

## Cartografía Matemática

UNIDAD ACADÉMICA	Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia
NOMBRE DEL CURSO	Cartografía Matemática
CÓDIGO	
NIVEL	V
PERÍODO LECTIVO	I Ciclo
TIPO DE CURSO	Regular
MODALIDAD	17 semanas
NATURALEZA	Teórico - Práctico
CRÉDITOS	4
HORAS SEMANALES	11
HORAS PRESENCIALES	3 (2T -1P)
HORAS DE ESTUDIO INDEPENDIENTE	8
HORAS DE ATENCION AL ESTUDIANTE	1
HORAS DOCENTE	3
REQUISITO	Geodesia Geométrica
CORREQUISITO	Ninguno
DOCENTE	Jorge Moya Zamora, Esteban Mora Vargas

### Descripción del curso:

Este es un curso teórico-práctico donde se desarrollan los conceptos matemáticos fundamentales de las proyecciones geodésicas considerando el elipsoide como la superficie de referencia y las funciones generales de proyección, considerando la influencia de las deformaciones en escala, área y forma que sufren los objetos originales una vez que han sido proyectados a diferentes planos. Se brinda la descripción matemática y aplicación de las proyecciones geodésicas equidistantes y equivalentes, poniendo especial interés en las proyecciones geodésicas conformes de Lambert y Gauss Krüger cuyas características técnicas les permite ser usadas mayormente como cartas oficiales en los países.

Con este antecedente conceptual, se procede a efectuar el estudio de las proyecciones geodésicas conformes que se han usado en Costa Rica, fundamentalmente la dual proyección cónica de Lambert y las posteriores adaptaciones de la proyección Transversa de Mercator denominadas como CRTM. Finalmente, se estudian los métodos para considerar la influencia del datum sobre las proyecciones geodésicas. Con estas herramientas, el estudiantado podrá plantear diferentes sistemas de proyección cartográficos para proyectos de distinta índole a través del uso de criterios técnicos y metodologías desde un punto de vista geodésico – matemático. En el componente práctico del curso, se desarrollan sesiones de gabinete en donde el estudiantado aplica los conceptos teóricos para la solución de problemas relacionados con las proyecciones geodésicas, la transformación de coordenadas y la automatización de procesos.

### Objetivo general:

Desarrollar las destrezas y habilidades y conceptos matemáticos fundamentales para la representación de la superficie terrestre mediante las técnicas de la cartografía matemática, utilizando proyecciones geodésicas tomando en cuenta las distorsiones, área de cobertura y la finalidad de la cartografía.

### **Objetivos específicos:**

Al finalizar el curso el estudiante será capaz de:

1. Aplicar los fundamentos matemáticos de las proyecciones geodésicas considerando en su desarrollo la influencia de las distorsiones, para el establecimiento de proyecciones equidistantes, equivalentes y conformes, logrando así la representación de la Tierra u objetos de interés en un plano.
2. Conocer las características de la proyección Lambert y Gauss-Krüger, a través del estudio de su fundamentación matemática, utilizando de forma correcta las dos proyecciones geodésicas conformes de aplicación oficial en Costa Rica.
3. Utilizar las diferentes proyecciones cartográficas que han sido usadas en Costa Rica, mediante el análisis de las diferentes variantes y el estudio de la influencia de los distintos datum, logrando la transformación entre los diferentes sistemas.
4. Participar en proyectos para la implementación o desarrollo de nuevos sistemas de proyección, mediante el análisis de necesidades y finalidades de la cartografía para un país o región basándose en criterios técnicos y estándares, geodésicos y matemáticos que brinda la Cartografía Matemática.
5. Automatizar los procesos de transformaciones entre diferentes proyecciones y diferentes datum, mediante el uso de herramientas informáticas y algoritmos como la transformación de Helmert y la transformación polinómica, para reducir costos y tiempo de ejecución.

### **Contenido temático:**

#### **1. Fundamentos matemáticos de las proyecciones geodésicas**

- 1.1. Funciones generales de proyección
- 1.2. Elementos de arco
- 1.3. Distorsiones en las proyecciones
- 1.4. Relación afín entre superficies
- 1.5. Proyecciones equidistantes
- 1.6. Proyecciones equivalentes
- 1.7. Proyecciones conformes isometría
- 1.8. Redes isométricas
- 1.9. Influencia de las distorsiones

#### **2. Proyecciones geodésicas conformes**

- 2.1. Cónica secante de Lambert
- 2.2. Transversa de Mercator
- 2.3. Sistema Gauss-Krüger
- 2.4. Sistema UTM.
- 2.5. Casos de estudio
  - 2.5.1. Latinoamérica
  - 2.5.2. Europa
  - 2.5.3. Asia
  - 2.5.4. Australia
  - 2.5.5. Norte América

### **3. Proyecciones conformes usadas en Costa Rica**

- 3.1. Proyección Lambert
- 3.2. Proyecciones CRTM
- 3.3. Influencia del datum sobre las coordenadas cartográficas
- 3.4. Transformación semejante de Helmert
- 3.5. Transformación polinómica

### **4. Determinación de parámetros de transformación**

- 4.1. Algoritmo de ajuste
- 4.2. Análisis de resultados
- 4.3. Test estadísticos para la validación de los resultados

### **5. Herramientas para la automatización de transformación y proyección cartográfica**

- 5.1. Programas varios para la transformación de coordenadas
- 5.2. Programas varios para la proyección cartográfica: SIG, CAD, Mathcad, MatLab

### **Bibliografía:**

Arthur, A. (2011). Maths for map makers. Scotland, UK: Whittles Publishing

Bandrova, T., Konecny, M., & Zlatanova, S. (2014). Thematic Cartography for the Society. Switzerland: Springer

Costa Rica, Programa de Regularización de Catastro y Registro de Costa Rica (2007). El sistema de referencia CR05 y la proyección Transversal Mercator para Costa Rica. San José

Grafarend, E., You, R., & Syffus, R. (2014). Map Projections: Cartographic Information Systems. Alemania: Springer-Verlag Berlin Heidelberg

Hofmann-Wellenhof. B., Lichtenegger, H., & Wasle., E. (2008). GNSS: Global Navigation Satellite Systems: GPS, Glonass, Galileo and More, (1ra Ed), Austria: *Springer Wien NewYork*

Liebenberg, E., Collier, P., & Török, Z. (2014). History of Cartography. Alemania: Springer-Verlag Berlin Heidelberg

Moreno, S. (2011). Fundamentos de cartografía matemática. España: Editorial Universitat Politècnica de València

Sherman, G. (2012). The geospatial desktop: open source GIS and mapping. Canada: Locate Press

Smith, M., Paron, P., & Griffiths, J. (2011). Geomorphological mapping: methods and applications. Amsterdam: Elsevier