

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

INGENIERÍA EN TOPOGRAFÍA Y GEODESIA, CÓDIGO TGF506  
PROGRAMA DEL CURSO DE  
**Geofísica**

Nombre del curso	<b>Geofísica</b>
Tipo de Curso	Regular
Código del curso	<b>TGF506</b>
Nivel y Grado Académico	V, Licenciatura
Período lectivo	II Ciclo 2024
Modalidad	17 semanas en formato Presencial
Naturaleza	teórico – práctico
Créditos	3
Horas totales semanales	11
Horas del curso	2 – Teoría: martes 18:00-20:00, 1 – Práctica: martes 20:00-20:30 8 – Estudio: Independiente
Horas docentes	3
Horas de atención al estudiante	1 (viernes 17:00-18:00)
Requisitos	Ninguno
Correquisitos	Diseño Geodésico II
Docente:	Dra. Olga Pimenova olga.pimenova@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**

I. 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.

## II. Objetivos

### 2.1 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.

### 2.2 Objetivos específicos:

Al finalizar el curso el estudiante será capaz de:

1. Identificar el efecto de las capas de la atmósfera en las mediciones geodésicas, mediante el estudio de las propiedades físicas y químicas de la troposfera y la ionosfera, con el fin de 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.

## III. Contenido temático o aprendizajes integrales:

### 1. Física de la Tierra Sólida

#### 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 interna 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

2.1 Campo gravitacional de la Tierra y sus anomalías

2.2 Interpretación geofísica de las anomalías de gravedad

2.3 Mediciones gravimétricas

2.4 Prospecciones gravimétricas

## 3. Magnetismo

3.1 Campo magnético terrestre

3.2 Características magnéticas de las rocas

3.3 Los aparatos de medida: magnetómetros

3.4 Correcciones a las observaciones

3.5 Anomalías magnéticas

3.6 Variaciones del campo magnético terrestre

3.7 Modelos del campo magnético de la Tierra

3.7.1 International Geomagnetic Reference Field (IGRF)

3.7.2 World Magnetic Model (WMM)

## 4. Elementos de Sismología

4.1 Escalas; magnitud, intensidad

4.2 Ondas sísmicas

4.2.1 Ondas P y Ondas S

4.2.2 Ondas Love y Ondas Rayleigh

4.2.3 Propagación de las ondas sísmicas en el interior de la Tierra

4.2.4 Estudio de la estructura interna de la Tierra a partir de ondas sísmicas

4.3 Epicentro, hipocentro, foco

4.4 Cálculo de la ubicación, intersección inversa, hipérbola

4.5 Métodos de prospección: sísmica de reflexión, sísmica de refracción.

4.6 Otros métodos geofísicos: método telúrico, resistividades equipotenciales, magnetotelúrico, magneto-eléctrico, aplicaciones

## 5. Física de la atmósfera

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

- 6.1 Corrientes y marinas
- 6.2 Tipos de mareas, efecto luni-solar
- 6.3 Modelos hidráulicos
- 6.4 Características de las olas
- 6.5 Mediciones, mareógrafo

#### IV. Estrategia metodológica:

El curso es de naturaleza teórico-practico. Para el desarrollo de tareas prácticas, primeramente, el estudiante debe conocer los fundamentos teóricos. Después de conocer los fundamentos, las clases teóricas se complementarán con variedad de ejercicios prácticos y investigaciones para que estudiante reafirme fuera del aula los visto en clase y de esta forma se puede profundizar en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

#### V. Estrategia evaluativa:

Detalle	Porcentaje	Fecha de entrega/realización
Tareas	25%	Se indicará al menos una semana antes de la fecha de entrega
Quiz	10%	Quiz: 27/08
Exámen	40%	Examen: 15/10
Investigación y exposición	25%	05/11
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	

Todas las actividades evaluativas tienen carácter obligatorio. A continuación, el detalle de cada actividad:

- a) Las **TAREAS**: deben ser desarrolladas en las clases y en horas de estudio independiente. Las mismos constan de la solución de ejercicios relacionados con las temáticas desarrolladas en el curso. La docente hará una evaluación del desempeño de los estudiantes en cada una de las prácticas. El estudiantado ha de demostrar el saber hacer, así como las competencias que integren

en el pensamiento y la acción de esos elementos, en las cuales realizarán resolución de problemas planteados y se deberá demostrar el procedimiento para llegar a los resultados señalado.

