

# **PLANIFICACION DOCENTE PARA EL AÑO 2010**

**1. IDENTIFICACIÓN.**

**2. PRESENTACIÓN.**

**3. OBJETIVOS.**

**4. SELECCIÓN Y ORGANIZACIÓN DE  
CONTENIDOS.**

**5. BIBLIOGRAFÍA.**

**6. ESTRATEGIAS METODOLOGICAS**

**7. EVALUACION.**

## **PROGRAMA DE ESTUDIO DE LA ASIGNATURA**

### **1.- IDENTIFICACION:**

1.1- **GEODESIA**

1.2- **INGENIERIA EN AGRIMENSURA**

1.3- **CICLO PROFESIONAL**

1.3.1- **4<sup>to</sup> AÑO - 7<sup>mo</sup> MODULO**

1.3.2- Asignaturas anteriores: **TOPOGRAFIA II – TOPOGRAFÍA SATELITAL**

1.3.3- Asignatura posterior: **MEDICIONES ESPECIALES – PREPARACIÓN PARA EL EJERCICIO PROFESIONAL.**

1.4- Los Objetivos de la asignatura en el Plan de Estudios son:

Completar la formación integral del Ingeniero Agrimensor de acuerdo a las pautas establecidas por la escuela respectiva.

Se procura que el alumno conozca plenamente los problemas que engloba la ciencia geodésica, en sentido teórico y aplicado así como las soluciones técnicas a los mismos.

Se estudian los modelos de referencia asociados a la Tierra y las metodologías aplicables para la creación de redes de puntos coordinados sobre la superficie de la misma como elementos básicos para la representación cartográfica georeferenciada, tomando en consideración permanente las fuentes de errores y su propagación matemática.

Los contenidos mínimos establecidos en el plan de Estudios son:

#### Tema 1

1.1 La Geodesia - Nociones fundamentales y definiciones.

1.2 La figura de la Tierra - Superficies de referencia: El plano, la esfera y los elipsoides - Datums.

1.3 Reducciones y correcciones a las observaciones - Desviación de la vertical.

1.4 Definición y cálculo de latitudes, longitudes y acimutes geodésicos-Fórmulas y procedimientos - Coordenadas geodésicas y astronómicas.

1.5 Trabajos geodésicos fundamentales de un país y región - Determinación de coordenadas planialtimétricas - Instrumentales y métodos de trabajo.

#### Tema 2

2.1 Determinación de Coordenadas y Magnitudes derivadas.

2.2 La poligonación - Medición de distancias y ángulos.

2.3 La triangulación y trilateración.

2.4 Doppler, Láser, VLBI, Radar, GPS NAVSTAR y GLONASS.

2.5 Cálculos de predicción de resultados y Compensación rigurosa.

## Tema 3

- 3.1 Geodesia Física - Definiciones y Conceptos generales.
- 3.2 Teoría del Potencial de Gravedad - El Potencial Terrestre.
- 3.3 Las Funciones Armónicas.
- 3.4 La Gravedad Normal - Anomalías
- 3.5 Satélites - Leyes del Movimiento Orbital.
- 3.6 Perturbaciones al movimiento orbital de los satélites.

1.5- Carga horaria semanal y total:

*8 horas semanales*

Distribución: 3 horas teóricas y 5 horas de práctica

*Total: 120 horas, con 45 horas de teoría y 75 horas de práctica*

1.6- Año Académico: 2008

## **2.- PRESENTACION:**

2.1- La Asignatura provee los elementos necesarios para un buen conocimiento de lo que podríamos llamar la "geometría de la Tierra", con especial énfasis en las técnicas de medición disponibles para la definición de sus parámetros fundamentales y de la incidencia consecuente en los elementos cartográficos básicos en uso.

A tal efecto se definen los errores inevitables en las mediciones, se estudian sus fuentes y se analiza la propagación de los mismos a través de expresiones matemáticas que vinculan las magnitudes susceptibles de ser medidas con las que se busca conocer, generalmente no accesibles a la determinación directa, buscando predecir analíticamente la calidad de los resultados a obtener.

