

Aclaraciones, Pedidos y Agradecimientos

Aclaraciones

Lo que sigue a continuación son las notas de clases correspondiente a la asignatura “Topometría y Microgeodesia”, materia optativa y semestral, del último curso de la carrera de Agrimensura de la Universidad Nacional de Córdoba, del cual soy profesor titular por concurso.

Este apunte se entrega en forma de cuadernillos, clase por clase a los alumnos que cursan la materia, y a ellos se les ocurrió la idea de colocarlos en la Web a fin de evitar el costo de fotocopias, por tal motivo, los destinatarios originales eran exclusivamente los estudiantes que cursaron la materia en el año 2001; pero a pedido e insistencia del responsable de la página: “**elagrimensor.com**”, se pone a disposición de los estudiantes de Agrimensura de otras universidades, como así también a colegas docentes y profesionales.

Por lo antes dicho, pido por favor no se lo juzgue como un tratado, sino simplemente como “**notas de clases**”, que es lo que pretende ser.

Tenga presente el lector, que esta materia tiene por uno de sus principales objetivos, integrar los conocimientos adquiridos en el resto de las asignaturas de la carrera, por tal motivo en muchas ocasiones se realiza un breve recorrido conceptual sobre temas que ya fueron estudiados por el alumno, pero nos vimos obligado a ello, debido a que la mayoría de ellos trabajan y demoran el normal cursado del plan, algunas veces trascurriendo mucho tiempo desde que estudiaron la materia, causando que estos conceptos hayan quedado en el olvido.

Pedidos

Pido a los lectores tengan a bien, de enviarme a vuelta de correo todos los comentarios y correcciones que estimen necesario realizar. Primordialmente a los colegas con experiencia en el tema, particularmente en lo que se refiere al programa y objetivos de la materia.

Pido también disculpas por las demoras en colocar estas en la página, ello se debió fundamentalmente a un proceso de revisión.

Hasta el momento sólo están disponible los dos primeros capítulos, pero a medida que los vaya corrigiendo iré colocando los que siguen.

Algunos se demorarán un poco más, especialmente los últimos ya que solo dispongo de borradores manuscritos sin pasar al Word.

Agradecimientos

Quiero agradecer especialmente al Consultor Geodesta **Rubén Rodríguez**, el haber destinado mucho de su valioso tiempo, para revisar y corregir estas notas.

Al Profesor **José Ma. Ciampagna**, por su amable insistencia para publicarlas en su página.

También deseo agradecer el asesoramiento, el aporte permanente, y la participación en charlas especiales de los guías intelectuales de esta Cátedra:

Profesor **Tito L. Racagni** (docente de la UNC: sistemas geométricos), Profesor **Aldo Mangiaterra** (docente de la Universidad de Rosario: mediciones industriales-), Profesor **Fernando Fontella** (docente Universidad de Morón: mediciones hidrográficas, mediciones destinadas al medio ambiente), **Mario Curto** (mediciones destinadas a la minería), **Omar Serantes** (procesos de datos y aplicaciones Cad), **Gabriel Platzack** (tele-detección, interferometría radar), Profesora **Graciela Loyácono** (docente de la UNC: Cartografía digital, Cartografía matemática), Profesor **Miguel Diaz Saravia** (docente de la UNC: Aplicaciones GPS), Profesor **Gustavo García** (docente de la UNC: expropiaciones, afectaciones, servidumbres de obras civiles), y al estudiante **Horacio Fernández de Diego** por su generosa colaboración con la Cátedra



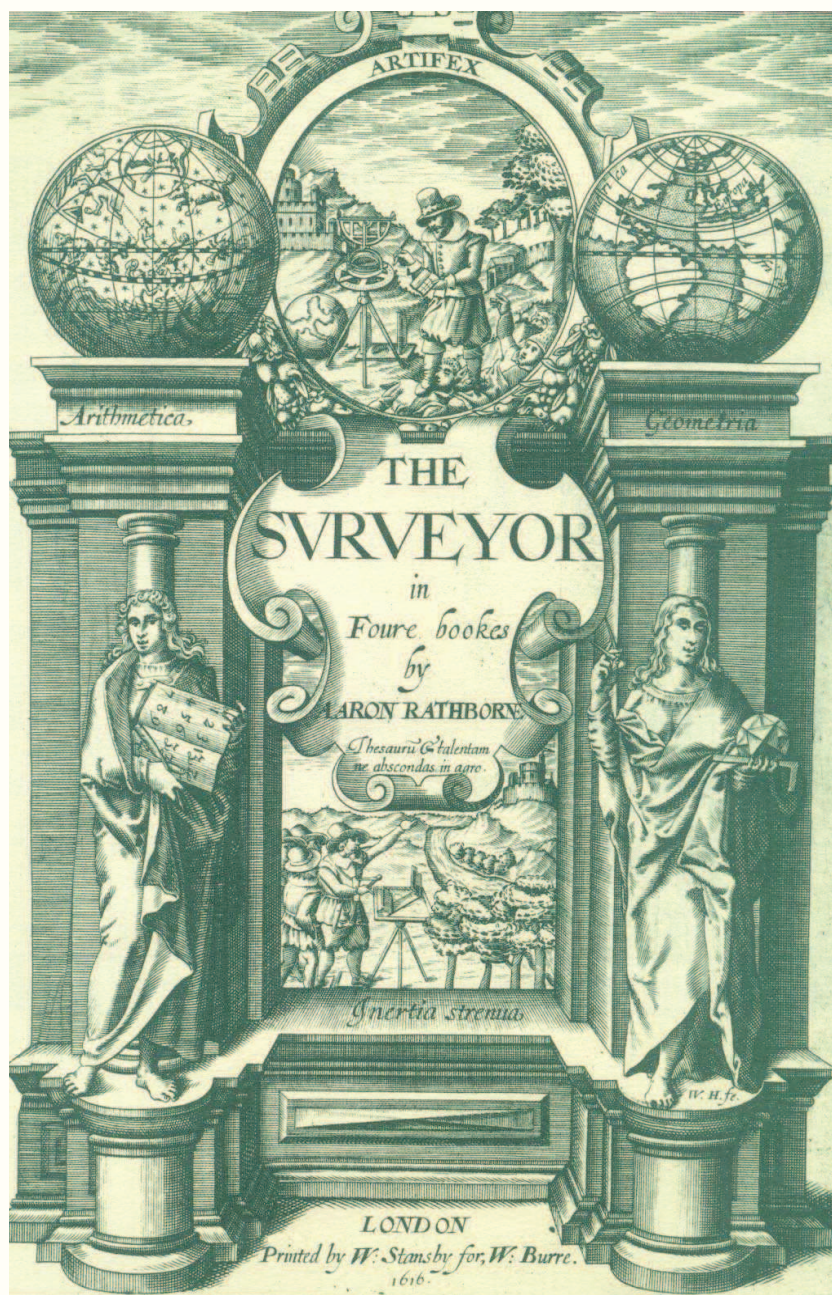
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA
Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales

ESCUELA DE AGRIMENSURA

Cátedra de

TOPOMETRÍA y MICROGEODESIA

Notas de clases Año 2001



Ing. Agrimensor **Armando Del Bianco**
Profesor Titular

La ilustración de la portada, reproduce el frontispicio del libro de **Topografía** publicado por Aaron Rathborne, denominado “ **El Agrimensor** ” editado en el año 1616.

En él nos muestra el pórtico de ingreso a la Agrimensura, a cuyos flancos se encuentran las dos musas de los Agrimensores “que trabajan en los campos: “ **la Geometría y la Aritmética**”.

👉 En la imagen inferior, vemos un Agrimensor con su tabla y alidada, quien se encuentra realizando un relevamiento sobre un paisaje con árboles y un arroyo que pasa por detrás del castillo.

👉 En la imagen superior, un **estudiante de Agrimensura**, está usando un teodolito⁽¹⁾ mientras toma nota de los ángulos y distancias en su libro de campo.

Nótese que el aprendiz se encuentra parado sobre dos personas, a quien el autor los identificó como: “ **el tonto**⁽²⁾**y el ignorante**⁽³⁾”.



Me tomo el atrevimiento de apropiarme de esta portada, por lo expresivo que resulta el símbolo empleado por el autor, para ubicar la posición del alumno de Agrimensura.

Ahora, los invito a atravesar el pórtico de ingreso a la materia, intentando pintar un paisaje de la Agrimensura distinto al que está acostumbrado el alumno, convocando para tal fin el auxilio de las musas de los campos

¹ Esta es una de las representaciones más antigua del uso del teodolito, para las mediciones verticales y horizontales desde una misma estación.
Rathborne introdujo en su libro el nombre de teodolito para describir este instrumento topográfico que fue inventado por Th.Digges.

Th.Digges además diseñó una cadena dividida en 100 partes para medir distancias en lugar de utilizar cuerdas o palos. También diseñó y utilizó por primera vez una libreta de campaña normalizada.

