**UNIVERSIDAD NACIONAL**

**FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES**

**ESCUELA DE TOPOGRAFÍA, CATASTRO Y GEODESIA**

**CÓDIGO DE CARRERA TC**

**BACHILLERATO EN INGENIERÍA EN TOPOGRAFÍA Y CATASTRO**

|  |  |
| --- | --- |
| **Nombre del curso** | Sistemas Satelitales de Navegación Global |
| **Tipo de curso** | Regular |
| **Código del curso** | TGF408 |
| **Nivel y grado académico** | II, bachillerato |
| **Período lectivo** | II ciclo de 2021 |
| **Modalidad** | 17 semanas |
| **Naturaleza** | Teoría - Laboratorio |
| **Créditos** | 3 |
| **Horas totales semanales** | 8 |
| **Horas del curso** | Teoría: 3  Práctica: 3  Teoría y Práctica: 6  Teoría y Laboratorio: 0  Laboratorio: 0  Gira: 15  Investigación: 12  Estudio Independiente: 2 |
| **Horas docente** | 6 |
| **Horario de atención al estudiante** | Práctica: Jueves 8:00 – 10:30/ Teoría: Jueves 14:00 - 16:30 |
| **Requisito** | Física II |
| **Correquisito** | Ninguno |
| **Docentes** | Teoría y práctica:  M.Sc. Sara Bastos Gutiérrez |
| **Correo electrónico** | sara.bastos.gutierrez@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.**

1. **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.

1. **Objetivos**

**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.

**Específicos:**

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.
5. **Contenido temático:**
6. **Generalidades del sistema GNSS**
   1. Antecedentes
   2. Desarrollo histórico
   3. Ventajas y desventajas
   4. Comparación con otros tipos de levantamientos topográficos
7. **Descripción del sistema GPS**
   1. Segmento espacial
   2. Segmento de control
   3. Segmento de usuario
   4. Tiempo GNSS y unidades derivadas (semana GNSS, DOY, entre otros)
   5. Sistema de referencia WGS84
8. **Principios básicos del sistema GPS**
   1. Frecuencia fundamental
   2. Frecuencia L1, L2, L2C, L5
   3. Códigos C/A y P
   4. El mensaje de navegación
   5. Mediciones de código y pseudodistancias
   6. Medición de fase
9. **Posicionamiento con GNSS**
   1. Posicionamiento absoluto
   2. Posicionamiento relativo
10. **Levantamientos con GNSS**
    1. Consideraciones para la planificación de un levantamiento con GNSS
    2. Consideraciones para la ejecución de un levantamiento con GNSS
    3. Levantamientos estáticos y estáticos rápidos
    4. Levantamientos cinemáticos: RTK por radio, RTK por red, VRS, NTRIP, entre otros.
    5. Consideraciones para el establecimiento de estaciones de medición continua
    6. Consideraciones para el enlace a estaciones de medición continua
11. **Fuentes de error en la medición con GNSS y su tratamiento**
    1. Error en el reloj del receptor
    2. Error en el reloj del satélite
    3. Tipos de órbitas: Almanaques, efemérides transmitidas y efemérides precisas
    4. Error en la órbita de satélite
    5. Retraso en la señal causado por la atmosfera ionizada
    6. Retraso en la señal causado por la atmosfera neutra
    7. Multipath
    8. Variaciones en los centros de fase de las antenas
    9. Efectos provocados por fenómenos geológicos y geofísicos
12. **Procesamiento y ajuste de observaciones GNSS**
    1. Determinación de la posición en un levantamiento absoluto
    2. Diferencias simples, dobles y triples
    3. Resolución de ambigüedades
    4. Combinaciones lineales de las observaciones
    5. Consideraciones para el procesamiento de observaciones GNSS
    6. El método de Posicionamiento de Punto Preciso (PPP)
    7. Programas en línea para el procesamiento GNSS (CSRS, APPS, OPUS, AUSPOS)
13. **Aplicaciones del GNSS**
    1. Establecimiento de marcos de referencia terrestre globales, continentales y nacionales
    2. Control Fotogramétrico
    3. Levantamientos con fines cartográficos y catastrales
    4. Levantamientos con fines topográficos
    5. Otros
14. **Otros sistemas GNSS**
    1. Glonass
    2. Galileo
    3. Beiduo
    4. Sistemas de aumentación terrestres y satelitales
15. **Metodología**

Este curso se realizará en la modalidad presencial y será desarrollado mediante trabajos de investigación, lecturas guiadas, y prácticas de campo.