Se hacen conocer las superficies de referencia asociadas a la Tierra y su incidencia en la aplicación cartográfica, se estudian diferentes métodos de medición que proveen coordenadas sobre la superficie terrestre y se dan nociones del campo gravífico que condicionan el movimiento satelital a fin de explicar las posibilidades y limitaciones de la actual tecnología de posicionamiento global, la que es también detallada técnicamente

2.2- Como Asignatura considerada de carácter profesional hace uso de conocimientos previos de:

MATEMÁTICA, por ser la herramienta con que se expresan los problemas geodésicos y sus soluciones.

FÍSICA, por que la temática geodésica involucra el estudio de la incidencia de fenómenos físicos sobre las magnitudes geométricas a determinar.

CARTOGRAFÍA, por que el objeto de la asignatura es el de estudiar la incidencia de las tecnologías de medición aplicables en los resultados cartográficos finales.

TOPOGRAFÍA, por contener los principios elementales necesarios de la problemática.

La Asignatura se concibe como una continuidad dentro de la formación del Ing. Agrimensor por lo que suministra conocimientos específicos sobre la base de conceptos ya adquiridos de la temática topocartográfica.

### **3.- OBJETIVOS:**

#### **3.1- Objetivos Generales:**

El programa a sido diseñado tratando de lograr, por parte de los alumnos:

3.1.1- Habilidad para el estudio comparativo de soluciones topográficas tradicionales y de última generación incluyendo el análisis matemático de los factores que perturban las mediciones necesarias.

3.1.2- Capacitación adecuada en el estudio y diseño del establecimiento de puntos coordenados planialtimétricos sobre el terreno y obtención de magnitudes geométricas derivadas, a fin de obtener resultados cartográficos con precisión controlada.

3.1.3- Dotar de elementos de decisión técnica en la aplicación de tecnologías destinadas a la representación territorial así como en la selección de los procedimientos de medición más adecuados a cada circunstancia.

La cátedra pretende que los alumnos obtengan los conocimientos básicos suficientes sobre los temas tratados y sean capaces de analizar técnicamente problemas de la práctica profesional.

El interés principal de la asignatura está centrado en la llamada Geodesia Geométrica pero se incluyen temas de Geodesia Física considerando su creciente importancia en la aplicación de técnicas satelitales y su reconocida complementación con la primera.

#### **3.2- Objetivos específicos:**

Se capacita al estudiante para:

3.2.1- Analizar técnicamente un problema de medición para base cartográfica.

3.2.2- Proponer soluciones, en función de los resultados esperados.

3.2.3- Actualizar los conocimientos específicos con el uso de bibliografía adecuada y mantenerse "al día" en los avances técnicos usando Internet.

### **4.- SELECCIÓN Y ORGANIZACIÓN DE LOS CONTENIDOS:**

4.1. Programa Sintético sobre la base de los Contenidos Mínimos

#### *1) Introducción a la Geodesia - Superficies de referencia:*

1.1- La Geodesia - Nociones fundamentales y definiciones.

- 1.2- La figura de la Tierra - Superficies de referencia: El plano, la esfera y los elipsoides - Datums.
- 1.3- Reducciones y correcciones a las observaciones - Desviación de la vertical.
- 1.4- Definición y cálculo de Coordenadas geodésicas y astronómicas: latitudes, longitudes y acimutes geodésicos - Fórmulas y procedimientos - Conversiones.
- 1.5- Trabajos geodésicos fundamentales de un país y región.