² (s/ Real Academ.Española). Falto o escaso de entendimiento o razón, muy necio e incapaz.

Mostrar petulancia, vanidad o terquedad

³ (s/ Real Academ.Española). Que no tiene conocimiento de la cosa

Para la concreción de estas notas, fue necesario consultar la siguiente

Bibliografía

- ⇒ *Compendio de Topografía: Roberto Müller – Cuarta Edición – Editorial El Ateneo: Buenos Aires*
- ⇒ *Apuntes de topografía: Juan Jagsich – Apuntes de clases 1944 (manuscrito)*
- ⇒ *Curso de Topografía : Lelis Espartes – Edición 2055 – Editorial Globo: Brasil*
- ⇒ *Tratados de Topografía : W. Jordan – Tirada 4º- Editorial G.Gili: Barcelona*
- ⇒ *Teoría de Errores e instrumentación : Manuel Chueca Pazos y otros -. Editorial Paraninfo: Madrid*
- ⇒ *Métodos Topográficos : Manuel Chueca Pazos y otros -. Editorial Paraninfo: Madrid*
- ⇒ *Redes Topográfica y MicroGeodesia : Manuel Chueca Pazos y otros -. Editorial Paraninfo: Madrid*
- ⇒ *Tratado de Topografía : Davis, Foote & Kelly – Edición original– Editorial Aguilar: Madrid*
- ⇒ *Topografía para obras de Ingeniería : Piliph Kissam*
- ⇒ *Topografía y Replanteo de Obras de Ingeniería: A. Santos Mora – Colegio Oficial Ing.Tec en Topografía(1988): Madrid*
- ⇒ *Mediciones para Obras de Arquitectura e Ingeniería : Del Bianco-Bosch Artesol (1988): Córdoba.*
- ⇒ *Apuntes de las Cátedras de Topografía I y II de la Escuela de Agrimensura de Córdoba.*
- ⇒ *Topografía Subterránea : Robert Taton – Segunda Edición - Editorial Paraninfo(1977): Madrid*
- ⇒ *Curso básico de replanteo de túneles: A. Santos Mora – Colegio Oficial Ing.Tec en Topografía (1991): Madrid*
- ⇒ *Topografía Mecánica y de Estructuras : Expósito Bata –1º Edición- CEAC : Barcelona*
- ⇒ *Replanteo y Control de presas de embalses: A. Santos Mora – Colegio Oficial Ing.Tec en Topografía (1993): Madrid*
- ⇒ *Surveying Practice: A.Kissam : traducido por el Agrim. José Colazzo UNC*
- ⇒ *Aplicaciones industriales de la Topografía: A. Santos Mora – Colegio Oficial Ing.Tec en Topografía (1997): Madrid*
- ⇒ *Control Geométrico de edificios y puentes grúas: Carlos Duché - Aldo Mangiaterra, – UNR – Rosario*
- ⇒ *Sistemas Geométricos : Tito.L.Racagni – UNC (1992): Córdoba*
- ⇒ *Geodesia Geométrica y operaciones de campo : Ing. M.Medina Peralta – Limusa (1978): México*
- ⇒ *Tratado de Geodesia Superior : P.S. Zacatov - 3ºEdición – Editorial Mir: Moscú*
- ⇒ *Geodesia y Cartografía Matemática : Fernando Martín Asin - 2ºEdición- Paraninfo: Madrid*
- ⇒ *Geodesia para Obras de Ingeniería e Industrias : Ya. A.Sundacov – 2ºEdición – Editorial Mir: Moscú*
- ⇒ *Sistemas Geodésicos: Rubén Rodríguez et.al. - Comité Nacional de la Unión Geodésica y Geofísica Internacional*
- ⇒ *Estándares Geodésicos: Rubén Rodríguez et.al. - Comite Nacional de la Unión Geodésica y Geofísica Internacional*
- ⇒ *Manual para Control geodésico de áreas pequeñas: Ezequiel Pallejá y otros – IPGH: México*
- ⇒ *Apuntes de la Cátedra de Geodesia de la Escuela de Agrimensura de Córdoba*
- ⇒ *Proyecciones Cartográficas mas usuales: S.G.Bartaburu – UNC (1991): Córdoba*
- ⇒ *Cartografía - Compendio de Temas: S.G.Bartaburu – UNC: Córdoba*
- ⇒ *Apuntes sobre técnicas GPS (2 módulos): Mangiaterra, Parachú, Huerta – UNR – 1999 Rosario*
- ⇒ *GPS Una guía para el utilitario del futuro: Jeff Hurn*
- ⇒ *Los Observables GPS: C. Brunini – UNLP (1998): La Plata*

La bibliografía se completa con apuntes del titular de la Cátedra, notas y publicaciones de colegas docentes y profesionales, tanto de la Agrimensura como de otras especialidades, folletos técnicos de instrumental de medición, revistas, y material bajado de Internet.-

Programa de clases teóricas de la asignatura **Topometría y Microgeodesia**

Capítulo 1: **Introducción**

- 1.1 Objetivos de la Asignatura
 - I. Objetivos generales
 - II. Objetivos Específicos
- 1.2 Inserción de la materia dentro de la carrera de Agrimensura
 - UN POCO DE HISTORIA ANTIGUA - CONCLUSIONES
 - UN POCO DE HISTORIA MODERNA
 - ... ACERCA DEL NOMBRE DE LA MATERIA
- 1.3 Definiciones
 - TOPOMETRÍA - MICROGEODESIA
 - ESTUDIOS - TRAZADOS ESPECIALES
- 1.4 Espaciado y exactitudes de las Mediciones Especiales
- 1.5 Dominio de las Mediciones Especiales
 - MEDICIONES PARA LA EXPLOTACIÓN Y PRODUCCIÓN AGROPECUARIA
 - MEDICIONES PARA ESTUDIOS Y PROYECTOS DE GRAN EXTENSION
 - MEDICIONES PARA OBRAS DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA
 - MEDICIONES PARA LA EXPLORACION Y EXPLOTACIÓN MINERA
 - MEDICIONES DE LA CORTEZA TERRESTRE
 - MEDICIONES PARA LA INDUSTRIA METAL MECÁNICA
 - MEDICIONES PARA EL ESTUDIO DEL MEDIO AMBIENTE
 - MEDICIONES PARA APLICAR ISO 9000
- 1.6 Etapas secuenciales y modos de participación
 - 1. IDEA GESTADORA
 - 2. PLANTEO PREVIO (CAPTURA DE LA INFORMACIÓN GRAL.)
 - 3. ANTEPROYECTO
 - 4. PLANTEO (CAPTURA Y PROCESO DE DATOS.)
 - 5. PROYECTO EJECUTIVO
 - 6. REPLANTEO
 - 7. MEDICIONES POSTERIORES
 - 8. MEDICIONES SIMULTÁNEAS
- 1.7 División del Dominio (En las Obras de Arquitectura e Ingeniería)
 - I. OBRAS DE DESARROLLO LINEAL
 - II. OBRAS DE DESARROLLO SUPERFICIAL
 - III. OBRAS DE PROFUNDIDAD O ALTURA

Capítulo 2: **Sistemas de Apoyo** - Sistemas y Marco de Referencia

- 2.1 Introducción
 - 2.1.1 Etapas secuenciales
 - 2.1.2 La obra: Un puzzle gigante
- 2.2 Sistema de Apoyo
- 2.3 Sistemas de Referencia
 - 2.3.1 Introducción

Programa

- 2.4 Marco de Referencia
- 2.5 Distintos Sistemas de Referencia
- 2.6 Sistemas de Coordenadas
- 2.7 Superficies de Referencia: **Elipsoide**
 - 2.7.1 Forma de la tierra
- 2.8 Superficies de Referencia: **Geoide**
 - 2.8.1 La estructura interior del planeta
 - 2.8.2 Consideraciones sobre la fuerza de la gravedad
 - 2.8.3 Perturbaciones de la fuerza de la Gravedad
 - 2.8.4 Potencial de la fuerza fuerza de la gravedad
 - 2.8.5 Definición de geoide local
 - 2.8.6 Anomalías de la gravedad
 - 2.8.7 Perturbaciones del potencial
- 2.9 Superficies de Referencias: **Planos**
 - 2.9.1 Obras de desarrollo lineal
 - 2.9.2 Obras de desarrollo superficial
 - Obras de Arquitectura
- 2.10 Levantamientos planimétricos
- 2.11 Levantamientos plani altimétricos
- 2.12 Distintos Sistemas de Referencia
- 2.13 Sistema de Referencia Local
 - Sistema Topocéntrico Físico
- 2.14 Sistema de Referencia geodésico
 - 2.14.1 El Datum Horizontal
 - 2.14.2 El Datum Vertical
- 2.15 Sistemas de Referencia Geocéntricos
 - 2.15.1 El Sistema GPS (Global Positioning System)
 - 2.15.1.a El Sistema de Referencia Espacial
 - 2.15.1.b El Sistema de Referencia Terrestre WGS84
 - 2.15.2 La Red POSGAR
- 2.16 Transformación de Coordenadas
- 2.17 Proyecciones Cartográficas más usadas
- 2.18 ¿Nivelación con GPS?
 - Modelos de Geoide
 - Metodología para el análisis de un modelo de geoide
- 2.19 La red SIRGAS
- 2.20 Conclusiones del Capítulo

Capítulo 3: **Captura de datos**

- 3.0 Revisión y actualización del Instrumental topográfico de medición. *(Clase teórica - práctica)*
 - 3.0.1) Teodolitos:
 - APARATOS ÓPTICOS - APARATOS ELECTRÓNICOS: MEDICIÓN ANGULAR (DIFERENCIA DE FASE)
 - MEJORAS INTRODUCIDAS A LOS EQUIPOS MODERNOS.
 - 3.0.2) Niveles:
 - APARATOS ÓPTICOS - NIVELES LÁSER - NIVELES DIGITALES
 - NIVELACIÓN CON ULTRASONIDO.
 - 3.0.3) Distanciómetros - Taquímetros - Estaciones Totales.

