

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

**INGENIERÍA EN TOPOGRAFÍA Y GEODESIA, CÓDIGO TGF414**  
**PROGRAMA DEL CURSO DE**  
**FOTOGRAMETRÍA 1**

<b>Nombre del curso</b>	FOTOGRAMETRÍA 1
<b>Tipo de Curso</b>	Regular
<b>Código del curso</b>	TGF414
<b>NRC</b>	51706
<b>Nivel y Grado Académico</b>	III, Bachillerato
<b>Período lectivo</b>	Segundo Ciclo 2022
<b>Modalidad</b>	16 semanas
<b>Naturaleza</b>	Teoría / Laboratorio
<b>Créditos</b>	4
<b>Horas totales semanales</b>	11
<b>Horas/horario del curso</b>	Teoría: 3 (Lunes de 18:00 a 21:00 horas) Lab.: 3 (Miércoles de 18:00 a 21:00 horas) Estudio independiente: 5
<b>Horas docente</b>	6
<b>Horas de atención al estudiante</b>	2 (Lunes de 17:00 a 18:00 horas) (Miércoles de 17:00 a 18:00 horas)
<b>Requisitos</b>	Sistemas de Información Geográfica II
<b>Correquisitos</b>	Ajuste I
<b>Docente:</b>	Docente: M.Sc. Esteban A. Mora Vargas Oficina: -- Correo electrónico: <a href="mailto:esteban.mora.vargas@una.cr">esteban.mora.vargas@una.cr</a>

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

## PLAN DE TRABAJO

### I. Descripción del curso

Este curso 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.

### II. Objetivos

#### 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.

### III. Contenidos

#### 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 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 ortoimágenes 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 prefactibilidad 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

#### IV. Metodología

- Estrategia pedagógica: Está orientada hacia la construcción de conocimiento en forma participativa, a partir de la investigación de desarrollos conceptuales y prácticos de la temática y sus tendencias, para luego compartirlas a través de exposiciones de tipo magistral
- Descripción de la metodología: El curso es de 6 horas contacto, de las cuales 3 se emplearán para explicar y compartir los conceptos teóricos fundamentales y las otras 3 se dedican al desarrollo de habilidades y destrezas en la aplicación de esos conceptos teóricos previamente estudiados, para la solución de situaciones concretas que conduzcan a la obtención de productos fotogramétricos. 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.
- El entorno virtual del curso es en la plataforma Microsoft Teams y se utilizará el correo (email) institucional oficial en caso de problemas con dicha plataforma

#### V. Evaluación

Detalle	Porcentaje %
Investigación	20%
Proyecto	20%
Prácticas (laboratorio)	50%
Taller	10%
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>

- **Práctica:** de manera individual, los estudiantes realizan las actividades asignadas y redactan un manual detallado de los procesos realizados (con capturas de pantalla y descripción de cada paso) y lo que se les solicite con base en los materiales específicos de cada práctica. La descripción detallada de esta actividad se dará en un documento adicional, oportunamente de acuerdo con el cronograma de trabajo. Se evalúa de acuerdo con la siguiente rúbrica:

Criterio/Rubro	Excelente (5)	Bueno (3)	Deficiente (0)
Procesos realizados	Proceso completo con todos sus pasos de acuerdo con cada práctica (3)	Proceso significativamente incompleto (2)	Procesos no realizados (0)
Manual detallado que documenta el proceso	El manual incluye: Captura de pantalla de cada paso (1) Descripción en prosa de cada paso (1)	Manual incompleto: Captura de pantalla de cada paso (0.5) Descripción en prosa de cada paso (0.5)	Manual no realizado (0)

- **Investigación:** de manera individual, los estudiantes realizan el análisis de ideas principales del material didáctico propuesto y redactan análisis/conclusiones en relación con el curso, para envío en Microsoft Teams o exposición en sesión sincrónica de acuerdo con la indicación del profesor.  
La descripción detallada de esta actividad se dará en un documento adicional, oportunamente de acuerdo con el cronograma de trabajo. Se evalúa de acuerdo con la siguiente rúbrica:

Criterio/Rubro	Excelente (20)	Bueno (10)	Deficiente (0)
Resumen de ideas principales del documento	Identificación y extracción de las ideas principales de todo el documento (10)	Identificación y extracción de ideas principales incompleta o poco detallada (5)	Identificación y extracción de ideas principales no realizadas (0)
Análisis de ideas principales en relación con su importancia para el curso	Análisis detallado de cada una de las ideas principales (10)	Análisis incompleto o poco detallado (5)	Análisis no realizado (0)

- **Proyecto:** de manera individual, los estudiantes realizan las actividades propuestas y redactan un manual detallado de los procesos realizados (con capturas de pantalla y descripción de cada paso), para envío en Microsoft Teams o exposición en sesión sincrónica de acuerdo con la indicación del profesor.  
La descripción detallada de esta actividad se dará en un documento adicional, oportunamente de acuerdo con el cronograma de trabajo. Se evalúa de acuerdo con la siguiente rúbrica:

Criterio/Rubro	Excelente (20)	Bueno (10)	Deficiente (0)
Procesos realizados	Proceso completo con todos sus pasos de acuerdo con el ejercicio propuesto (10)	Proceso significativamente incompleto (5)	Procesos no realizados (0)
Manual detallado que documenta el proceso	El manual incluye: Captura de pantalla de cada paso (5) Descripción en prosa de cada paso (5)	Manual incompleto: Captura de pantalla de cada paso (2.5) Descripción en prosa de cada paso (2.5)	Manual no realizado (0)

- **Taller:** de manera grupal-colaborativa, los estudiantes participan activamente en la discusión y análisis de un tema específico y entregan los productos solicitados, para envío en Microsoft Teams o exposición en sesión sincrónica de acuerdo con la indicación del profesor.