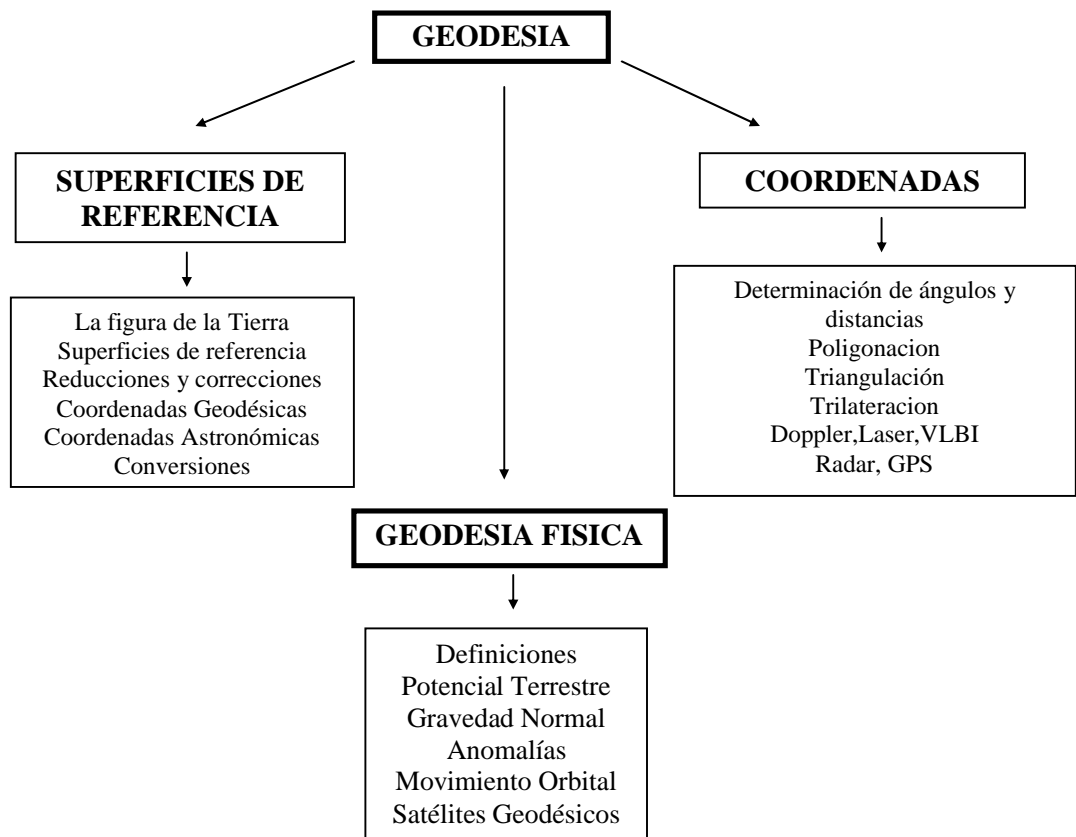
2) Coordenadas planialtimétricas - Instrumentos y métodos de trabajo:

- 2.1- Determinación de Coordenadas y Magnitudes derivadas.
- 2.2- Medición de distancias y ángulos - La poligonación.
- 2.3- La triangulación y trilateración.
- 2.4- Doppler, Láser, VLBI, Radar, GPS NAVSTAR y GLONASS.
- 2.5- Cálculos de predicción de resultados y Compensación rigurosa.

3) Geodesia Física - Movimiento Satelital:

- 3.1- Geodesia Física - Definiciones y Conceptos generales.
- 3.2- Teoría del Potencial de Gravedad - El Potencial Terrestre.
- 3.3- Las Funciones Armónicas.
- 3.4- La Gravedad Normal - Anomalías
- 3.5- Satélites - Leyes del Movimiento Orbital.
- 3.6- Perturbaciones al movimiento orbital de los satélites.

4.2. Articulación Temática de la Asignatura:



#### 4.3. Programa Analítico:

##### 1) Introducción a la Geodesia - Superficies de referencia:

- 1.A.1- La Geodesia - Nociones fundamentales y definiciones.
- 1.A.2- La figura de la Tierra - Superficies de referencia: El plano, la esfera esferoide y Elipsoides - Parámetros del elipsoide - Datums.
- 1.A.3- El elipsoide Internacional y el WGS'84 - La Proyección Plana Conforme Gauss-Krüger - Características.
- 1.A.4- Curvas sobre el elipsoide: Secciones normales, Línea geodésica - Longitud de arco de meridiano y paralelo.
  