Programa

- HISTORIA - EQUIPO DE CORTA DISTANCIA-MEDIANA Y GRAN ALCANCE - EQUIPOS DE PRECISIÓN Y DE ALTA PRECISIÓN
- COMPENSACIÓN DE LOS EJES. - PROGRAMAS - ERRORES - ERROR DE SETEO. - ESTACIONES TOTALES ROBÓTICAS - UTILIDAD -
- 3.0.4) Posicionadores Satelitales - GPS y DGPS
- 3.0.5) Otros
 - COLECTORAS DE DATOS - COLIMADORES LASER - VERTICALIZADORES
- 3.1 Objetivos
- 3.2 Topografía y forma del relieve
 - 3.2.1) Representación del relieve: Puntos acotados
 - 3.2.2) Representación del relieve: Perfilometría
 - 3.2.3) Representación del relieve: Curvas de Nivel
- 3.3 La información
 - 3.3.1) La información general
 - 3.3.2) La información específica
 - 3.3.3) Modos de obtener los datos
 - 3.3.3.a) Directos
 - 3.3.3.b) Indirectos
 - 3.3.4) Tipo y estructura de la información
 - 3.3.5) Soporte
- 3.4 Captura de la información del terreno
 - 3.4.1) Métodos directos
 - 3.4.2) Métodos indirectos
 - 3.4.3) Clasificación de los objetos desde un punto de vista geométrico
 - 3.4.4) Clasificación de los objetos conforme a la visibilidad
 - 3.4.4.a) Objetos Ocultos
 - 3.4.4.b) Objetos no visibles
- 3.5 Clasificación de los levantamientos
 - 3.5.1) Levantamientos superficiales
 - 3.5.2) Levantamientos lineales
- 3.6 Conclusiones
- 3.6 Precisiones
- 3.8 Sistema de Apoyo del Relevamiento
 - 3.8.1) Marco de Referencia
 - 3.8.2) Precisión de las redes de apoyo
 - 3.8.3) MGEO (Microgeodesia)
 - 3.8.4) Estándares Geodésicos
 - 3.8.5) Acotación de errores de un levantamiento

Capítulo 4: Levantamientos Terrestres

- 4.1 Elección de los puntos a relevar: MUESTREO
 - 4.1.1) Muestreo aleatorio simple
 - 4.1.2) Muestreo sistemático
 - 4.1.3) Muestreo estratificado
- 4.2 Métodos de levantamiento Superficial
 - 4.2.1) Cuadrícula
 - 4.2.1.a) Acotación de Errores
 - 4.2.2) Método Polar (taquimetría)
 - 4.2.2.a) Determinación de la dirección del vector
 - 4.2.2.b) Determinación de la magnitud del vector

Programa

- 4.2.2.c) Acotación de Errores
- 4.2.3) Bisección
 - 4.2.3.a) Acotación de Errores
- 4.3 Sistemas de Medición para levantamientos industriales
 - 4.3.1) Sistemas de bisección
 - 4.3.2) Sistemas de medición polar
 - 4.3.3) Sistemas de videogrametría
 - 4.3.4) Sistemas de rastreo láser
- 4.4 Métodos de levantamiento lineal: Perfilometría
 - 4.4.1) Perfil Longitudinal
 - 4.4.1.a) Características
 - 4.4.1.b) Dibujo
 - 4.4.1.c) Obtención
 - 4.4.2) Perfiles Transversales
- 4.5 Métodos de levantamientos con GPS
 - 4.5.1) Determinación de la posición horizontal
 - 4.5.2) Modos de medición
 - 4.5.2.a) Medición de la Pseudodistancia
 - 4.5.2.b) Medición con DGPS
 - 4.5.2.c) Medición de la fase
 - 4.5.3) Determinación de la Altimetría
 - 4.5.4) Proyecciones cartográficas
- 4.6 Monitoreo de puntos móviles con GPS
 - 4.6.1) LAV (localización automática de vehículos)
- 4.7 Fotografía digital y GPS

Capítulo 5: Levantamientos hidrográficos

- 5.1 Objetivos
- 5.2 Determinación de la cota de los puntos sumergidos
 - 5.2.1) Determinación de la cota de la Superficie Auxiliar
 - 5.2.1.a) En lagos o lagunas
 - 5.2.1.b) En ríos
 - 5.2.1.c) En los mares y océanos
 - 5.2.2) Determinación del sondeo
 - 5.2.2.a) Miras o prismas
 - 5.2.2.b) Varillas graduadas
 - 5.2.2.c) Sogas / alambres
 - 5.2.2.d) Ecosondas
 - 5.2.3) Precisión de los sondeos
 - 5.2.3.a) Movimientos de la lancha
 - 5.2.3.b) Calidad del equipo
- 5.3 Determinación de la posición planimétrica
 - 5.3.1) Areales o superficiales
 - 5.3.1.a) Método Polar
 - 5.3.1.b) Bisección
 - 5.3.1.c) Libre Estacionamiento
 - 5.3.2) Posicionamiento con GPS
 - 5.3.3) Navegación precisa con GPS
 - 5.3.4) Perfilometría
 - 5.3.5) Métodos híbridos
 - 5.3.6) Sistemas de Apoyo

Programa

5.4 Cruce Altimétrico de grandes ríos

Capítulo 6: Aplicaciones de los Levantamientos Hidrográficos

6.1 Vías Navegables

6.2 Obras de Ingeniería

6.3 Determinación de la pendiente media de un curso líquido.

6.4 Cálculo del caudal de un canal.

6.5 Cálculo del caudal de un río.

6.5.1) Estudio de Cuenca

6.5.1.a) Definición de la cuenca y tiempo de concentración

6.5.1.b) Definición de la lluvia de diseño

6.5.1.c) Cálculo de caudales

6.5.2) Perfiles Transversales

6.5.2.a) Procedimiento

6.6 Cálculo de la distancia "L".

6.7 Cálculo de la poligonal "Línea de Ribera"

6.8 Determinación del "Perilago".

6.9 Determinación de la "Línea de Costa Marítima".

EL CAMPO DE GRAVEDAD TERRESTRE Y LAS FUERZAS DE MAREA.

