

Asignatura: CARTOGRAFIA MATEMÁTICA

**Créditos asignados:** 6

**Objetivo de la asignatura:**

El objetivo de esta asignatura es el de dotar al estudiante de las herramientas matemáticas así como de los aspectos conceptuales necesarios para la comprensión y realización de representaciones planas de porciones de la superficie terrestre. Estos aspectos implican fundamentalmente el conocimiento de las deformaciones que se producen en los elementos lineales, angulares y superficiales, al representar una superficie elipsoidal o esférica en un plano.

**Metodología de la enseñanza**

Teórico: 4 horas semanales

El curso comprende una carga de cuatro horas semanales de teórico. Esta actividad se complementará con la confección por parte de los educandos del canevas de alguna de las proyecciones desarrolladas, actividad esta que sin constituirse en clases de práctico, resulta una condición indispensable para la aprobación del curso. Asimismo se estima una dedicación de dos horas semanales más por parte del educando, aparte de la dedicación curricular.

**Temario:**

**1- Introducción**

- 1.1- Objetivo de la asignatura. Esquema histórico. Funciones  $f$ ,  $g$ ,  $F$  y  $G$ .
- 1.2- Cálculo de elementos diferenciales en el elipsoide y en el plano.
- 1.3- Deformaciones: lineal, angular y superficial. Módulos de deformación.
- 1.4- Clasificación de las proyecciones en función de los módulos de deformación: equidistantes, conformes y equivalentes.

**2- Elipse indicatriz de Tissot**

- 2.1- Direcciones principales. Teorema de Apolonio. Cálculo de los semiejes  $a$  y  $b$ . Propiedades con los respectivos puntos homólogos entre una elipse y un círculo cualquiera.
- 2.2- Alteraciones: lineal, angular y superficial. Máxima alteración angular. Cálculo del ángulo  $I$ .
- 2.3- Valores  $h$ ,  $k$ ,  $l$ ,  $s$ ,  $a$ ,  $b$ ,  $\omega$ , para los puntos de la carta con sus respectivos homólogos en el elipsoide.
- 2.4- Campo de una proyección. Alteración de la escala. Ejemplos y aplicaciones. Cálculo de la alteración angular para una dirección dada.

**3- Proyecciones conformes.**

- 3.1- Ecuación en  $\theta$ .
- 3.2- Condiciones que debes satisfacerse para la conformidad.
- 3.3- Condiciones de conformidad de Cauchy – Riemann en el elipsoide y en la esfera.
- 3.4- Concepto de latitud isométrica o creciente de Mercator en el elipsoide y en la esfera.
- 3.5- Concepto general de isometría en el plano, en la esfera y en el elipsoide.
- 3.6- Condiciones de conformidad en función de parámetros isométricos.

**4- Clasificación general de las proyecciones**

- 4.1- Desde el punto de vista geométrico

- 4.1.1- Planas. Escenográfica o perspectiva, gnómica, estereográfica y ortográfica
- 4.1.2- Desarrollos (directos, transversos y oblicuos). Cilíndricos, cónicos, poliédricos.
- 4.2- Ejemplos: Equivalente de Lambert. Cilíndrico equidistante. Desarrollo cilíndrico conforme de Mercator. Cilíndrico conforme transverso de Gauss (base del U.T.M.). Coordenadas de Soldner – Cassini.

### 5- Ejemplos y aplicaciones

- 5.1- Cálculo de las coordenadas planas x e y.
- 5.2- Cálculo de las ecuaciones de los meridianos y paralelos para las distintas proyecciones.
- 5.3- Evaluación de las condiciones de conformidad.
- 5.4- Cálculo de los elementos de la elipse de Tissot y evaluación de las alteraciones.
- 5.5- Cálculos del canevas de la proyección estereográfica en sus modalidades polar y ecuatorial.
- 5.6- Confección de una carta celeste.

### 6- Proyecciones planas

- 6.1- Definición. Esfera modelo. Escala de la carta. Postulados de partida en las proyecciones planas: círculos máximos por el punto de tangencia y conservación del acimut, puntos equidistantes del punto de tangencia, la Tierra como esfera.
- 6.2- Ley general de la proyección. Modalidad polar, modalidad oblicua y modalidad ecuatorial.
- 6.3- Coeficientes de deformación. Coeficiente de deformación meridiana, coeficiente de deformación transversal, coeficiente de deformación superficial, deformación angular y máxima deformación angular.
- 6.4- Proyección plana polar equidistante meridiana o Guillaume - Postel polar. Ley de la proyección. Coeficientes de deformación. Canevas. Aplicaciones y limitaciones
- 6.5- Proyección plana equidistante acimutal o Guillaume - Postel acimutal. Ley de la proyección. Coeficientes de deformación. Aplicaciones y limitaciones
- 6.6- Proyección plana polar equidistante transversal. Ley de la proyección. Coeficientes de deformación. Aplicaciones y limitaciones
- 6.7- Proyección plana equivalente o proyección de Lorusso o equivalente de Lambert. Ley de la proyección. Coeficientes de deformación. Canevas. Aplicaciones y limitaciones