- 1.B.5- Definición y cálculo de Coordenadas geodésicas y astronómicas: latitudes, longitudes y acimutes geodésicos - Fórmulas y procedimientos para el problema directo e inverso - Cambio de Elipsoides - Fórmulas de Molodensky.
- 1.B.4- Reducciones y correcciones a las observaciones - Desviación de la Vertical - Resolución de triángulos esféricos y esferoidales - Teorema de Legendre.
- 1.B.5- Trabajos geodésicos fundamentales de un país y región.

##### 2) Coordenadas planialtimétricas - Instrumentos y métodos de trabajo:

- 2A.1- Determinación de Coordenadas y Magnitudes derivadas.
- 2.A.2 Medición de distancias y ángulos horizontales y verticales.
- 2.A.3- La Poligonación - Principios - Metodología - Precisiones - Compensación.
- 2.A.4- Nivelación Trigonométrica. - Características - Ecuación de observación - Precisiones - Compensación.
  
- 2.B.4- La Triangulación - Principios - Metodología - Precisiones - Compensación.
- 2.B.5- La Trilateración - Principios - Metodología - Precisiones - Compensación.
  
- 2.C.6- Doppler, Transit, Láser, VLBI, Radar, DORIS, PRARE - Principios - Metodología - Precisiones.
- 2.C.7- GPS NAVSTAR y GLONASS - Principios y características - Metodología - Precisiones - Estructura de la señal - Observables - Ecuaciones de observación - Código y Fase - Combinaciones - Programación y postprocesamiento - Equipos receptores.

##### 3) Geodesia Física - Movimiento Satelital:

- 3.A.1- Geodesia Física - Definiciones y Conceptos generales.
- 3.A.2- Las Funciones Armónicas.
- 3.A.3- Teoría del Potencial de Gravedad - El Potencial Terrestre.
- 3.A.3- La Gravedad Normal.

- 3.B.5- Significado físico de los armónicos esféricos - Elipticidad del Ecuador - Separación entre elipsoide y esferoide .
- 3.B.6- Satélites artificiales - Leyes del Movimiento Orbital Elementos Keplerianos.
- 3.B.7- Perturbaciones al movimiento orbital de los satélites - Modelado de Orbitas GPS - Modelo de Fuerzas.

#### 4.4. Programa y Cronograma de Trabajos Prácticos:

- T. P. N° 1:** Tema: Coordenadas geodésicas - Cálculos con coordenadas, acimut, longitudes, etc.
- T. P. N° 2:** Tema: Coordenadas geodésicas - Cálculos para cambio de elipsoides.
- T. P. N° 3:** Tema: Angulos y distancias - Cálculos angulares con datos provenientes de distintos procedimientos de medición angular - Cálculo electrónico de distancias - Reducciones
- T. P. N° 4:** Tema: Poligonación - Cálculo de poligonales.
- T. P. N° 5:** Tema: Triangulación - Cálculo de triángulos esféricos.
- T. P. N° 6:** Tema: GPS - Proyecto de medición.
- T. P. N° 7:** Tema: GPS - Medición.
- T. P. N° 8:** Tema: GPS - Postprocesamiento.

#### 4.5. Programa y Cronograma de Laboratorio:

NO POSEE

### 4.6.1- AGRUPACION DE TEMAS PARA EXAMEN FINAL

#### BOLILLA I

- 2.A.1- La Geodesia - Nociones fundamentales y definiciones.
- 2.A.2- La figura de la Tierra - Superficies de referencia: El plano, la esfera esferoide y Elipsoides - Parámetros del elipsoide - Datums.
- 2.A.3- El elipsoide Internacional y el WGS'84 - La Proyección Plana Conforme Gauss-Krüger - Características.
- 2.A.4- Curvas sobre el elipsoide: Secciones normales, Línea geodésica - Longitud de arco de meridiano y paralelo.

#### BOLILLA II

- 2.B.5- Definición y cálculo de Coordenadas geodésicas y astronómicas: Latitudes, longitudes y acimutes geodésicos - Fórmulas y procedimientos para el problema directo e inverso - Cambio de Elipsoides - Fórmulas de Molodensky.
- 2.B.4- Reducciones y correcciones a las observaciones - Desviación de la Vertical - Resolución de triángulos esféricos y esferoidales - Teorema de Legendre.
- 2.B.5- Trabajos geodésicos fundamentales de un país y región.

