

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

INGENIERÍA EN TOPOGRAFÍA Y GEODESIA TGF420
PROGRAMA DEL CURSO
AJUSTE II

Nombre del curso	AJUSTE II
Tipo de Curso	Regular
Código del curso / NRC	TGF420 / 40984
Nivel y Grado Académico	V, LICENCIATURA
Período lectivo	I CICLO DE 2023
Modalidad	18 semanas (modalidad presencial)
Naturaleza	teórico – laboratorio
Créditos	4
Horas totales semanales	11
Horas del curso	3 (JUEVES 18:00 A 20:30)
Horas docentes	3
Horas de atención al estudiante	1 (JUEVES 17:00 A 18:00)
Requisitos	Ninguno
Correquisitos	Ajuste I
Docente:	Dr.-Ing. JORGE MOYA-ZAMORA jorge.moya.zamora@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.

I. 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.

II. Objetivos

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.

III. Contenido temático de los aprendizajes integrales:

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
- 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

- 2.1 Criterio para la formación de grupos
- 2.2 Estimación de varianzas grupales
- 2.3 Planteamiento matemático
- 2.4 Análisis y equilibrio de las varianzas

3. Incógnitas adicionales en el modelo de ajuste

- 3.1 Factor de escala
- 3.2 Excentricidad de la estación y puntería
- 3.3 Orientación

4. Ajuste simulado y preanálisis

- 4.1 Diseño y preparación de datos
- 4.2 Ajuste simulado y evaluación
- 4.3 Modificación del diseño de la red
- 4.4 Diseño definitivo, ajuste simulado y conclusiones
- 4.5 Casos prácticos
 - 4.5.1 Simulación de una red de nivelación
 - 4.5.2 Simulación de una red de trilateración
 - 4.5.3 Simulación de una red de triangulación
 - 4.5.4 Simulación de una red que combine observaciones lineales y angulares

IV. Estrategia metodológica:

En este curso se fomentará el pensamiento crítico y analítico en el estudiante sustentado en conocimientos y convicciones, haciendo correcciones para el fortalecimiento de los conocimientos adquiridos, formando así un ingeniero crítico, analítico y con bases fuertes respecto a los aprendizajes. Las relaciones entre docentes y estudiantes de la Universidad Nacional se realizan en un marco de respeto, tolerancia y diálogo. El estudiante adquiere un conjunto de conocimientos y capacidades profesionales, que le hace acreedor de un título y un grado académico en un área del saber. Paralelamente, tiene la responsabilidad moral de lograr un óptimo desempeño profesional, de manera que contribuya con el desarrollo del país. Con estas premisas extraídas del modelo pedagógico de la UNA, se llevará a cabo este curso tomando en cuenta la diversidad que puede encontrarse en un grupo de estudiantes y haciendo alusión de que el profesor será guía en este proceso de enseñanza-aprendizaje, se impartirá este curso, siempre tomando en cuenta la facilitación de igualdad en todo el ambiente educativo.

En este curso no se puede hablar de una sola metodología pedagógica para el proceso de enseñanza aprendizaje (basada en las teorías del aprendizaje a saber conductista, cognitiva, constructivista, entre otras), debido a la amplitud de los contenidos que se verán y basado en el modelo pedagógico de la UNA, se debe de dar un proceso retroalimentado con las experiencias vividas día a día en la clase, para la identificación de los diversos procesos de acuerdo a la forma de aprendizaje del estudiante, los contenidos y las experiencias del educador.

El curso será desarrollado de manera presencial según el horario matriculado por cada uno de los estudiantes. El profesor hará las exposiciones de los temas, los cuales serán preparados con base en el componente teórico, pero sobre todo con la experiencia profesional adquirida durante su ejercicio profesional y complementando con experiencias de las sesiones. Las lecciones se dictarán apoyadas con el material base preparado por el profesor. **Los estudiantes son responsables** de tomar los apuntes que consideren 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. **El profesor solamente pondrá a disposición de los estudiantes un resumen del material guía con el objetivo de que las relaciones matemáticas queden claramente expuestas cuando sea necesario. Este resumen estará disponible en el Aula Virtual del curso.**

En la medida de las posibilidades, se enseñará el uso de programa de Ajuste de Redes Geodésicas ARGE el cual es un software con licencia. Este programa, aunque viejo, permite ajustar y editar configuraciones que facilitan el análisis y la interpretación de resultados, los cuales son fundamentales en la formación profesional. Complementariamente se desarrollarán una serie de prácticas las cuales no tienen ningún porcentaje dentro de los rubros de evaluación, serán analizadas en las sesiones respectivas, pero se asume que los estudiantes desarrollarán las mismas y a partir de ahí se harán las consultas respectivas. La idea del curso es aprender por medio de la construcción

individual. Además, en este curso se asume que los estudiantes tienen una asimilación completa de los cursos anteriores de la carrera, metodologías de medición, conocimientos de cómputo y programación. Adicionalmente para el desarrollo de los proyectos se asume que los estudiantes poseen un manejo instrumental del idioma inglés.

