

---

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

### **PROGRAMA DEL CURSO**

<b>Nombre del curso</b>	AJUSTE 1
<b>Tipo de curso</b>	Regular
<b>Código del curso</b>	TGC424
<b>NRC</b>	40922
<b>Nivel</b>	VII
<b>Período lectivo</b>	I Ciclo de 2021
<b>Modalidad</b>	17 semanas
<b>Naturaleza</b>	Teórico-práctico
<b>Créditos</b>	3
<b>Horas semanales</b>	8
<b>Horas presenciales</b>	3 (1T y 2P)
<b>Hora docente</b>	6
<b>Horario atención al estudiante</b>	1, los miércoles antes de la clase de teoría
<b>Requisitos</b>	Matemática para Topografía y Probabilidades y Estadística
<b>Correquisitos</b>	Ninguno
<b>Docente</b>	Dr.-Ing. Jorge Moya Zamora
<b>Correo electrónico</b>	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**

El curso desarrolla los aspectos teóricos del ajuste geodésico de observaciones no correlativas y afianza los correspondientes conocimientos mediante ejercicios de cálculo manual, asistido por programas computacionales generales y específicos. Proporciona al estudiante las herramientas necesarias para elaborar la información con aplicación de algoritmos basados en el álgebra matricial, la estadística matemática, la teoría de errores y el principio de mínimos cuadrados.

## **II. Objetivos**

### **Objetivo general:**

Desarrollar conocimientos teóricos sobre el ajuste geodésico de observaciones no correlativas, empleando herramientas disponibles para procesar la información y aplicando principios matemáticos correspondientes a la disciplina.

### **Objetivos específicos**

1. Conocer los propósitos y aplicaciones del ajuste de observaciones realizadas en la geodesia y en la topografía.
2. Conocer y manejar distintas variables estadísticas necesarias en el ajuste.
3. Determinar el error medio cuadrático de una función de diferentes observaciones por medio de la teoría de propagación de errores.
4. Aplicar correctamente los métodos para realizar el ajuste de observaciones directas y el ajuste amarrado de observaciones mediatas.

## **III. Contenidos:**

### **1. Conceptos fundamentales**

- 1.1. Aplicación de matrices
- 1.2. Ajuste de observaciones
- 1.3. Series de observaciones
- 1.4. Variables aleatorias unidimensionales
- 1.5. Variables aleatorias n-dimensionales
- 1.6. Errores en las observaciones

### **2. Propagación de errores**

- 2.1. Funciones lineales
- 2.2. Funciones no lineales

### **3. Ajuste de observaciones directas**

- 3.1. Planteamiento del problema
- 3.2. Fundamento matemático
- 3.3. Algoritmo

#### 4. Definición de conceptos y nomenclatura estadística

- 4.1. Promedio simple y promedio general
- 4.2. Valor más probable y valor verdadero
- 4.3. Varianza y desviación estándar
- 4.4. Coeficiente de correlación
- 4.5. Histogramas
- 4.6. Funciones de distribución y de densidad
- 4.7. Intervalos y regiones de confianza
- 4.8. Test estadísticos

#### 5. Ajuste amarrado de observaciones mediatas

- 5.1. El modelo matemático
- 5.2. Algoritmo
- 5.3. Linealización de funciones
- 5.4. Observaciones no correlativas

### IV. Metodología

Debido a la actual situación de emergencia nacional producto de la pandemia por COVID-19, este curso se realizará en la modalidad virtual y será desarrollado en su mayor parte por el profesor, quien hará exposiciones de los temas. Las lecciones se dictarán apoyadas con el material guía 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 base haciendo las aclaraciones, las ampliaciones y las recomendaciones necesarias en cada lección. Cada una de las sesiones de teoría se dictará apoya por medio de la plataforma MS Teams y será grabada. Debido a que todos los estudiantes tienen acceso al equipo respectivo de MS Teams por medio de su correo institucional, será responsabilidad de los estudiantes descargar, si así lo considera oportuno, cada uno de los videos de las sesiones. **El profesor NO descargará las lecciones y no las facilitará a ningún estudiante.**

Por las características propias del curso y debido a la necesidad de tener una asimilación integral y secuencial de todos los temas, el curso será evaluado por medio de 2 tareas de cálculo e interpretación y 1 examen final, en el cual el estudiante demostrará que ha asumido los conceptos del curso. **Es decir, en este examen se dará mayor énfasis en el tema específico, sin embargo, se pueden evaluar adicionalmente conceptos de los temas anteriores.** Durante el curso se han dispuesto de varias sesiones de práctica con el objetivo de que los estudiantes adquieran destrezas en el planteamiento y cálculo de los datos.