Cada asignación tendrá un valor determinado, en función de su grado de complejidad y análisis requerido. Luego de la comparación de la solución de la docente con la del estudiantado, así como el análisis de los resultados obtenidos, la docente asignará el puntaje a la respuesta y sumará el puntaje total. Además, en los reportes de las practicas se evaluará:

<i>Criterio</i>	<i>Excelente (4)</i>	<i>Bueno (3)</i>	<i>Satisfactorio (2)</i>	<i>Deficiente (1)</i>
Formato general	Contiene la información del título, el nombre y cedula de estudiante, la tarea está ordenada y sigue el orden lógico. La letra, los cálculos y las figuras son fácil de leer e interpretar.	Contiene la información del título, el nombre de estudiante. La letra, los cálculos y las figuras son fácil de leer e interpretar	Contiene la información del título, el nombre de estudiante. La letra, los cálculos y las figuras no son fácil de leer e interpretar.	Contiene la información del título, el nombre de estudiante. La letra, los cálculos y las figuras no son fácil de leer e interpretar.

- b) Un **QUIZ**: Se realizará un interrogante corto a través del cual el estudiantado debe demostrar conocimiento de fundamentos teóricos de los temas vistas en las clases anteriores.
- c) La **INVESTIGACIÓN y EXPOSICIÓN** será realizada por cada grupo de los estudiantes en Power Point o aplicación similar, empleando medios que considere pertinentes de forma técnica y científica sobre los aportes e innovaciones de geodesia satelital.

<i>Rúbrica</i>	<i>Excelente 4 pts.</i>	<i>Satisfactorio 3 pts.</i>	<i>Puede mejorar 2 pts.</i>	<i>No cumple lo mínimo requerido 1 pt.</i>
Formalidad de la presentación	Modula correcta y apropiadamente el tono de voz. Su presentación personal demostraba la seriedad de su trabajo	Modula apropiadamente el tono de voz. Su presentación personal demostraba la seriedad de su trabajo	Su presentación personal demostraba la seriedad de su trabajo	No le dio ninguna formalidad a su exposición
Dominio del tema	Habló con fluidez demostrando conocimiento del tema	Leyó un poco de las diapositivas, pero habló fluidamente Uso los apoyos	Mencionó únicamente lo que había en la presentación	Demostró claramente que no había preparado el

	Uso los apoyos visuales para guiar a los espectadores	visuales para guiar a los espectadores	leyéndolas	tema
Organización del equipo	Presenta de forma organizada el contenido del tema. Se evidencia un dominio de la actividad grupal que desarrolla.	Presenta de forma organizada el contenido del tema. Se evidencia un dominio parcial de la actividad grupal que desarrolla.	Presenta el contenido del tema con algunas dudas. Se evidencia poco dominio de la actividad grupal que desarrolla.	No se organiza
Asignación del tiempo	Consideró el empleo del tiempo en el intervalo de 1:30-1'	Consideró el empleo del tiempo en el intervalo de 1:00-0:30'	Consideró el empleo del tiempo en el intervalo inferior a 0:30-0:01'	Consideró el empleo del tiempo en el intervalo superior a 1:30'

- d) Un **EXAMEN**: Se realizarán interrogantes a través de los cuales el estudiantado debe demostrar de manera teórico-práctica y analítica el logro de los objetivos vistos en las clases. Se aplica para detectar la eficacia en el desarrollo de actividades reales.

En el examen cada de las preguntas tendrá un valor determinado, en función de su grado de complejidad. En la evaluación, luego de la comparación de la solución de la docente con la del estudiantado, así como el análisis del conocimiento del estudiante, la docente asignará el puntaje a la respuesta y sumará el puntaje total, para luego obtener la calificación total y el porcentaje obtenido por parte del estudiantado.