**Los estudiantes son responsables de tomar los apuntes necesarios durante las lecciones. Este material será usado por el profesor como una guía haciendo las aclaraciones, las ampliaciones y las recomendaciones necesarias en cada lección. No se enviará o facilitará ninguna presentación. Las clases de realizarán de manera presencial.**

La parte teórica y la parte práctica tienen un valor de 50% cada una. El estudiante que no apruebe la parte práctica (que obtenga menos de un 35%), automáticamente pierde el curso, aunque haya aprobado la parte teórica. Es decir, un estudiante que repruebe la parte práctica pierde el curso automáticamente. Además, para lograr la asimilación mínima requerida, cada estudiante deberá obtener un 70% en ambas partes, es decir un 35 de 50.

El curso en la parte teórica será evaluado por medio de 1 trabajo de investigación y 1 examen final de 25% cada uno. En el examen final de teoría, se asume que se ha hecho una asimilación de los conceptos, el examen contempla la materia de todo el curso.

En la parte práctica, se dispone de dos proyectos: cada uno será asignado dos semanas antes su presentación, y se considerará la materia vista en la clase e investigación por parte del estudiante. Dada la naturaleza teórico-práctica del curso, se fomenta el trabajo individual y en equipo, tanto el docente como los estudiantes asumen un rol muy activo.

La asistencia a lecciones en la parte teórica NO es obligatoria, sin embargo, es altamente recomendable para la asimilación de cada uno de los temas. Por las características del curso, **NO SE REALIZARÁ EXAMEN EXTRAORDINARIO** ni en teoría ni en práctica (ver apartado de información adicional).

1. **Estrategia evaluativa:**

Teoría Perusall (lecturas) 15% (Se asignarán una semana antes)

Teoría Proyecto individual/charlas 10% (8 días después de cada charla)

Teoría: Examen final 25% 25 de noviembre 2021

Práctica Proyecto individual/grupal 25% 14 de octubre de 2021

Práctica Proyecto individual 25% 18 de noviembre de 2021

1. **Cronograma:**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Sem** | **Fecha** | **Contenidos** | **Contenidos** | **Tipo de clase** | **Recursos y** |
| **Teoría** | **Práctica** | **materiales** |
| 1 | 12/8/2021 | Tema 1 | Práctica 1: Utilización y levantamiento de puntos con aplicaciones GNSS | Virtual | Aula Virtual/ teams/ PERUSALL, Google Drive. |
| 2 | 19/8/2021 | Tema 2 | Práctica 2: Planificación para levantamientos GNSS | Virtual |
| 3 | 26/8/2021 | Tema 2 | Práctica 3: Asignación para levantamiento | Virtual |
| 4 | 2/9/2021 | Tema 3 | Práctica 4: Levantamiento GNSS (estático) | Presencial |
| 5 | 9/9/2021 | Tema 3 | Práctica 5: Uso software comercial, Control de calidad de archivos rinex | Virtual |
| 6 | 16/9/2021 | Tema 4 | Práctica 6: Procesamiento software comercial red GNSS / *Asignación proyecto 1* | Presencial |
| 7 | 23/9/2021 | Tema 4 | Práctica 6: Procesamiento software comercial red GNSS | Presencial |
| 8 | 30/9/2021 | Tema 5 | Charla estaciones de referencia virtuales | Presencial |
| 9 | 7/10/2021 | Tema 5 | Charla sobre NTrip y RTK por internet | Presencial |
| 10 | 14/10/2021 | Tema 6 | Presentación proyecto 1 | Virtual |
| 11 | 21/10/2021 | Tema 6 | Práctica 7. Levantamiento GNSS (cinemático) | Presencial |
| 12 | 28/10/2021 | Tema 7 | Práctica 8. Levantamiento GNSS (cinemático)/ Asignación proyecto 2 | Presencial |
| 13 | 4/11/2021 | Tema 7 | Práctica 9: Procesamiento de datos GNSS para puntos de control | Virtual |
| 14 | 11/11/2021 | Tema 8 | Práctica 10: Procesamiento de datos GNSS con PPP/ | Virtual |
| 15 | 18/11/2021 | Tema 9 | Presentación proyecto 2. | Virtual |
| 16 | 25/11/2021 | Examen final | | Virtual |