MAREAS OCEÁNICAS Y ATMOSFÉRICAS - MAREAS DE LA TIERRA SÓLIDA

Capítulo 7: Proceso de la Información

7.1 Introducción

7.2 Procesos Cad

7.2.1) Análisis de distintos Software de Cad

7.2.2) CartoMap como Software específico

7.3 Proceso de Imágenes

7.4 Relación con los SIG(Sistemas de Información Geográfica) y SIT (Sistemas de Información Territorial)

7.5 Impresión de los trabajos

PLOTEOS DESDE AUTOCAD - COMENTARIOS

Capítulo 8: Replanteo

8.1 Introducción

8.2 Modelos de Solución

8.2.1) Formulación precisa

8.2.2) Desarrollo de un modelo

8.2.3) Análisis del modelo

8.3 Tareas Previas

8.4 Ejes

- 8.5 El Plano de Replanteo
 - 8.5.1) Geometrialización
 - 8.5.2) Posicionamiento
 - 8.5.3) Confección del plano de replanteo
- 8.6 Clasificación de los ejes
 - 8.6.1) Ejes de replanteo en obras de desarrollo superficial
 - 8.6.2) Ejes de replanteo en obras de desarrollo lineal
 - 8.6.3) Análisis del modelo
- 8.7 El Sistema de Apoyo Principal
 - 8.7.1) Configuración del Sistema
 - 8.7.2) Permanencia en el tiempo
 - 8.7.3) Monumentación
 - 8.7.4) Protección de los mojones
 - 8.7.5) Cierre de la obra
 - 8.7.6) Exactitudes
- 8.8 Los Sistemas de Apoyos Secundarios
 - 8.8.1) Configuración del Sistema
 - 8.8.2) Permanencia en el tiempo
 - 8.8.3) Monumentación
 - 8.8.4) Protección de los mojones
 - 8.8.5) Exactitudes
- 8.9 Diferencias entre el Sistema Principal y el Sistema Secundario
- 8.10 Replanteo de puntos del Sistema Secundario
- 8.11 Modos de replanteo de vértices del Sistema Secundario.
- 8.12 Sistema de Apoyo Altimétrico
 - 8.12.1) Exactitudes
- 8.13 Métodos de Replanteo de Puntos Secundarios y Auxiliares
 - 8.13.1) Alineaciones
 - 8.13.1.a) Procedimiento
 - 8.13.3.b) Acotación de errores
 - 8.13.2) Poligonales
 - 8.13.3) Polar
 - 8.13.3.a) Procedimiento
 - 8.13.3.b) Replanteo de un punto en obra Empleando Estación Total
 - 8.13.3.c) Replanteo de un punto secundario Empleando Estación Total
 - 8.13.3.d) Acotación de errores en la dirección de los ejes de referencia
 - 8.13.3.e) Acotación de errores en una dirección determinada
 - 8.13.4) Bisección
 - 8.13.4.a) Procedimiento
 - 8.13.4.b) Acotación de errores en la dirección de los ejes de referencia
 - 8.13.3.e) Acotación de errores en una dirección determinada
 - 8.13.5) Libre Estacionamiento
 - 8.13.5.a) Procedimiento
- 8.14 Replanteo de puntos y rectas
- 8.15 Curvas Horizontales Circulares
 - 8.15.1) Métodos de replanteo
 - 8.15.1.a) Abscisas y Ordenadas
 - 8.15.1.b) Deflexión
 - 8.15.1.b) Cuarto de flecha

Programa

- 8.15.1.c) Polar
- 8.15.1.d) Bisección
- 8.16 Curvas Horizontales de transición
 - 8.16.1) : Espirales
 - 8.16.2) : La CLOTOIDE: Métodos de replanteo
- 8.17 Curvas Verticales:
 - 8.17.1) : PARÁBOLAS
 - 8.17.2) : La PARÁBOLA DE SEGUNDO GRADO: Métodos de replanteo
- 8.18: Replanteo de Obras de desarrollo Superficial
- 8.19 Replanteo de Obras de Desarrollo Lineal
 - 8.19.1 Replanteo de Obras Viales
 - 8.19.1.a Replanteo del desbosque, destronque y limpieza.
 - 8.19.1.b Base de asiento.
 - 8.19.1.c Replanteo del terraplén.
 - 8.19.1.d Replanteo del desmonte.
 - 8.19.1.e Replanteo de las obras de artes menores
 - 8.19.1.f Replanteo de Puentes.
 - 8.19.2 Replanteo de Obras Hidráulicas a cielo abierto: Canales
 - 8.19.3 Replanteo de tuberías
 - I. Replanteo de la pendiente: método de la "niveleta"
 - II. Replanteo de la pendiente: método con teodolito
 - III. Replanteo de la pendiente: con colimador láser
 - 8.19.3 Replanteo de Líneas de conducción eléctrica
 - 8.19.3.a Líneas de alta tensión
 - 8.19.4 Replanteo de torres de microondas
- 8.20 Control del Replanteo
 - 8.20.1) Obras de Altura
 - 8.20.1.a) Control planimétrico de encofrados, instalaciones e insertos
CONTROL DEL REPLANTEO DE EJES, DE INSTALACIONES Y ENCOFRADOS DE COLUMNAS, VIGAS Y CASETONES.
CONTROL DEL REPLANTEO DE INSERTOS
 - 8.20.1.b) Control de niveles de encofrados, instalaciones e insertos
 - 8.20.1.c) Control de la verticalidad de encofrados de columnas
 - 8.20.2) Determinaciones conjuntas
 - 8.20.3) Obras de Profundidad
 - 8.20.3.a) pozos
 - 8.20.3.c) galerías y túneles subterráneos
 - 8.20.4) Túneles
 - 8.20.4.a) Sistema de Apoyo Superficial
 - 8.20.4.b) Orientación Interior
 - 8.20.4.c) Control de la vertical de los pozos
 - 8.20.4.d) Excavación manual. Replanteo
 - 8.20.4.e) Excavación con tunelera. Replanteo
 - 8.20.4.f) Monitoreo de tuneleras automatizadas

Capítulo 9: Mediciones posteriores

- 9.1 Movimiento de suelos
 - 9.1.1) Generalidades
 - 9.1.2) Métodos de medición y cálculo de volúmenes

Programa

9.2 Ductos subterráneos

- 9.2.1) Planos conforme a obras
- 9.2.2) Catastro de ductos

9.3 Medición de deformaciones

- 9.3.1) Nivelación de alta precisión
- 9.3.2) Red de Control y Malla Testigo
- 9.3.3) Prueba de Cargas: Puentes, losas, vigas, pilas.
- 9.3.4) Auscultación de presas
 - 9.3.4.a) Métodos directos o clásicos
 - 9.3.4.b) Métodos geodésicos c/acceso a los puntos testigos.
 - 9.3.4.c) Métodos geodésicos s/acceso a los puntos testigos.
 - 9.3.4.d) Sensores remotos. Instrumental especial

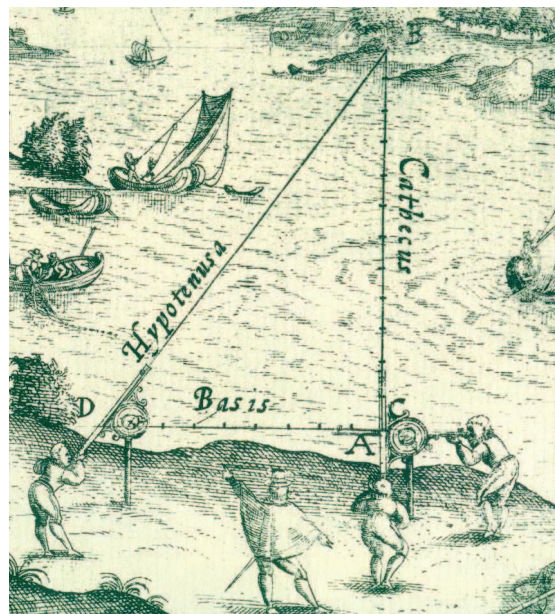
Capítulo 10: Aplicaciones

10.1 Mediciones aplicadas a la Industria Metal Mecánica

- 10.1.1) Montaje de estructuras metálicas
- 10.1.2) Control de deformación de estructuras fijas
- 10.1.3) Control de deformación de estructuras móviles
- 10.1.4) Control de deformación de máquinas

10.2 Mediciones aplicadas a la Industria Agropecuaria

- 10.2.1) Relevamiento de mejoras y desmejoras
- 10.2.2) Intervención en proyectos de cultivos intensivos
- 10.2.3) Agricultura de precisión



Al iniciar este recorrido por las **Mediciones Especiales**, lo hacemos atravesando el pór-tico propuesto por Aaron Rathborne, ... en nuestra primera parada analizaremos los obje-tivos que nos hemos propuesto alcanzar en este breve curso. Luego de ello, Uds. estarán de acuerdo conmigo, que el camino a transitar será arduo y desparejo, por tal motivo los insto a hacerlo de forma valiente y decidida, convocando en nuestro auxilio a las musas de la Geometría y la Aritmética.

A lo largo de nuestro viaje semestral, atravesaremos tres pórticos, el primero de ellos “In-troducción a las Mediciones Especiales” nos mostrará el paisaje de la temática a desarrol-lar, visto desde el pico más alto.

Un poco más adelante atravesaremos un segundo pór-tico y entraremos a un valle que el alumno ya conoce y domina, en el dintel, un cartel que dice “**Relevamiento**”. El objetivo es “construir un modelo de la realidad”, para ello integraremos los conocimientos adquiri-dos en las topografías, con la Geodesia y la fotogrametría, y por supuesto los sistemas de representación y la Cartografía. Y los aplicaremos en las Mediciones Especiales, para que otros profesionales de otras áreas de la tecnología realicen importantes estudios y análisis, que generando proyectos que modifican la realidad.

Finalmente atravesaremos el pór-tico más importante, que nos conducirá hacia el final del camino que transitaremos juntos, en el capitel un cartel que dice: - “**Replanteo**”. Este será sin dudas un lugar bastante desconocido, y nos será un tanto difícil poder transmitir cono-cimientos que más se adquieren con experiencia que con libros. Aquí veremos como llevar a la realidad los proyectos que son modelos virtuales.

Las Mediciones Especiales se diferencian en mucho a las demás actividades que el egresa-do desempeña en su vida profesional, especialmente de la operación de mensura.