### **BOLILLA III**

- 3.A.1- Determinación de Coordenadas y Magnitudes derivadas.
- 3.A.2 Medición de distancias y ángulos horizontales y verticales.
- 3.A.3- La Poligonación - Principios - Metodología - Precisiones - Compensación.
- 3.A.4- Nivelación Trigonométrica. - Características - Ecuación de observación - Precisiones - Compensación.

### **BOLILLA IV**

- 3.B.4- La Triangulación - Principios - Metodología - Precisiones - Compensación.
- 3.B.5- La Trilateración - Principios - Metodología - Precisiones - Compensación.

### **BOLILLA V**

- 3.C.6- Doppler, Transit, Láser, VLBI, Radar, DORIS, PRARE - Principios - Metodología - Precisiones.
- 3.C.7- GPS NAVSTAR y GLONASS - Principios y características - Metodología - Precisiones - Estructura de la señal - Observables - Ecuaciones de observación - Código y Fase - Combinaciones - Programación y postprocesamiento - Equipos receptores.

### **BOLILLA V**

- 4.A.1- Geodesia Física - Definiciones y Conceptos generales.
- 4.A.2- Las Funciones Armónicas.
- 4.A.3- Teoría del Potencial de Gravedad - El Potencial Terrestre.
- 4.A.3- La Gravedad Normal.

### **BOLILLA VII**

- 4.B.5- Significado físico de los armónicos esféricos - Elipticidad del Ecuador - Separación entre elipsoide y esferoide .
- 4.B.6- Satélites artificiales - Leyes del Movimiento Orbital Elementos Keplerianos.
- 4.B.7- Perturbaciones al movimiento orbital de los satélites - Modelado de Orbitas GPS - Modelo de Fuerzas.

## **5.- BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA**

### **5.1. Bibliografía General**

#### ***PROBLEMAS DEL CALCULO GEODESICO - CALCULOS RELACIONADOS CON EL ELIPSOIDE***

Autor: Publicación Técnica N°41

Editorial: Instituto Geográfico Militar - 1968



**CURSO DE GEODESIA SUPERIOR**

Autor: P. S. Zakatov

Editorial: Mir - URSS - 1981

**TRATADO GENERAL DE TOPOGRAFIA**

**Tomo 1: Planimetría**

**Tomo 2: Altimetría, Taquimetría, Fotogrametría y Replanteos**

Autor: W. Jordan

Editorial: G. Gili S. A. - Barcelona - España - 1961

**5.2. Bibliografía Específica (Utilizada por la Cátedra)**

**GEODESIE GENERALE -**

**Tomo 1: Méthodes Générales et Techniques Fondamentales**

**Tomo 2: Géodésie Classque Bidimensionnelle**

**Tomo 3: Le Champ de la Pesanteur**

**Tomo 4: Géodésie Spatiale**

Autor: J. J. Levallois

Editorial: Eyrolle - París - 1969

**URBAN SURVEYING AND MAPPING**

*(Traducido al Español como Cartografía y Levantamientos Urbanos)*

Autores: T. Blachut, A. Chrzanowski, J. Saastamoinen

Editada por: Springer - Verlag Journal - New York - 1979

**COMPLEMENTOS DEL CALCULO DE COMPENSACION**

*(Traducido al Español del "Ausgleichsrechnung nach der Methode der Kleinsten Quadrate")*

Autor: Dr. Ing. H. Wolf

Editada por: Instituto de Geodesia y Topografía - Universidad Nacional de Tucumán - 1965.