**Las fechas y actividades dispuestas en el cronograma anterior son tentativas, pero se procurará al máximo el cumplimiento estricto de cada una**

1. **Bibliografía:**
2. 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.
3. Bomford, G. (2010). Geodesy. Oxford, Inglaterra: University
4. Gleason, S. y D. G. Egziabher (2009). GNSS Applications and Methods. British Library Cataloguing in Publication Data. EE. UU. 528 pp.
5. Grafarend, E., F. W. Krumm y V. Schwarze. Editors (2003). Geodesy The Challenge of the Third Millennium. Springer Verlag. Berlín, Alemania. 469 pp.
6. Greval, M., L. Weill y A. Andrews (2001). Global Positioning Systems, Inertial Navigation, and Integration. Editorial Wiley. EE.UU. 409 pp.
7. 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.
8. Leik, A., L. Rapoport y D. Tatarnikov (2015). GPS Satellite Surveying. Editorial Wiley. 4ta edición. New Jersey, EE.UU. 836 pp.
9. Lu, Z., Qu, Y., & Qiao, S. (2014). Geodesy: Introduction to Geodetic Datum and Geodetic Systems. Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg
10. M. Hooijberg (2008). Geometrical Geodesy. Springer New York. EE. UU. 437 pp.
11. Misra, P. y P. Enge (2013). Global Positioning System Signals, Measurements and Performance. Ganga-Jamuna Press. EE. UU. 567 pp.
12. 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.
13. 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.
14. 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.
15. Seeber, G. (2003). Satellite Geodesy. 2nd completely revised and extended edition. Walter De Gruyter. New York. EE. UU. 612 pp.
16. Torge, W. (2001). Geodesy. 3ra. Edición. Walter De Gruyter. New York. EE. UU. 427 pp.
17. W. M. Kaula (2000). Theory of Satellite Geodesy Applications of Satellite to Geodesy. Dover Publications. Inc. New York. EE. UU. 124 pp.
18. Wright, T. (2011). The adjustment of observations by the method of least squares with applications to geodetic work. New York: D. Van Nostrand
19. Xu, G. (2008). Orbits. Springer Verlag. Berlin, Alemania. 242 pp.
20. Xu. G. (2007). Theory, Algorithms and Applications. Alemania: Springer Berlin Heidelberg
21. Xu, G. (Ed) (2010). Sciences of Geodesy -I: Advances and Future Directions. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Germany

**Información adicional**

* 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 el formulario que se encuentra en la plataforma Classroom, para dicho fin. Se recalca las fechas de clase y el periodo del segundo semestre. El estudiante que falte a alguna de las clases deberá ser responsable en la adquisición de la información, en caso evaluativo se aplica lo indicado en el reglamento de evaluación de la UNA.
* La asistencia a lección teórica no es obligatoria, sin embargo, es altamente recomendable. En la parte práctica la hora de inicio con la indicación de la práctica es a las 07:00 y es obligatorio la asistencia.
* 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**. Toda comunicación se debe hacer por medio del correo electrónico antes mencionado. La asistencia a lecciones no es obligatoria, sin embargo es altamente recomendable para la asimilación de cada uno de los temas propuestos. ESTA TOTALMENTE PROHIBIDO EL USO DE TELÉFONOS CELULARES DURANTE LAS LECCIONES DE TEORÍA.
* En el sitio web del Sistema de Información Documental de la UNA en la dirección se puede hacer la búsqueda de material disponible en las bibliotecas:

http://tcna.primo.hosted.exlibrisgroup.com/primo\_library/libweb/action/search.do?vid=UNA

|  |  |
| --- | --- |
| **Firma del docente** | **Firma de la Dirección y sello de la ETCG** |