En todos los casos, el Agrimensor se verá forzado a cumplir su tarea al filo de la navaja, es decir realizar su trabajo en tiempos por demás exiguos, en lugares incómodos, bajo presi-ón constante de sus comitentes, sin posibilidad de equivocación alguna y cumpliendo estrictamente con las precisiones impuestas.

Por ejemplo: Supogamos al Agrimensor se le encargue la realización de un control y co-rrección de un crisol de un horno siderurgico, la parada de la planta se tiene que prograr al minuto con un par de meses de anticipación (ya que al parar la planta se detiene toda la línea de producción y entregas). Cuando llega el momento preciso, se para la pro-ducción se destapa el crisol, el agrimensor realiza las mediciones de relevamiento, (aun cvon temperaturas elevadísimas), transfiere las coordenadas a la notebook, calcula la cir-cunferencia de regresión aplicando mínimos cuadrados, calcula las correcciones y las replantea, mientras un equipo especializado ejecuta la tarea mecánica. Todo en tiempo record, bajo la presión de capataces, inspectores, supervisores y decenas de personal to-dos alterados, llamadas telefónicas, gritos y desmanes.

Además, la tarea del agrimensor en obra, aparenta ser una tarea ingrata y desconsidera-da, ya que el trabajo que éste realiza, si bien es la esencia misma de toda la obra, los ejes, los planos visuales, los rumbos... son todos invisibles, y lo que no se vé no se publicita, por lo tanto: las centenas de personas que participan en la ejecución de una obra, jamás sabrán que el Agrimensor existe, éste nunca recibirá premio ni felicitaciones; sin embargo,

hasta el último empleado de la firma (y de las empresas amigas), se enterará cuando el Agrimensor se equivoque y sea despedido como un perro.

Por eso parece una tarea ingrata, ya que para el Agrimensor no hay premios, pero sí los peores castigos.

Nos faltaba quejarnos de una más, cuando un agrimensor realiza una operación de mensura, con él va todo el tiempo del mundo, puede relevar un día, aplicar la inteligencia de los títulos comodamente en su estudio con Aire acondicionado, puede volver al campo y equivocarse cuantas veces quiera que siempre, hasta el momento en que entregue su plano final, podrá corregir todos sus errores. Además si no sabe algo, podrá consultar a su colega amigo, o a su libro de cabecera; mientras que el agrimensor que sale a replantear una obra o a modificar una pieza en una industria, sale solo, quema todas las naves: Deberá relevar, calcular, decidir y actuar al pié de la obra misma, sin tiempo para volver a calcular en el gabinete, sin posibilidad de realizar ninguna consulta a nada y a nadie.

A pesar de todas estas lacras, existe sin embargo una recompensa muy especial, que no tiene precio, que hace que el agrimensor se olvide de todos los sinsabores pasado, que actúa como una droga, - adrenalina pura !!! - Una satisfacción enteramente personal (no pública), que es aquella que se siente cuando dos túneles que navegaban a ciegas, se juntan en el lugar previsto, con las elipses de error previstas.

O cuando se juntan dos tramos de emisarios en mar abierto, o cuando se cierra un via-ducto con acuerdos verticales y horizontales que atraviesan un río o una bahía, ... ejemplos hay cientos, y el beneficio es impagable, finalizada la obra y mientras se vive internamente la alegría inmensa de saberse semi-dios, uno ya comienza a soñar el próximo emprendimiento, deseando sea éste con mayores dificultades aún.

Así es esta rama tan especial de la Agrimensura, uno siempre se juega la vida en cada medición y en cada decisión, por ello las sensaciones que produce al individuo son tan distintas, incomparables con las que se obtiene de realizar una operación de mensura.

“ ... cada generación renueva sus ideales. Si este libro pudiera estimular a los jóvenes a descubrir los propios quedarían satisfechos los anhelos del autor, que siempre estuvo en la vanguardia de la suya y espera tener la dicha de morir antes de envejecer. ”

Las Fuerzas Morales - JOSE INGENIEROS Bs.As 1910.-



Se cita a **José Ingenieros** ⁽¹⁾ al atravesar nuestro primer pórtico, y volveremos a citarlo en cada alto del camino, ya que sus palabras y pensamientos son faro, cuya intensa luz han guiado a buen puerto las naves de la juventud latinoamericana durante un siglo, rescatándolas de las tinieblas de la vulgaridad y de la mediocridad...

... y por ser también, quien suscribe estas notas, un ferviente admirador de su obra y un apasionado seguidor de sus ideales.

¹ José Ingenieros fue un importante referente intelectual de su tiempo en los campos de la filosofía y la psicología y un gran divulgador de los más grandes pensadores argentinos.

Estudió Medicina, a la hora de especializarse Ingenieros eligió la psiquiatría y la criminología y se centró fundamentalmente en el estudio de las patologías mentales. Su tesis fue premiada por la Academia de Medicina de París y ganadora de la Medalla de Oro de la Academia Nacional de Medicina de Buenos Aires. Tenía entonces 23 años y ya era un destacado psiquiatra, sociólogo y criminalista.

Además de su obra clínica y sociológica, Ingenieros fue el responsable de la expresión filosófica más sistemática e importante de toda Latinoamérica, sosteniendo una posición que adhería al positivismo de principios de siglo.

Siendo aun muy joven se alejó de la vida universitaria. Cuando José Ingenieros murió, en 1925, era uno de los intelectuales de mayor peso en la cultura argentina y latinoamericana.

Desarrollo de la asignatura

Pórtico N° 1 : Introducción a las Mediciones Especiales

Capitulo 1: Generalidades

Capitulo 2: Sistemas de Apoyo
- Sistemas y Marco de Referencia

Pórtico N° 2 : Relevamiento

Capítulo 3: Captura de datos

Capítulo 4: Levantamientos Terrestres

Capitulo 5: Levantamientos hidrográficos

Capitulo 6: Aplicaciones de los Levantamientos
Hidrográficos

Capitulo 7: Proceso de datos

Portico N°3: Replanteo

Capitulo 8: Replanteo de Obras

Capitulo 9: Control del Replanteo

Capitulo 10: Mediciones posteriores

Capitulo 11: Aplicaciones

Capítulo 1. Generalidades

1.1: Objetivos de la Asignatura

I. Objetivos generales:

- Destacar el rol que le corresponde al Agrimensor, como parte integrante de equipos multi disciplinarios, ya sea que se desempeñe en estudios y proyectos, en la conducción y coordinación de equipos, o en la faz ejecutiva.

Tomando en cuenta que el mismo actúe como profesional independiente, o lo haga en relación de dependencia (en la faz pública o privada).

Desarrollar procesos de comprensión, de análisis, comparación y síntesis; tendientes a movilizar los procesos de razonamientos necesarios para resolver los problemas nuevos que se les presenten, motivándolos al desarrollo de la imaginación y la capacidad creadora, a fin de obtener criterios personales de solución.

- Exhortar a los alumnos a no desaprovechar las fuerzas espirituales que sólo son propias de la juventud, alentándolos a emplearlas en la formación de valores e ideales.
- Incitar a los futuros profesionales, a la búsqueda del valor “verdad”.
- Incentivarlos para que, en su desempeño en la vida profesional se destaquen por la labor técnica/científica, cumpliendo prioritariamente con los valores éticos.

II. Objetivos Específicos:

- Integrar los conocimientos adquiridos en las materias correspondientes al área de la Geometría territorial, ya cursadas con anterioridad: (Topografía, Fotogrametría, Geodesia, Astronomía, y Cartografía)
- Actualizar los conocimientos de los alumnos sobre la tecnología de punta, en lo que se refiere a instrumental de medición, metodología de trabajo y herramientas de cálculo.
- Ejercitar el manejo e interpretación de planos de proyectos y documentación específica de obras civiles y mecánicas, analizadas desde el punto de vista que le interesa al Agrimensor.
- Hacer conocer e incentivar el dominio de la vasta terminología, propia de la temática analizada.
- Ejercitar destrezas en el manejo del instrumental de medición, herramientas de cálculo y diseño gráfico.
- Desarrollar un programa de temas que tome en cuenta las necesidades actuales de la sociedad y los requerimientos del mercado laboral; sin olvidar el lugar o la región donde probablemente desarrollará su actividad el futuro profesional.
- En esta especialidad, el Agrimensor se verá forzado en forma permanente a resolver problemas que le exigirán un adiestramiento especial para arribar a la solución óptima. Es por ello que el objetivo a alcanzar en el desarrollo del temario será prioritariamente la de formar criterios:

- ✓ *Criterios para la selección y análisis de la información, para la correcta opción de la metodología de medición, para la elección del instrumental adecuado y de la herramienta matemática.*

- ✓ *Criterios en la investigación y análisis de la exactitud necesaria en cada emprendimiento, en el empeño y esfuerzo por lograrlo y en la implementación de los mecanismos de control para asegurar que el resultado cumpla con la tolerancia preestablecida.*
- ✓ *Criterios para la optimización de los recursos, es decir: Lograr la efectivización de los dos puntos anteriores, en el menor tiempo y con el menor costo posible de movilización y de recursos.-*

1.2: Inserción de la materia en la carrera de Agrimensura

Los tres pilares básicos sobre los que se asentó la Agrimensura universitaria, tradicionalmente fueron: La Mensura, la Cartografía y el Catastro, la incorporación de esta materia a los planes de estudio es muy reciente, por tal motivo es muy importante que el estudiante sepa, cuales fueron los motivos que impulsaron a incorporarla dentro de nuestra Escuela primero y dentro del plan estudio nacional actualmente.