## VI. Normas específicas para la ejecución del curso:

En el desarrollo de las clases el estudiantado deberá emplear de forma obligatoria los siguientes recursos:

- Las sesiones sincrónicas y semipresenciales tendrá como insumo la entrega obligatoria de video de la clase.
- En caso de ausencia a clases y/o evaluación se aplican las indicaciones del artículo 26 del Reglamento General del Proceso de Enseñanza y Aprendizaje de la Universidad Nacional:

*Quien, como estudiante, por enfermedad u otra causa de fuerza mayor, no pueda efectuar una evaluación consignada en el programa, debe presentar a la persona a cargo de impartir el curso, por escrito, la justificación con los documentos probatorios en un tiempo límite de cinco días hábiles a partir de la fecha en que se realizó la evaluación. Si procede repetir la evaluación, de común acuerdo se fijará la fecha y la hora de su aplicación, la que se realizará dentro de los ocho días hábiles siguientes a la presentación de la justificación. En caso de no aceptarse la justificación, puede realizar el trámite de apelación correspondiente.*

- Las fechas de entrega de las asignaciones de la metodología evaluativa, quedarán definidas desde el inicio del curso en el presente instructivo, y serán prorrogadas únicamente con un oficio remitido por la totalidad de los estudiantes matriculados y el docente a la dirección.
- La calificación mínima para aprobación del curso es 7.0 Toda calificación final deberá redondearse según lo indicado en el artículo 18 del Reglamento General del Proceso de Enseñanza y Aprendizaje de la Universidad Nacional:

*El estudiantado será calificado con base en una escala que va de cero a diez. La calificación mínima de aprobación es siete. Toda calificación final deberá redondearse de la siguiente manera:*

*del 0.10 al 0.24, corresponde a 0.25*

*del 0.26 a 0.49, corresponde a 0.50*

*del 0.51 al 0.74, corresponde a 0.75*

*del 0.76 al 0.99, corresponde al entero superior*

- El curso de naturaleza teórico práctico NO tiene examen extraordinario.
- En caso de plagio en cualquier trabajo presentado por el estudiantado se aplicará lo estipulado en el artículo 24 del Reglamento General del Proceso de Enseñanza y Aprendizaje de la Universidad Nacional:

**ARTICULO 24. PLAGIO**

*Se considera plagio la reproducción parcial o total de documentos ajenos presentándolos como propios.*

- **No se permite uso de teléfonos celulares en las clases.** Los cálculos deben realizarse con Matlab/Octave o en una calculadora.
- Cada actividad tiene una fecha de entrega, la cual se le ratificará al estudiantado al menos una semana antes de la fecha final de entrega o al momento de la formulación de la actividad evaluativa.
- No se recibirá ningún documento para evaluar fuera de la fecha final de entrega definida y comunicada al estudiantado o por el medio no establecido para presentación del documento evaluativo.
- Las fechas de entrega de los trabajos, quedarán definidas desde el inicio del curso en el presente instructivo.
- La asistencia a las clases presenciales es **obligatoria**
- Todas las actividades evaluativas son de carácter **obligatorio**
- Se permiten hasta 8 ausencias justificadas
- Se pierde el curso con 3 ausencias injustificadas
- Cuando se realice una prueba evaluativa en la cual obligatoriamente tiene que estar presente el estudiante se deben respetar las condiciones para realización de la prueba: sin ruidos, obstáculos, intromisiones, ayudas externas o el uso de elementos adicionales no autorizados por la profesora.
- En el desarrollo de las clases el estudiantado deberá emplear de forma obligatoria los siguientes recursos:
  - Matlab/Octave

- Microsoft Word, Excel
- Power Point u otro programa para presentaciones
- El medio oficial de comunicación entre el estudiantado y la docente es a través del correo olga.pimenova@una.cr.