La descripción detallada de esta actividad se dará en un documento adicional, oportunamente de acuerdo con el cronograma de trabajo. Se evalúa de acuerdo con la siguiente rúbrica:

Criterio/Rubro	Excelente (10)	Bueno (5)	Deficiente (0)
Participación significativa en la discusión y análisis de un tema específico de acuerdo con su relación al curso	Participación significativa con al menos una intervención en la discusión grupal (5)	Participación poco significativa (3)	No hay participación (0)
Redacción de un resumen de ideas principales tratadas	Resumen completo con todas las ideas principales (5)	Resumen significativamente incompleto (2)	No entrega un resumen (0)

## VI. Cronograma

### Teoría

Sesión	Fecha	Contenido	Actividades	Tipo de sesión	Recursos didácticos
1	08/08/22	Programa y Tema 1	Teoría	Presencial	Medios audiovisuales
2	15/08/22	Tema 1	Teoría	Presencial	Medios audiovisuales
3	22/08/22	Tema 2	Teoría	Presencial	Medios audiovisuales
4	29/08/22	Tema 3	Teoría	Presencial	Medios audiovisuales
5	05/09/22	Tema 4	Teoría	Presencial	Medios audiovisuales
6	12/09/22	Tema 5	Teoría	Presencial	Medios audiovisuales
7	19/09/22	Tema 6	Teoría	Presencial	Medios audiovisuales
8	26/09/22	Investigación	Investigación	Presencial	Artículo/video
9	03/10/22	Investigación	Investigación	Presencial	Artículo/video
10	10/10/22	Tema 7	Teoría (Sem. U)	Presencial	Medios audiovisuales
11	17/10/22	Tema 8	Teoría	Presencial	Medios audiovisuales
12	24/10/22	Tema 9	Teoría	Presencial	Medios audiovisuales
13	31/10/22	Tema 10 (Taller)	Teoría /Taller	Presencial	Guía/desc. de taller
14	07/11/22	Proyecto	Proyecto	Presencial	Guía/desc. de proyecto
15	14/11/22	Proyecto	Proyecto	Presencial	Guía/desc. de proyecto
16	21/11/22	Eval. Finales	Eval. Finales	Presencial	Medios audiovisuales

### Laboratorio

Sesión	Fecha	Contenido	Actividades	Tipo de sesión	Recursos didácticos
1	10/08/22	Programa y Tema 1	Teoría	Presencial	Medios audiovisuales
2	17/08/22	Tema 1	Práctica 1	Presencial	Guía/video de práctica
3	24/08/22	Tema 2	Práctica 2	Presencial	Guía/video de práctica
4	31/08/22	Tema 3 (OI)	Práctica 3	Presencial	Guía/video de práctica
5	07/09/22	Tema 4	Práctica 4	Presencial	Guía/video de práctica
6	14/09/22	Tema 5	Práctica 5	Presencial	Guía/video de práctica
7	21/09/22	Tema 6	Práctica 6	Presencial	Guía/video de práctica
8	28/09/22	Investigación	Investigación	Presencial	Artículo/video
9	05/10/22	Investigación	Investigación	Presencial	Artículo/video
10	12/10/22	Tema 8 (OI)	Práctica 7(Sem.U)	Presencial	Guía/video de práctica
11	19/10/22	Tema 8 (OR)	Práctica 8	Presencial	Guía/video de práctica
12	26/10/22	Tema 9 (OE)	Práctica 9	Presencial	Guía/video de práctica
13	02/11/22	Tema 9 (Ortoimagen)	Práctica 10	Presencial	Guía/video de práctica
14	09/11/22	Proyecto	Proyecto	Presencial	Guía/desc. de proyecto
15	16/11/22	Proyecto	Proyecto	Presencial	Guía/desc. de proyecto
16	23/11/22	Eval. Finales	Eval. Finales	Presencial	Medios audiovisuales

### VII. Recursos Bibliográficos

- Benavides F. Manuel, 1989. **Fotogrametría I**. Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica.
- Benavides F. Manuel, 1989. **Fotogrametría II**. Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica.
- Schenk Tony, 2002. **Fotogrametría Digital**, Volumen 1. Editorial Marcombo, S.A., Barcelona, España.
- Lillesand, Thomas M., and Ralph W, Kiefer. 2007. *Remote Sensing and Image Interpretation, Sixth Edition*. USA: John Wiley and Sons Inc.
- Mora, Esteban. 2022. **Resumen teórico**. ETCG-UNA.
- Varios. (1997-2021). *GeoInformatica*. Springer US. ISSN: 1384-6185 (Print) 1573-7624 (Online). <http://link.springer.com/journal/10707>
- Varios. (1973-2021). *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*. Springer US. ISSN: 0255-660X (Print) 0974-3006 (Online). <http://link.springer.com/journal/12524>
- Varios. (2009-2021). *Journal of Geographic Information System*. ISSN Print: 2151-1950 ISSN Online: 2151-1969. <http://www.scirp.org/journal/jgis/>

### VIII. Información adicional

- El estudiante reprueba el curso con tres ausencias injustificadas (que no corresponden a enfermedad comprobada o fuerza mayor)
- Todas las actividades evaluativas tienen carácter obligatorio y su descripción se detallará en documentos adicionales previo a su realización.
- El curso se aprueba con nota  $\geq 7.0$  y debido a ser un curso de naturaleza teórico-laboratorio NO tiene examen extraordinario.

---

<i>Firma del docente</i>	<i>Firma de la Dirección de la ETCG</i>
<p><b>Esteban A. Mora Vargas</b></p>	<p><b>MEd. Gabriela Cordero Gamboa</b></p>