**CALCULO Y COMPENSACION DE SISTEMAS POLIGONALES**

**Tomo 1: Problemas generales relacionados con los sistemas poligonales**

**Tomo 2: Sistemas poligonales intercalados**

**Tomo 3: Sistema poligonales libres o vinculados a puntos trigonométricos**

Autores: Ing. E. Horvat - Publicación Técnica N°45

Editada por: Instituto Geográfico Militar - 1973

**COORDENADAS PLANAS RECTANGULARES GAUSS-KRÜGER**

Autor: Ing. R. O'Dwyer - Publicación Técnica N°9

Editada por: Instituto Geográfico Militar - 1946

**DETERMINACION DE POSICIONES GEODESICAS POR MEDIO DE SATELITES  
DOPPLER**

Autor: v. Ashkenazi, R.J. Gough, R.M. Sykes

Editada por: Instituto Geográfico Militar - 1971

**GEOMETRIA DEL ELIPSOIDE Y DE LA ELIPSE MERIDIANA**

Autor: Prof. Ing. V. Buriak

Editada por: Instituto de Geodesia y Topografía - Universidad Nacional de Tucumán - 1967

***REFERENCIAS CARTESIANAS USADAS EN GEODESIA***

Autor: Prof. C. Gemael

Editada por: Universidad Federal do Paraná - Curitiba - Brasil - 1981

***GEODESY***

Autor: G. Bomford

Editada por: Oxford University - (Third Edition) - Great Britain - 1977

***GEODESIA***

Autor: W. Torge

Editada por: Diana - Mexico - 1983

***ANALISIS DE DATOS OBSERVACIONALES***

autor: J. C. Usandivaras, C. Brunini

Editada por: Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas - Universidad Nacional de La Plata - 1994

***EL POTENCIAL TERRESTRE***

Autor: J. Mateo

Editorial: Observatorio Astronómico de la Universidad Nacional de La Plata -1968

***GEODESIA Y CARTOGRAFIA MATEMATICA***

Autor: Fernando Martin Asin

Editorial: Fernando Martin Asin (Editor). Reservados los derechos de edición, reproducción y adaptación.

**6.- ESTRATEGIAS METODOLOGICAS**

**6.1- Aspectos Pedagógicos y Didácticos:**

El desarrollo de los puntos enunciados en el programa analítico toma en cuenta la evolución del conocimiento adquirido por los alumnos en asignaturas precedentes sobre temas topocartográficos.

Se introduce a los alumnos en la materia desarrollando clases teóricas que comienzan con una descripción completa de los problemas que hacen a la actividad y que incluye los relevamientos de campo y procesos de gabinete con fines cartográficos, de manera de poner en evidencia las similitudes y diferencias conceptuales ya adquiridas con respecto a las que se detallan ahora.

En este sentido la cátedra busca lograr una fluida comunicación con los alumnos, que normalmente son pocos por el lugar curricular que ocupa la asignatura, alentándolos al intercambio de opiniones e ideas sobre los distintos tópicos. Esta actitud didáctica se lleva a cabo también en las clases prácticas donde se busca permanentemente la participación desarrollando los temas de manera lo más clara posible, con las repeticiones y aclaraciones que sean necesarias.

Se alienta a concurrir a las clases con un breve repaso de la anterior de manera de evitar la desatención por desconexión y a leer los temas que se encuentran en la bibliografía citada, la que se pone a disposición de los alumnos desde el comienzo.

Con idéntico motivo se suministran direcciones de Internet donde se encuentra información relacionada con la asignatura, lo que hace muy a menudo que se establezcan interesantes conversaciones sobre diversos temas relacionados a la asignatura.

Genera alguna dificultad la circunstancia de que algunos puntos del programa se encuentran excelentemente desarrollados en idioma Inglés por lo que normalmente hay resistencia a su estudio. Esto lleva también a desaprovechar la lectura de interesantes artículos que se encuentran en Internet. De todos modos los responsables de la asignatura suministran el material suficiente en Español, haciendo las advertencias del caso solo para el conocimiento del alumno.

Como parte de la estrategia metodológica se alienta a vencer esa dificultad, que muchas veces es solo aparente, bajo el argumento de que constituye un requisito normal de la escasa oferta laboral.

Por otro lado las clases teóricas se desarrollan según el esquema normal tratando de acompañar cada tema con los comentarios más adecuados y llamando la atención sobre relaciones que pueden ser no muy evidentes entre tópicos, de manera de facilitar su comprensión conceptual.

Las clases prácticas siguen el mismo procedimiento, haciendo trabajar a los alumnos todo lo posible.