Pero si bien su estudio sistemático y académico es muy reciente, la historia de esta vocación debemos buscarla en los orígenes mismos de la historia de la humanidad.

1.2.1 Un poco de historia antigua:

Si nos imaginamos a los primeros hombres caminando sobre la tierra, algo así...como 2.000.000 de años atrás, asociaremos inmediatamente este ser débil, indefenso, luchando por su propia supervivencia contra un clima y un medio totalmente hostil, luchando contra el resto de los animales e incluso contra sus primos antropoides.

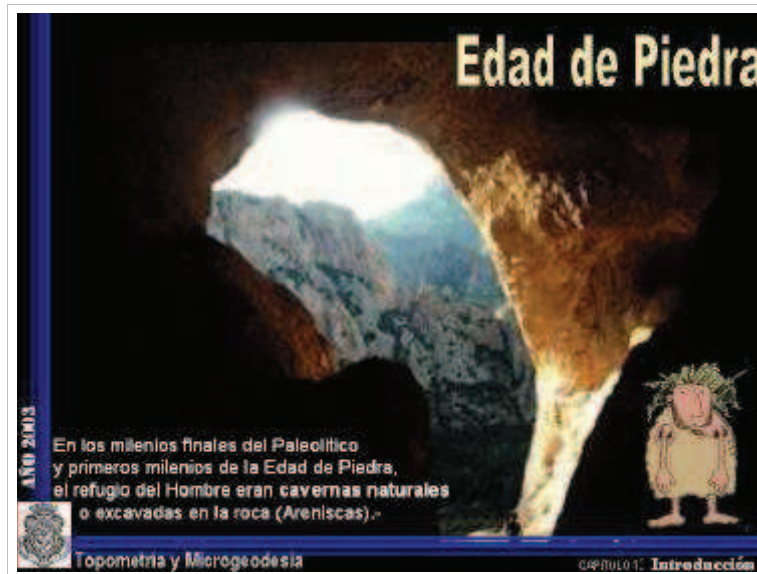
Esta victoria lograda por los primeros hombres, es lo que algunos historiadores han dado en llamar “el auténtico milagro de la creación”, y ello fue posible a partir del empleo de la única ventaja que poseía el hombre sobre el resto de los seres vivos - el **INGENIO** - la habilidad para fabricar útiles y la posibilidad de usar las manos. Debieron de pasar muchos milenios para que el hombre abandonara su etapa de animal predador y dar el gran salto hacia la historia, desde la primitiva economía destructiva hacia la economía de producción y conservación.

La historia antigua de la humanidad se divide en Paleolítico y Neolítico.

A su vez el Neolítico en : **Edad de Piedra – Edad de Bronce y Edad de hierro.**

En los milenios finales del Paleolítico y primeros milenios de la Edad de Piedra, el refugio del Hombre eran **cavernas naturales** o excavadas en la roca (Areniscas).-

TRANSPARENCIA 12



Al producirse los cambios climáticos del final del cuaternario, los grandes rebaños y por lógica consecuencia también el hombre, son empujados hacia las cuencas de los grandes ríos, allí comienza a practicar los primeros cultivos y la domesticación de los animales.

TRANSPARENCIA 13



Esta nueva forma de vida se conoce con el nombre de economía neolítica.

Esta actividad vincula estrechamente al hombre con la tierra, el hábitat se transforma: el refugio temporal cede el paso al poblado estable.

La economía de producción exige el nacimiento de la industria, - la fabricación de herramientas para el cultivo de la tierra y la fabricación de armas - ya no sirven las armas de caza, ahora se necesitan armas de guerra, para apropiarse o defender las cosechas.

Con la **revolución urbana** cambia la religión, cambia el arte, cambia la cultura...
- cambia el Hombre - esta etapa se ubica entre -9.000 y - 6.000 años aC.

En sus orígenes el poblado estaba formado por una inmensa aglomeración de viviendas, pegadas unas a otras formando un bloque inexpugnable, plantas rectangulares, techos planos con entradas por la azotea.

TRANSPARENCIA 14



Posteriormente en la cultura megalítica, la incorporación de la industria metalúrgica cambia fundamentalmente el diseño urbano:

Las casas son rectangulares y se encuentran distribuidas alrededor de los palacios y los templos, generalmente protegidas por robustas murallas, con torres de defensa tronco-cónicas.

TRANSPARENCIA 15



- Aparecen en este período las construcciones en círculo y los techos en bóveda. Incluso existen poblados como el de Alcaydús (en Menorca) contruidos por múltiples recintos circulares tangentes entre sí.

- Aparece también por primera vez, la necesidad de diseñar las construcciones y de materializar ese diseño en el terreno.
Aparece la geometría práctica de la mano del primer geómetra.

La **Mesopotamia** fue cuna de un conjunto de civilizaciones (Súmera - Acadia - Babilonia - Asiria y Caldea). La más antigua cultura urbana conocida, es la de los **Súmeros** y llama poderosamente la atención de los historiadores los conocimientos que ya poseían sobre las matemáticas y la astronomía de posición. Y los conocimientos de geometría y topografía que los llevaron a construir importantes obras de Arquitectura como así también complejos canales de riego.

Es de destacar las construcciones encontradas en las Ciudades-Estados de Lagash, Umma, Nipur, Ur, y Uruk, construidas apróx. - **4.000 años a.C**

TRANSPARENCIA 16



En ellas se construyeron los primeros diques que se conocen y los sistemas de riego que de ellos se derivaban, eran casi perfectos.

En Uruk (por ejemplo), se encontró un templo amurallado de 55m x 22m, y paralelo a éste otro de 83m x 253m !!!

La perfecta simetría de sus naves, pasillos y columnas y el manejo de planos horizontales en distintos desniveles, hace inferir el empleo de rudimentarios instrumentos de medición topográfica.

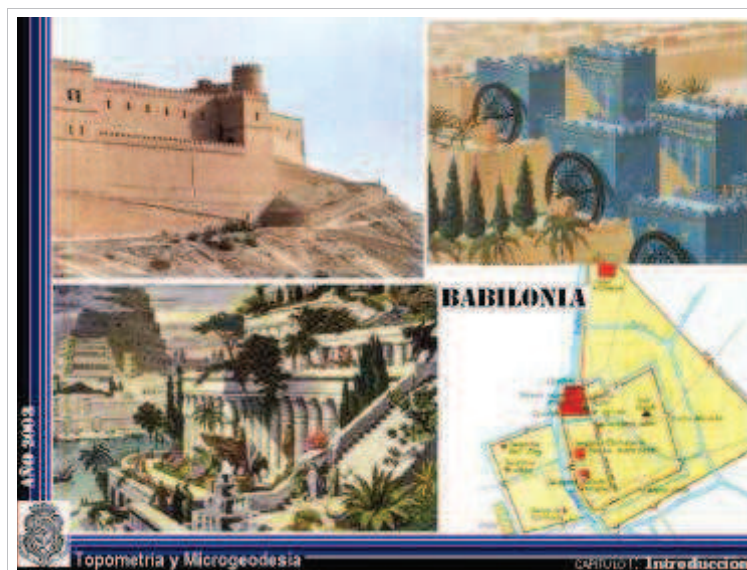
La Arquitectura era monumental y religiosa.

TRANSPARENCIA 17



En **Babilonia** el rey Nabucodonosor, fue famoso más que por sus conquistas por la construcción de la Ciudad, en la cual levantó numerosos palacios, templos, puentes y una gran muralla de 25m de espesor que rodeaba toda la ciudad. De ella llama la atención muchísimas cosas, como por ejemplo el sistema de riego, la distribución de las viviendas por manzanas, o la perpendicularidad de sus calles, pero nada llama tanto la atención como la majestuosidad de sus jardines colgantes.