El manejo de grandes volúmenes de datos requiere necesariamente que los estudiantes tengan conocimientos y destrezas en el manejo e interpretación de resultados en programas como MS. Excel, MatLab, MathCAD, GIS, OCTAVE. En el curso no se enseñará a usar ninguno programa, pero se asume que el estudiante posee las destrezas necesarias para la programación. Se usará el lenguaje OCTAVE para el desarrollo del primer proyecto. El desarrollo de los ejercicios a nivel introductorio se hará con la MS. Excel por la facilidad didáctica que permite esta herramienta, sin embargo, es recomendable que los estudiantes desarrollen sus propias rutinas en los lenguajes citados.

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. La asistencia a las exposiciones **ES OBLIGATORIA** y solo justificará la ausencia según la reglamentación vigente en la UNA. Por las características del curso, **NO SE REALIZARÁ EXAMEN EXTRAORDINARIO** (ver apartado de información adicional). **El uso de teléfono celular está prohibido durante las lecciones y las evaluaciones.**

V. Estrategia evaluativa:

El curso será evaluado por medio de los siguientes cuatro rubros:

- a. Un examen presencial en el cual se abracarán todos los contenidos del tema 1 y los contenidos del curso de Ajuste I. La evaluación contemplará la confirmación de los resultados numéricos de acuerdo con los insumos entregados. La escala de calificación se asignará el día de la prueba.
- b. Un taller de cálculo con el programa libre ADJUST cuya participación es obligatoria. La participación en el taller tendrá un valor de 5% y el restante 5% se asignará al desempeño y los resultados del ejercicio asignado.
- c. Dos proyectos de investigación. El proyecto 1 estará enmarcado en la programación del algoritmo de ajuste libre de una red convencional ya sea horizontal o vertical. Este proyecto se orienta a que el estudiante sea capaz de escribir su propio programa con base en los conocimientos asimilados en el curso, así como las destrezas y habilidades adquiridas en el curso de programación. El desarrollo de este programa se hará con las herramientas OCTAVE o MatLab exclusivamente o de forma alterna usando Python o R. La evaluación del proyecto 1 contemplará el proceso de construcción del código, la participación y aporte de cada estudiante en su grupo de trabajo, el contraste de los resultados y la defensa de este. La escala de evaluación se asignará con la guía del proyecto.

- d. El proyecto 2 estará relacionado con la medición de una red local horizontal o vertical y el ajuste libre y amarrado de sus observaciones. La evaluación del proyecto 2 contemplará el proceso de diseño, simulación, medición y ajuste de las observaciones en la red, la participación y aporte de cada estudiante en su grupo de trabajo, el contraste de los resultados y la defensa de este. La escala de evaluación se asignará con la guía del proyecto.

Los detalles y productos esperados de en cada uno de los dos proyectos se darán oportunamente en la guía respectiva. La defensa pública de los proyectos contemplará entre otros, los siguientes aspectos fundamentales: la presentación grupal, preguntas individuales, resultados y autoevaluación de cada grupo. Los requerimientos, metodología y productos esperados de cada uno de los proyectos se darán en la asignación respectiva de acuerdo con el cronograma. En cada uno de los proyectos grupales el profesor podrá hacer cambios en la integración de los grupos. Lo anterior atendiendo recomendaciones en cuanto a las estrategias para el trabajo colaborativo además desde el punto de vista formativo es fundamental que los estudiantes desarrollen habilidades y destrezas para el trabajo profesional con diferentes grupos de personas.

- e. Un caso de estudio consiste en el análisis de una situación real preparada por el profesor con el correspondiente análisis y discusión por parte de los estudiantes. Los resultados serán dispuestos por medio de las herramientas del Aula Virtual de la UNA

Todos los estudiantes deben cumplir con cada uno de los rubros de evaluación para aprobar el curso, es decir, si antes de cumplir con toda la evaluación algún estudiante ya tiene un porcentaje acumulado igual o mayor a 7,0, es requisito presentar y aprobar los rubros faltantes.

Detalle	Porcentaje	Fecha de entrega
Examen	20%	20 de abril de 2023
Taller	10%	11 de mayo de 2023
Proyecto 1	30%	20 de abril de 2023
Proyecto 2	30%	29 de junio de 2023
Estudio de caso	10%	08 de junio de 2023
Total	100%	