Los responsables de la asignatura están permanentemente a disposición para consultas durante el transcurso de las clases y en cualquier otra oportunidad que se requiera, como se hace saber a los alumnos.

## 6.2. Actividades de los Alumnos y de los Docentes

Los encuentros teórico-prácticos son coordinados por los responsables de la asignatura y en los mismos se requiere una activa participación de los alumnos, para el desarrollo y discusión crítica de los temas .

Se recomienda una asistencia del 80% de las clases teóricas y 100% de las prácticas.

## 6.3. Cuadro Sintético

Clase	Carga Horaria semanal	Asistencia exigida (%)	Nro. de Alumnos estimado	A cargo de	Técnica mas usada	Enfasis en	Actividad de los alumnos	Otros
Teórica	-	-	-	-	-	-	-	-
Práctica	5	100	4	Ing. Costa				
Teórica	3	80	4	Ing. Yanicelli				
Laboratorio	-	-	-	-	-	-	-	-
Otros	-	-	-	-	-	-	-	-

## 6.4. Recursos Didácticos

Los recursos didácticos necesarios y suficientes, en lo que hace a instrumental y medios informáticos, se encuentran para uso de la Asignatura en el respectivo Departamento.

Por otro lado se cuenta con numeroso material de actualidad en los temas de la geodesia, a través de Internet como los siguientes sitios:

- Proyecto Mercator
- USCG Navegation Center
- NIMA GPS Publication
- Links to GPS resources
- University NAVSTAR consortium (UNAVCO)
- Informaciones técnicas La Plata
- Foundation GPS Books
- Instituto Virtual de Posicionamiento Satelital de ENSATEV
- Asociación Argentina de Geofísicos y Geodestas (AAGG)
- GPS Word Resource
- International Association of Geodesy
- Top 100 site GPS

## **7.- EVALUACION**

### **7.1- Evaluación Formativa**

La evaluación formativa se lleva a cabo considerando la asistencia de los alumnos a las clases teóricas y prácticas y su participación e interés evaluado en las permanentes conversaciones relativas a los temas en tratamiento.

### **7.2- Evaluación Integradora**

Para el Examen Final de la Asignatura el estudiante podrá optar entre las tres modalidades reglamentarias:

1. Con Bolillero: para este caso se utilizara la Agrupación de Temas para Examen Final que forma parte de esta planificación. El alumno luego de extraer 2 bolillas elegirá una para exponer quedando a criterio del Tribunal si se interroga o no de la restante bolilla.
2. Con Presentación de Tema: en este caso el estudiante preparara un tema el cual desarrollará al comienzo del examen, luego el Tribunal interrogara sobre al menos dos temas del resto del programa.
3. A Programa Abierto: en este tipo de examen el Tribunal interrogará directamente de temas del programa (al menos tres) a su elección.

### **7.3- REQUISITOS PARA LA OBTENER LA REGULARIDAD DE LA ASIGNATURA**

Los requisitos para regularizar la asignatura son:

1. De Asistencia: el estudiante deberá contar con el 80 % de asistencia a las practicas. En caso de no alcanzar este porcentaje pero superar el 65 %, el alumno tendrá una

instancia de recuperación de asistencia que se efectuará con un examen escrito sobre aquellos temas en los que hubiera estado ausente.

2. Aprobación de Evaluaciones Formativas: cualquiera sea la modalidad (parciales o coloquios) que se adopte, todas las evaluaciones deberán aprobarse. Cada evaluación contará con al menos un recuperatorio.

NOTA: La inasistencia a una práctica no exime al estudiante de hacer el correspondiente Trabajo Practico y rendir el respectivo coloquio.

.....  
**Carlos Alfredo Gutiérrez**  
Ing. Agrimensor  
Jefe de Trabajos Prácticos  
Docente Afectado - D.S.E.

.....  
**Roberto Francisco Yanicelli**  
Agrimensor e Ing. Geodesta y Geofísico  
Prof. Asociado – D.S.E.

-----o-----

Programación de la asignatura presentado por.....

el día...../...../2010.-