TRANSPARENCIA 18

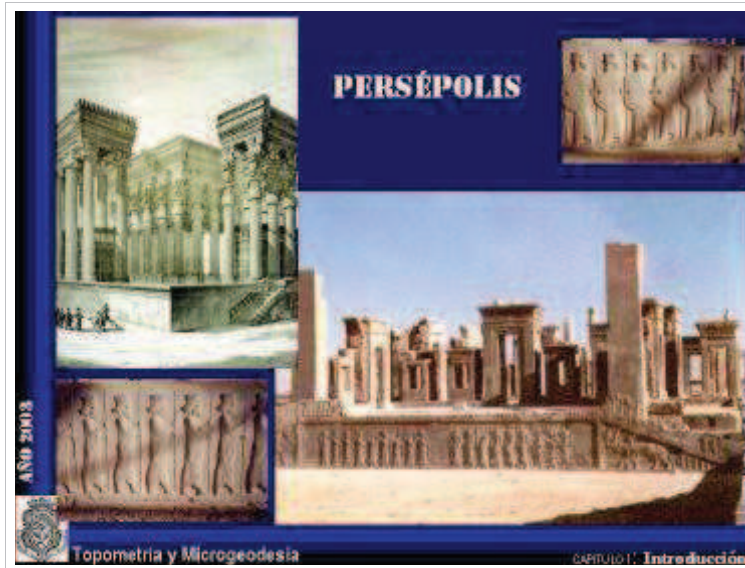


En esta cultura se advierte el uso de un instrumental más sofisticado de medición, como así también del manejo de la geometría práctica, como por ejemplo el empleo del círculo graduado en 360° ...

Los **Asirios** asombraron con sus construcciones en terrazas, con desniveles, escaleras, rampas y planos inclinados.

Un pueblo vecino a la mesopotamia y con una cultura también milenaria, fueron los **Peras**, de quienes podemos poner como ejemplo la construcción de la Ciudad de Persépolis, en la cual se observan varios ejes de simetría rigurosamente perpendiculares entre sí y distribuidos uniformemente en la ciudad.

TRANSPARENCIA 19



También es importante rescatar el templo que mandó a construir el rey Salomón, rey del **pueblo hebreo** -950 años a.C. y destruido en -586aC que tenía las siguientes medidas: 300m x 450m !!, fue proyectado por Arquitectos y replanteado por Geómetras Fenicios mandados a buscar expresamente

TRANSPARENCIA 20



... pero en esta recorrida a vuelo del satélite **SAC-C** por la historia antigua, merece una especial atención la cultura egipcia...

Dice el historiador J.Vercoutter: "...al neolítico se remontan los primeros esfuerzos del acondicionamiento del valle del Nilo por el hombre ... el cultivo de las tierras del valle sólo podían hacerse bajo una doble condición: había que proceder a secar los terrenos cenagosos de los bordes del lecho del río, una vez terminada la crecida. Y a continuación había que irrigar las parcelas desde la siembra y hasta las cosechas...", para lograr este propósito se diseñó y se construyó un extraordinario sistema de drenaje, con ataguías de retención, un complejo de diques, azudes niveladores y canales de riego.

Dicen otros historiadores, en este caso Trevisand y Sinland en su Historia Antigua:

"... si reflexionamos acerca de las monumentales tumbas y de los grandiosos templos y palacios que los egipcios levantaron, llegaremos a la conclusión que sus conocimientos de las matemáticas y de la geometría práctica debían ser considerables..."

TRANSPARENCIA 21



Había tres tipos de tumbas, la mastaba, el hipogeo y la pirámide.

Para dar una idea de las dimensiones, podemos decir que la gran pirámide está construida con 2.300.000 bloques de piedra de 2.5 T c/u, mide 227m de lado y tiene una altura de 147m. Si aplicamos el algoritmo de cálculo de volumen de la pirámide, dice que: $V = 2.524.921 \text{ m}^3$ de movimiento de rocas!!!, más que todo el movimiento de suelos de la presa del Chocón.y a -2.500 años a.C.



¿Sabe Ud. como replantear una pirámide?

...una vez elegido el lugar, había que preparar el terreno limpiándolo de toda la arena superficial hasta llegar a la roca viva, donde debían afirmarse los cimientos.

Entonces los arquitectos dirigían a los esclavos para que tallaran terrazas en formas de escalones en las laderas irregulares de la colina.

Estas terrazas que servían de cimientos para el asentamiento de los bloques de piedras, debían de estar rigurosamente horizontales.

Para asegurar la horizontalidad, los constructores abrieron trincheras llenas de agua por todo el contorno de la base.

Usando como referencia el nivel plano materializado por la superficie del líquido, nivelaron una superficie de 6 Ha. El terreno resultó tan horizontal que ente el vértice Sudeste y el vértice Noreste solo hay una diferencia de dos centímetros.

Estos canales que rodeaban toda la construcción, eran llenados con agua en forma permanente mediante el empleo de mecanismos formados por baldes y contrapesos. El primer historiador "Herodoto" señala que el agua convirtió el lugar en una isla.-

*Posteriormente, ya sobre la superficie perfectamente nivelada, se **replanteaban** los lados de la pirámide, es decir el cuadrado de la base, pero debían hacerlo asegurándose que los cuatros lados del monumento estuviesen correctamente **orientados** hacia los cuatro puntos cardinales. La orientación de la pirámide se hacia con la ayuda de varios cuerpos celestes, puesto que los egipcios desconocían la brújula...seguramente utilizaron la estrella "Alfa" de la constelación del Dragón, ubicada muy próxima al polo Norte celeste.*

Trazar los ángulos rectos para los geómetras egipcios no debió presentar ningún tipo de dificultad, ya que sabían que en un triángulo rectángulo cuando un cateto mide 3 unidades y el otro cateto 4 unidades, la hipotenusa debe medir rigurosamente 5 unidades.



¿Sabe Ud. quiénes realizaban el replanteo de las pirámides?

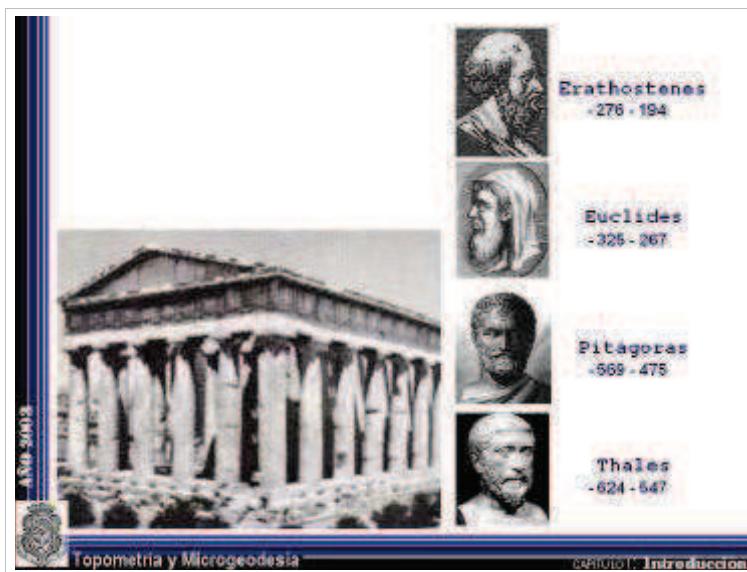
La tarea topométrica de nivelación y replanteo de las terrazas, lo realizaban los arphedonaptas tendedores de cuerdas (topógrafos idóneos).

El replanteo de los vértices y la orientación de los lados, lo realizaba un Geómetra, que a la vez tenía el cargo de Sacerdote, y lo hacía en representación del Dios Thoth... también llamado “Ermes Trimegisto” (tres veces grande) o Dios de la Sabiduría.-

Fueron los griegos quienes se llevaron los laureles, al encargarse de compilar, normalizar, darle una base científica y transmitir este conjunto de conocimientos. A partir de la Geometría práctica, (que ya estaban en uso desde hacía ya al menos 3000 años atrás), los griegos elaboraron las bases de la geometría teórica.

Permítaseme recordar algunos nombres de los geómetras que más se destacaron:

TRANSPARENCIA 22



Ni que hablar de la cultura maya o la civilización inca, una visita a Los Quilmes, Tiahuanacu, Machu Pichu o Chichén Itza será suficiente para comprobar la base técnica-científica que poseían para poder construir las maravillas que ellos hicieron.

TRANSPARENCIA 24



Conclusiones

Y así fue como se fue entrelazando y consolidando el conocimiento, y como desde los orígenes de los tiempos, llegó este legado hasta nosotros (los Agrimensores).

Podemos afirmar, sin temor a equivocarnos, que la Geometría práctica, aparece en el reloj de la historia en el mismo instante que la Arquitectura, es decir entre 5000 y 6000 años a.C.

Desde entonces y hasta nuestros días, la Arquitectura y la Geometría han recorrido juntas el mismo camino, por todo el mundo y en todas las culturas.

Se necesitó de la Geometría práctica para construir:

“desde la obra más pequeña hasta las monumentales maravillas que aun hoy en día sorprenden al mundo”.

Al principio las mediciones estuvieron en manos de geómetras capacitados para el difícil arte del replanteo de obras. Los algoritmos matemáticos que ellos utilizaron y los métodos de medición se transmitieron oralmente, más tarde a través de papiros, tablillas cuneiformes o grabados a cincel en las rocas que,

.... en todas las época, y en todas las culturas, fueron celosamente custodiados por los sacerdotes.