**VII. Cronograma Tentativo de actividades:**

# sesión	Fecha	Tipo de sesión	Contenido	Actividades	Recursos didácticos requeridos	
1	23/07	Clase	Tema 1	Presentación del programa del curso, clase magistral		
2	30/07	Clase	Tema 1	Clase magistral		
3	06/08	Clase	Tema 1	Clase magistral		
4*	13/08	Clase	Tema 2	Clase magistral		
5	20/08	Clase	Tema 2	Clase magistral		
7	27/08	Clase, evaluación	Tema 3	Quiz, clase magistral		
6	03/09	Clase virtual	Tema 3	Clase magistral		
8	10/09	Clase virtual	Tema 4	Clase magistral		
9.	17/09	Clase	Tema 5	Clase magistral		
10	24/09	Clase virtual	Tema 5	Clase magistral		
11	01/10	Clase	Tema 6	Clase magistral		
12	08/10	Clase	Tema 6	Clase magistral, actividad "Habilidades Blandas"		
13	15/10	Evaluación	Examen			
14	22/10	Libre, participación en la Semana de Simposio Anual de Ingeniería en Topografía, Catastro y Geodesia				
15	29/10	Clase	Tema 6	Clase magistral		
16	05/11	Evaluación	Exposición	Presentaciones grupales		

**VIII. 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

### Información adicional:

**La aceptación del programa del curso se realizará por medio de firma del estudiantado el primer día de clase.** El programa se distribuirá impreso en la primera clase, y en forma digital para la segunda clase. Se recalca las fechas de clase. 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.

El estudiante que falte con la entrega de uno de los medios de evaluación no podrá presentarlo después sin justificación.

Es importante recordar al estudiantado el **DEBIDO PROCESO** para apelaciones:

- 1) La persona estudiante se comunica de forma oral con la persona docente en los próximos 5 días hábiles de una revisión y se aclara el inconveniente.
- 2) La persona estudiante se comunica con la docente de forma escrita (correo institucional o carta firmada con puño y letra entrega y recepción) indicando las evidencias de su reclamo en los siguientes 5 días hábiles de la entrega de la calificación. La persona docente deberá dar respuesta por escrito en un periodo de 5 días hábiles (art. 52, Reglamento Gral de Enseñanza y Aprendizaje de la UNA)
- 3) Agotada la vía de revisión con la persona docente, la persona estudiante se comunica con la dirección por medio escrito ([direccionetcg@una.cr](mailto:direccionetcg@una.cr)), en los siguientes 5 días hábiles adjuntando todas las evidencias de su reclamo y de haber realizado el proceso del paso 2. (art. 53, Reglamento Gral de Enseñanza y Aprendizaje de la UNA)
- 4) La dirección procede a conformar un tribunal integrado por 3 académicos. (art. 53, Reglamento Gral de Enseñanza y Aprendizaje de la UNA)
- 5) El tribunal tendrá 5 días hábiles para examinar los antecedentes y atestados de la apelación, consultar a las partes interesadas y brindar la respuesta al fallo, este indicará si se modifica o mantiene la nota apelada. La decisión del tribunal es inapelable y se debe comunicar a la persona estudiante, con copia a la persona docente y la dirección para que se actúe en la consecuencia. (art. 54, Reglamento Gral de Enseñanza y Aprendizaje de la UNA)



<i>Firma de la docente</i>	<i>Firma de la Dirección y Sello de la ETCG</i>
 <b>Dra. Olga Pimenova</b> Docente ETCG	 <b>MEd. Gabriela Cordero Gamboa</b> Directora ETCG

**GEOFÍSICA**  
**II CICLO 2024 Grupo 1**  
**PLAN DE TRABAJO**

23 de julio 2024

Los abajo firmantes estamos de acuerdo en las indicaciones realizadas en el presente programa del curso de Geofísica, presentado en los primeros ocho días hábiles de inicio del curso e indicamos que la docente realizó la lectura y sometió a consideración del estudiantado la evaluación propuesta, llegando al acuerdo de desarrollar la evaluación indicada en este documento.

#	Cédula	Nombre	Correo electronico	Firma
1	1-1120-0969	Karlo Benavides	kbenavides@otmworld.com	
2	115200353	Sharon Obsecón Jánchez	sharon.obregon.sanchez@est.una.ac.cr	
3	20785025C	José Saborio Rodríguez	Jose.Saborio.Rodriguez@est.una.ac.cr	
4	117830682	Karol Castillo Espinoza	Karol.castillo.espinoza@est.una.ac.cr	
5	118580348	Tiffany Mucillo Avalo	tiffany.mucillo.avalo@est.una.ac.cr	
6	116660745	Axel Segura Richmond	axel.segura.richmond@est.una.ac.cr	
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				