Ningún estudiante está eximido de realizar el último examen, todos los estudiantes deben hacer los exámenes para aprobar el curso. El manejo de grandes volúmenes de datos requiere necesariamente que los estudiantes deban poseer conocimientos en el manejo de programas como MS. Excel para el proceso de los datos o en su defecto el uso de calculadoras programables. En el curso no se enseñará

a usar ninguno de estos programas de cálculo o la calculadora. **Se advierte que dentro de las destrezas y habilidades que se requieren está la programación usando las herramientas de MatLab u OCTVAE, e inclusive el lenguaje Python.** Sin embargo, para una mejor asimilación de los contenidos del curso, la parte práctica se hará en su mayoría por medio de la herramienta de MS. Excel y eventualmente el uso y programación de macros dentro de las hojas de cálculo.

El trabajo dentro de curso se ha planteado de manera tal que se tienen sesiones virtuales con las exposiciones generales de los temas respectivos. **Sin embargo, es obligación de los estudiantes complementar el trabajo con los recursos didáctico que el profesor ponga a disposición dentro del aula virtual institucional (AV) en el enlace: <https://www.aulavirtual.una.ac.cr/login/index.php>.** La vía de comunicación oficial entre estudiantes y profesores, así como de acceso a dichas plataformas será utilizando el correo institucional exclusivamente.

La asistencia a lecciones en la parte teórica **no es obligatoria excepto cuando el profesor diga exclusivamente lo contrario.** Por las características del curso, **no se realizará examen extraordinario** (ver apartado de información adicional).

Luego de concluida la presentación del programa de trabajo, se asignará un espacio de 10 minutos para que los estudiantes completen un formulario en línea el cual constituirá la evidencia de dicha lectura y explicación.

**V. Estrategia evaluativa:**

Rubro	Porcentaje	Fecha
Tarea 1	25%	Asignación 14 de abril de 2021
Tarea 2	25%	Asignación 19 de mayo de 2021
Examen final	50%	Asignación 23 de mayo de 2021

## VI. Cronograma

S	Fecha	Objetivo	Contenidos	Estrategia	Recursos y materiales
1	10-MAR	1.1 a 1.4	Presentación. Tema 1	Sesión virtual por medio de la plataforma institucional con apoyo del AV, el material guía preparado por el profesor y las guías de las prácticas, así como los resultados parciales de las mismas que se colocarán en el AV para la consulta de los estudiantes.	MS. Teams Aula Virtual Internet Correo electrónico Material guía
2	17-MAR	1.4 a 1.6	Tema 1. Práctica 1		
3	24-MAR	2.1 a 2.2	Tema 2		
4	31-MAR	2.1 a 2.2	Tema 2. Práctica 2		
5	7-ABR	<b>Libre: Participación del profesor en el curso de posgrado "Nuevas técnicas geodésicas para América Latina y El Caribe"</b>			
6	14-ABR	1.1 a 2.2	Tarea 1	<b>Sesión virtual para la presentación de guía del Tarea 1, aclaraciones y fecha de entrega por AV.</b>	
7	21-ABR	3.1 a 3.3	Tema 3. Práctica 3	Sesión virtual por medio de la plataforma institucional con apoyo del AV, el material guía preparado por el profesor y las guías de las prácticas, así como los resultados parciales de las mismas que se colocarán en el AV para la consulta de los estudiantes.	MS. Teams Aula Virtual Internet Correo electrónico Material guía
8	28-ABR	3.1 a 3.3	Tema 4		
9	5-MAY	4.1 a 4.4	Tema 4		
10	12-MAY	4.5 a 4.8	Práctica 4	<b>Sesión virtual para la asignación de la práctica 4 y aclaración de dudas.</b>	
11	19-MAY	4.1 a 4.8	Tarea 2	<b>Sesión virtual para la presentación de guía del Tarea 2, aclaraciones y fecha de entrega por AV.</b>	
12	26-MAY	3.1 a 4.8	Tema 5	Sesión virtual por medio de la plataforma institucional con apoyo del AV, el material guía preparado por el profesor y las guías de las prácticas, así como los resultados parciales de las mismas que se colocarán en el AV para la consulta de los estudiantes.	MS. Teams Aula Virtual Internet Correo electrónico Material guía
13	2-JUN	5.1 a 5.4	Tema 5. Práctica 5		
14	9-JUN	5.1 a 5.4	Tema 5. Práctica 6		
15	16-JUN	5.1 a 5.4	Tema 5. Práctica 7		
16	23-JUN	5.1 a 5.4	Asignación Examen Final	<b>Sesión virtual para la asignación del Examen Final y aclaración de dudas.</b>	
17	30-JUN	5.1 a 5.4	Entrega Examen Final	<b>Resultados promedios finales del curso</b>	
18	7-JUL	Libre			

