-2563 ISSN: 1011–48X. Volumen 2, No. 51. Páginas 125 a 143. Heredia, Costa Rica.

Disponible en: <http://www.revistas.una.ac.cr/index.php/geografica/article/view/5992>

* 1. Moya, J., S. Bastos, M. J. Rivas y G. Cordero (2014). Evaluación del comportamiento cinemático de una serie de estaciones del Sistema Geocéntrico para las Américas procesadas con Precise Point Positioning en línea. Revista Uniciencia de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional. EISSN: 2215-3470. Volumen 28, No. 1. Páginas 2 a 19. Heredia, Costa Rica.

Disponible en: <http://www.revistas.una.ac.cr/index.php/uniciencia/article/view/5589>

* 1. Cisneros D.: Campo de velocidades del Ecuador - VEC\_EC, obtenido a través de mediciones de campañas GPS de los últimos 15 años y medidas de una red GPS permanente. Géosciences Azur, Sophia Antipolis - Valbonne, Francia, 2011. Versión resumida.
  2. Chueca Pazos, M. A. Anquela y S. Baselga. (2007). Diseño de Redes y Control de Deformaciones. Los problemas del datum y principal de diseño. Departamento de Ingeniería Cartográfica, Geodesia y Fotogrametría. ETSI Geodésica, Cartográfica y Topografía.
  3. 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.
  4. Caspary, W.F. (2000). Concepts of Networks and Deformations Analysis. School of Geomatic Engineering. Universidad New South Wales. Australia.
  5. Chueca, M. José Herráez y José Berné (1996). Teoría de errores e instrumentación. Paraninfo S.A. Madrid, España.
  6. Roldán, J. (1988). Ajuste 1. Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia. Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica.
  7. Roldán, J. (1988). Ajuste 2. Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia. Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica.
  8. Martín Asín, Fernando, (1983). Geodesia y Cartografía Matemática. Madrid, España Paraninfo.

1. **Información adicional:**

* Por las características de la evaluación consignada y de conformidad con el artículo 31 del Reglamento General sobre los Procesos de Enseñanza y Aprendizaje de la Universidad Nacional, en este curso **NO SE REALIZARÁ EXAMEN EXTRAORDINARIO.**
* Aquella persona con nota menor a 7.0 (teoría más laboratorio), habrá reprobado el curso (artículo 31 del reglamento de evaluación vigente en la Universidad Nacional).
* En cada evaluación se asume que el estudiante ha adquirido los conocimientos sobre toda la materia vista hasta el momento y sobre las materias que son requisito.
* La asistencia y la participación en las prácticas de campo **son obligatorias**. Solo se justificarán las ausencias que se contemplen en el reglamento de evaluación vigente en la Universidad Nacional.
* Las giras saldrán de la ETCG y se regresará a la misma. Salvo casos justificados, no se realizarán paradas intermedias para recoger estudiantes o que se bajen antes de la llegada a la ETCG.
* Para la reposición de evaluaciones se seguirá el procedimiento indicado en el reglamento de evaluación vigente en la Universidad (artículo 26).
* Los integrantes de las cuadrillas son responsables por el correcto uso del equipo. En caso de extravió o daño del mismo por negligencia, los integrantes de la cuadrilla correrán con el gasto de reparación o sustitución del mismo.
* La estructura de los informes y rubricas de evaluación se brindarán en el pliego de condicione de cada proyecto asignado.
* Se deberá asistir a las prácticas de campo con vestimenta y calzado adecuado. Esto implica el uso de calzado cerrado, de preferencia pantalón de mezclilla y uso de camisa de manga larga.
* En el sitio web del Sistema de Información Documental de la UNA en la dirección: <http://tcna.primo.hosted.exlibrisgroup.com/primo_library/libweb/action/search.do?vid=UNA>, se puede hacer la búsqueda de material disponible en las bibliotecas.
* Toda comunicación debe hacerse por medio del correo electrónico: [erick.ovares.sanchez@una.cr](mailto:erick.ovares.sanchez@una.cr)
* La aceptación del programa del curso se realizará por medio de la respuesta del estudiantado en la plataforma Microsoft Teams ® el primer día de clase (con la clase sincrónica, grabada en el video y completando el formulario que se encuentra en esta plataforma, para dicho fin.

|  |  |
| --- | --- |
| ***Firma del docente*** | ***Firma de la Dirección y Sello de la ETCG*** |
| **Ing. Erick Ovares Sánchez, MSc.** | **MSc. Manuel Ramírez Núñez** |

**+eos\***