VI. Cronograma: Las actividades programadas están sujetas a cambio previa comunicación

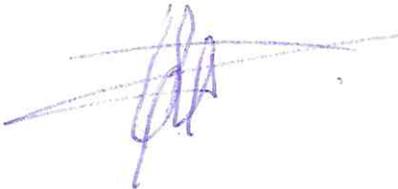
Semana	Fecha	Tipo de sesión	Objetivos	Actividades	Recursos didácticos requeridos
1	2/3/2023	Presencial	***	Presentación Repaso Ajuste I	Material base Prácticas Correo electrónico Aula Virtual Laboratorio
2	9/3/2023		1.1 a 1.6	Tema 1	
3	16/3/2023		1.7	Tema 1	
4	23/3/2023		1.8	Asignación Proyecto 1 Tema 1	
5	30/3/2023		1.8	Tema 1	
6	6/4/2023	Libre: Semana Santa			
7	13/4/2023	Presencial	1.8	Tema 1	Material base Prácticas Correo electrónico Aula Virtual Laboratorio
8	20/4/2023		1.1 a 1.8	Examen 1	
9	27/4/2023		2.1 a 2.4	Entrega Proyecto 1 Tema 2	Material base Prácticas Correo electrónico Aula Virtual Laboratorio
10	4/5/2023		2.1 a 2.4	Tema 2	
11	11/5/2023		1.1 a 1.8	Taller ADJUST a cargo del Ing. Erick Ovares Sánchez, M.Sc. Se usará la versión que se descarga directamente del sitio web de NGS	
12	18/5/2023		3.1 a 3.3	Tema 3	Material base Prácticas Correo electrónico Aula Virtual Laboratorio
13	25/5/2023		3.1 a 3.3	Estudio de caso Tema 3	
14	1/6/2023		1.1 a 4.5	Asignación Proyecto 2	
15	8/6/2023		4.1 a 4.4	Entrega Estudio de caso Tema 4	Material base Prácticas Correo electrónico Aula Virtual Laboratorio
16	15/6/2023		4.5	Tema 4	
17	22/6/2023	Libre	1.1 a 4.5	Avance Proyecto 2	
18	29/6/2023	Presencial	1.1 a 4.5	Presentación Proyecto 2	

VII. Recursos bibliográficos:

1. Capary, W.F. (2000). Concepts of Networks and Deformations Analysis. School of Geomatic Engineering. Universidad New South Wales. Australia
2. 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.
3. Chueca, M. José Herráez y José Berné ,1996. Teoría de errores e instrumentación. Paraninfo S.A. Madrid, España.
4. Gemael, C. (1994). Introducao Ao Ajustamento De Observacoes Aplicacoes Geodesicas. Universidad Federal de Paraná. Curitiba, Brasil
5. Grafarend, E y Sansò F. (1985). Optimization and Design of geodetic Networks. Springer Verlag. Berlin, Alemania
6. Lauf, G.B. 1983. The method of least squares with applications in surveying. Royal Melbourne Institute of Technology. Australia.
7. Kuan, S. (1996). Geodetic Network Analysis and Optimal Design. Concepts and Applications. Sams Publications. Estados Unidos de América.
8. Márquez, R. (2009). Introducción al ajuste y diseño de redes topográficas. Departamento de Ingeniería en Agrimensura. Universidad Nacional de San Juan. Argentina.
9. 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.
10. Roldán, J., (1988). Ajuste 1. Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia. Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica.
11. Roldán, J., (1988). Ajuste 2. Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia. Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica.
12. Teunissen, P.J.G. (2000). Testing theory an introduction. Delf University Press. Holanda.
13. Teunissen, P.J.G. (2000). Adjustment theory an introduction. Delf University Press. Holanda.
14. Mikhail, E. y G. Gracie. (1981). Analysis and adjustment of survey measurements. Van Nostrand Reinhold Company, New York, Estados Unidos.
15. Mikhail, E. y F. Ackerman. (1976). Observations and Least Squares. United Press of America. Boston, Estados Unidos.

Información adicional

- a. 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 exclusivamente se debe hacer por medio del correo electrónico institucional jorge.moya.zamora@una.cr. El Sistema de Información Documental de la UNA está disponible en:
<http://tcna.primo.hosted.exlibrisgroup.com/primolibweb/action/search.do?vid=UNA>
- b. La aceptación del programa del curso se realizará por medio de firma del estudiantado el primer día de clase. En el caso de una ausencia en alguna de las partes evaluativas, se aplicará lo dispuesto en el Reglamento de Enseñanza y Aprendizaje de la UNA.
- c. 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 el 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)
 3. Agotada la vía de revisión con la persona docente, la persona estudiante se comunica con la dirección por medio escrito (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)
 4. La dirección procede a conformar un tribunal integrado por 3 académicos. (ART. 53)
 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)

Firma del docente	Firma del director de la ETCG y sello
	

Heredia, 02 de marzo de 2023

Los abajo firmantes estudiantes del curso Ajuste II, grupo 02 hacemos constar que el profesor del leyó y explicó el programa de trabajo así como los rubros de evaluación. Con nuestra firma manifestamos nuestro total acuerdo con el programa y evaluación del curso para este I ciclo de 2023.

Nombre y Apellidos	ID	Firma
AXEL EDUARDO SEGURA RICHMOND	116660745	Axel SR.
BAYRON SEBASTIAN JIMENEZ CAMPOS	117450786	
BRYAN EDUARDO RUIZ SOTO	402620231	Bryan Ruiz Soto
KENNETH ANDREY JIMENEZ JIMENEZ	402530363	
KEVIN ANDREY IBARRA HERNANDEZ	702650535	
KEYSI FIORELLA LEDEZMA BEJARANO	604650954	Keysi L.B
PRISCILLA MELENDEZ NAVARRO	117020078	
WENDY MARIA GUTIERREZ RODRIGUEZ	117640111	Wendy CR.