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

## VII. Recursos bibliográficos

1. Bochev, P. B. y M. D. Gunzburger (2009). Least Squares Finite Element Methods. ISBN 978-0-387-30888-3 e-ISBN 978-0-387-68922-7. DOI 10.1007/978-0-387-68922-7. Springer Heidelberg New York Dordrecht London
2. Capary, W.F. (2000). Concepts of Networks and Deformations Analysis. School of Geomatic Engineering. Universidad New South Wales. Australia
3. 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.
4. Chueca, M. José Herráez y José Berné ,1996. Teoría de errores e instrumentación. Paraninfo S.A. Madrid, España.
5. Gemael, C. (1994). Introducao Ao Ajustamento De Observacoes Aplicacoes Geodesicas. Universidad Federal de Paraná. Curitiba, Brasil
6. Grafarend, E y Sansò F. (1985). Optimization and Design of geodetic Networks. Springer Verlag. Berlin, Alemania
7. Grafarend, E. y J. L. Awange. (2012). Applications of Linear and Nonlinear Models. Fixe Effects, Random Effects and Total Least Squares. ISBN 978-3-642-22240-5 ISBN 978-3-642-22241-2 (eBook). DOI 10.1007/978-3-642-22241-2. Springer Heidelberg New York Dordrecht London
8. Lauf, G.B. 1983. The method of least squares with applications in surveying. Royal Melbourne Institute of Technology. Australia.
9. Kuan, S. (1996). Geodetic Network Analysis and Optimal Design. Concepts and Applications. Sams Publications. Estados Unidos de América.
10. Márquez, R. (2009). Introducción al ajuste y diseño de redes topográficas. Departamento de Ingeniería en Agrimensura. Universidad Nacional de San Juan. Argentina.
11. Mikhail, E. y G. Gracie. (1981). Analysis and adjustment of survey measurements. Van Nostrand Reinhold Company, New York, Estados Unidos.
12. Mikhail, E. y F. Ackerman. (1976). Observations and Least Squares. United Press of America. Boston, Estados Unidos.
13. Niemeier, W. (2002). Ausgleichsrechnung. Walter de Gruyter. Berlin. New York. 391 pp
14. 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.
15. Roldán, J., (1988). Ajuste 1. Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia. Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica.
16. Roldán, J., (1988). Ajuste 2. Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia. Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica.
17. Teunissen, P.J.G. (2000). Testing theory an introduction. Delf University Press. Holanda.
18. Teunissen, P.J.G. (2000). Adjustment theory an introduction. Delf University Press. Holanda.
19. Pabón Ángel, H. J. (2010). Probabilidad y Estadística con MatLab para Investigadores. Universidad de Cundinamarca. Colombia.

**Algunos recursos adicionales:**

**Bases de datos y revistas científicas de la Biblioteca Central de la UNA:**

- Dissertation & Theses
- Biological Abstracts
- CAB Abstracts
- Current Contents
- JSTOR
- Science Direct
- Scopus
- Springer
- Web of Science

**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.**
- En el sitio web del Sistema de Información Documental de la UNA en la dirección: <http://tcna.primo.hosted.exlibrisgroup.com/primolibrary/libweb/action/search.do?vid=UNA>, se puede hacer la búsqueda de material disponible en las bibliotecas

Firma del docente	Firma del director de la ETCG y sello
	