### 7- Proyecciones cilíndricas

- 7.1- Definición. Clasificación: proyecciones cilíndricas directas, transversas y oblicuas. Ejemplos
- 7.2- Proyección cilíndrica directa conforme de Mercator. Antecedentes históricos. Aplicaciones y limitaciones
- 7.3- Proyección Mercator aplicada al elipsoide. Ley general de la proyección. Expresión diferencial de la Ley. Latitud creciente elipsoidica o de Mercator. Integración de la expresión diferencial. Aplicación a la esfera y al elipsoide. Ecuación de la loxodrómica sobre el elipsoide. Expresión de la loxodrómica en millas ecuatoriales. Propiedades del canevas Elementos para su construcción. Unidad de la carta. Escala. Escala natural. Latitud de referencia. Latitud media. Latitud de referencia cualquiera en el trecho a representar. Latitud que determina iguales distorsiones. Cálculo del canevas. Medida de la distancia loxodrómica entre dos puntos. Medida de la distancia en la escala de las latitudes. Medida de la distancia en la escala de las longitudes. Medida de la distancia loxodrómica correcta entre dos puntos.
- 7.4- Proyección cilíndrica transversa conforme de Gauss – Kruger. Definición. Antecedentes históricos. La cartografía en el Uruguay. Conceptos previos. Funciones holomorfas. Definición. Desarrollo. Concepto de isometría. Factor de

isometría. Parámetros isométricos. Concepto de isometría aplicado a las funciones holomorfas. Corolario. Ley de la proyección. Condiciones a imponer a la proyección. Longitud del arco de meridiano. La isometría aplicada al elipsoide. La conformidad de la proyección en función de los parámetros isométricos de Cauhy – Riemann. Características del canevas. Representación de los meridianos y de los paralelos. Aproximaciones. Convergencia plana de los meridianos. Coeficiente de deformación lineal  $k$  para elementos infinitesimales. Propiedades. Coeficiente de deformación lineal  $k$  para elementos finitos. Transformada de la geodesica en el plano de Gauss. Cálculos geodésicos en el plano de Gauss. Calculo de los acimuts y lados geodésicos. Resolución de un triangulo geodésico en el plano de Gauss. Transporte de coordenadas.

- 7.5- Proyección Universal Transversal Mercator (UTM). La proyección UTM como aplicación de la proyección Gauss – Kruger. Similitudes y diferencias. Aplicaciones y limitaciones.

### **Conocimientos previos exigidos y recomendados**

Conocimientos previos de trigonometría esférica, sistemas de referencia, determinaciones astronómicas, geodesia del elipsoide y de funciones holomorfas.

### **Bibliografía**

- 1- Geodesia y Cartografía Matemática – Martín Asin –ISBN 84-398-1248-X
  - 2- Cartografía –Tomo I – Ing. Agrim. Hugo Lluberás – Instituto de Agrimensura – División Publicaciones y Ediciones de la Universidad de la Republica – Marzo 1983\*
  - 3- Cartografía –Tomo II – Ing. Agrim. Hugo Lluberás – Instituto de Agrimensura – División Publicaciones y Ediciones de la Universidad de la Republica – 1976\*
  - 4- Curso de Geodesia Superior – Zakatov P.S. - Editorial Mir 1981\*
  - 5- Análisis Matemático Tomo II – Rey Pastor Editorial Kapeluz
  - 6- Proyección Gauss – Kruger – Ing. Agrim. Ricardo Martínez – Instituto de Agrimensura – Año 2000\*
  - 7- Cartography and Geographic Information Systems – Publicación periódica
- \*No se indica ISBN en la publicación respectiva.

### **ANEXOS:**

Materia donde se ubica esta asignatura: **GEODESIA**

### **Cronograma tentativo**

Semana	Tema
1	1
2	1
3	2
4	2
5	3
6	3
7	4
8	5
9	6
10	6
11	6
12	7
13	7
14	7
15	Conclusiones

**Modalidad del Curso y Procedimientos de Evaluación****1- Aprobación del Curso**

- 1.1- Asistencia al teórico: libre
- 1.2- Entrega de trabajos: canevas 100%
- 1.3- Dos pruebas parciales obligatorias, requiriéndose un puntaje mínimo del 25% para la aprobación del curso

**2- Aprobación de la Asignatura**

- 2.1- Exoneración – Si el puntaje promedio de las dos pruebas parciales obligatorias es mayor o igual al 60%, se exonerara el examen
- 2.2- Examen – Si el puntaje promedio de las dos pruebas parciales obligatorias se encuentra entre el 25% y el 60%, el estudiante deberá rendir un examen oral sobre los temas del programa

**3- Repetición del Curso**

El estudiante deberá repetir el curso en caso de no cumplir lo establecido en el numeral referente a la Aprobación del Curso.

-----  
Aprobado por Res.del Consejo el 28.5.01 - Exp.060110-000148-01