TRANSPARENCIA 25



1.2.2 Un poco de historia moderna:

Tal como antes hemos mencionado, las Escuelas de Agrimensura de nuestro país, fiel reflejo de la Escuela Alemana, se construyó cimentada sobre los tres pilares básicos: **La Mensura, el Catastro y la Cartografía**. Por ende todo el sistema educativo estaba orientado a la formación de un profesional que cumpliera con este paradigma.

Por otra parte, en casi todo el mundo, las mediciones destinadas a los relevamientos y replanteos de las obras civiles, y en general todas las mediciones conducentes a la ejecución

de un proyecto, o la construcción de una obra de ingeniería, estuvieron en manos de los “**Topógrafos**”² de obras.

Sin embargo, en el devenir de las últimas décadas, con la agresiva inclusión de la moderna tecnología, se fueron produciendo profundos cambios en la industria de la construcción.

Las empresas constructoras, a fin de poder sobrevivir y sobresalir en un mundo que ya se movía hacia la globalización, y en un mercado cada día más competitivo se enfrentaron a la necesidad de:

a) *reducir los **costos constructivos**.*

Reducir los costos entre otras cosas implica, hacer la mayor cantidad de trabajo en el menor tiempo posible, lo cual incluye por supuesto, no realizar trabajos mal ejecutados que deban rehacerse, y:

b) *reducir los **tiempos de obras***

Esto obligó a las empresas constructoras a cambiar la metodología de trabajo:

1. Por una parte, a incorporar moderna tecnología de la construcción, tales como encofrados metálicos recuperables, encofrados trepadores y deslizantes, ensamble de estructuras premoldeadas, productos químicos tales como acelerantes de fragüe y curado del hormigón, camiones mixer para el traslado del hormigón elaborado, terminadoras asfálticas, etc.
2. Y por otro lado: a fraccionar la obra en muchas partes y atacarla desde todos los frentes posibles. Este hecho trajo aparejado una dificultad novedosa. La obra se convirtió en un gigante rompecabezas, con márgenes de contacto cada vez más estrechos.

Resolver el problema de juntar las piezas del puzzle respetando tolerancias a veces de escasos milímetros, sólo puede concretarse con éxito si se plantea la construcción previa de una sólida e indeformable estructura geométrica que sirva de apoyo, que vincule las mediciones del relevamiento que sirvió de base al proyecto, con las mediciones del replanteo. Que ate idealmente todas las piezas del puzzle dejando al error de vínculo encerrado dentro de una elipse, cuyos parámetros también sean previstos con anticipación.


En otras palabras, surge la vital necesidad de anticipar a las mediciones de obras, una rigurosa **acotación de errores**, y por consiguiente un correcto análisis para elegir la metodología y el instrumental de medición adecuado en cada circunstancia.


Esta evolución en el área de las mediciones supera en todo la capacidad operativa y el nivel de respuesta de los topógrafos de obra, y obliga a las empresas constructoras a buscar la solución en un profesional competente en el área de la Geometría teórica y práctica, y lo encuentra por su formación geométrica, en el Agrimensor.

Respondiendo a este requerimiento, el Congreso Internacional de la F.I.G. (Federación Internacional de Geómetras), realizado en Munich (Alemania) en el año 1978, crea la Comisión Número 6, denominada “**Engineering Surveys**” o **Mediciones para la Ingeniería**, que comienza a tratar por primera vez, los problemas y desafíos que esta nueva disciplina plantea, recomendando a los claustros universitarios su incorporación como asignatura de grado en los planes de estudio de la Agrimensura.

² Llamamos **topógrafos**: a operadores de instrumentos topográficos, que aprendieron el arte y oficio de las mediciones de obras (directamente en las obras mismas). Autodidactas, cuyos conocimientos prácticos elementales fueron sumados a la teoría que podían rescatar de un libro de topografía y a su experiencia personal. Estos conocimientos lo fueron transmitiendo a otros topógrafos que se iniciaban, generalmente de forma exclusivamente oral

En muchos de los países miembros de la FIG de habla hispana, se difundió con el nombre de “Mediciones Especiales”, se la designó así a los efectos de distinguirla, o diferenciarla de las mediciones tradicionales, fundamentalmente de las mediciones dirigidas a realizar una operación de mensura.

 Felizmente a dicho Congreso había asistido el Ing. Victor H. Haar, destacado profesor consulto de esta Escuela, quien trasmitió esta sugerencia al entonces Director del Departamento de Agrimensura: Agrim. Tito Livio Racagni. El Departamento de Agrimensura, pero fundamentalmente la insistencia de la AEDAC (Asociación de Estudiantes de Agrimensura de Córdoba), logran que se modifiquen los planes de estudio y se incorpore “Mediciones Especiales” dentro de la materia “Elementos de Ingeniería” en el año 1983.-


 Con esta materia no tenía ningún punto en común y por lo tanto no pudo desarrollarse plenamente debido a las limitaciones que le imponían la estructura de la otra en la que estaba inserta, hasta que finalmente se organizó como disciplina independiente (materia selectiva), en la modificación de la curricula realizada en el año 1989, en el plan vigente hasta el año 2000.

Al realizarse el cambio de plan de estudios, y tomando en cuenta su contenido, se denominó a la materia: “**Topometría y Microgeodesia**”, como título abreviado de lo que debió ser...

“**Topometría, microgeodesia y geodesia, aplicadas en las mediciones para obras civiles y la Industria**”.

Sin embargo, tal como descubrirá el alumno al avanzar en el desarrollo de la materia, el dilatado campo de aplicación vigente y el vasto campo por crearse (cuyos horizontes aun no se avizoran), le dan motivo suficiente al autor de estas notas, a opinar que el nombre correcto de la asignatura debiera ser “**Mediciones para Estudios y Trazados Especiales**”, por brindarnos un marco conceptual mucho mas amplio donde movernos y sin dejar afuera del contexto tanto a la topometría, como a la microgeodesia y la Geodesia. Y otras disciplinas de la ciencia, tales como la Metrología, la Fotogrametría, la Cartografía y la Teledetección.

Finalmente (en opinión del titular de la Cátedra), y en honor a la brevedad, la asignatura debería ser llamada simplemente: “**Mediciones Especiales**“, como fue traducida hace 25 años atrás.

 Nuestra Escuela de Agrimensura, adhiriendo al plan de homogeneización curricular propuesto por la CONEA, (organización que representa la agrimensura académica de todo el país), logra reparar un lamentable error histórico, el cual fue el cambio de denominación del título de la carrera, y además realizar un cambio en el plan de estudio tendiente a la modernización, con lo cual estaríamos en condiciones de dar varios pasos al frente, siempre y cuando éste sea apoyado activamente por el claustro docente y por el alumnado. El nuevo plan introduce cambios importantes, y entre ellos: esta asignatura ahora se llama “Mediciones Especiales” y ha dejado de ser una materia selectiva para ser obligatoria.

Cambios Tecnológicos:

Estamos hablando entonces, que esta rama de la Agrimensura que nosotros tan apasionadamente hemos abrazado, tiene una historia universitaria de apenas 25 años; Felizmente para la Agrimensura toda, pero particularmente para las Mediciones Especiales, en estos 25 años se han producidos profundos cambios tecnológicos que nos permitieron acompañar con éxito las exigencias planteadas desde la vereda del frente, pero además nos dan un empuje inconmensurable para seguir creciendo más allá de los límites actualmente establecidos.

1. Avances en las metodologías y el instrumental de medición:

- ✓ Al teodolito óptico-mecánico lo sucedió el teodolito electrónico, y con él la posibilidad de crear archivos digitales.
- ✓ Al Telurómetro le siguió el distanciómetro, luego el distanciómetro se montó sobre los teodolitos para transformarse en un taquímetro electrónico, luego vino la estación total y finalmente la Estación Total inteligente servo asistida o robotizada.
- ✓ En los comienzos fue necesario emplear paquetes de hasta 9 prismas, para medir una distancia superior a los 1000m; luego 3, ahora con un solo prisma resulta suficiente. Se crearon también los mini-prismas, las dianas reflexivas, y la medición con puntero láser sin prismas.
- ✓ A la libreta de campo la sucedió la libreta electrónica, luego la colectora de datos, luego la tarjeta PC MCIA, después los programas con memoria interna, y finalmente los teclados desacoplados.
- ✓ A los niveles ópticos se sumaron los niveles láser, de ultrasonido, autofocus y los niveles digitales, y con él nuevamente la posibilidad de guardar nuestras mediciones en archivos digitales sin necesidad de transcribirlos manualmente.
- ✓ Se fabricaron instrumentos especiales para la industria, accesorios especiales, ocular láser, anteojos de centración nadiral-cenital, trípodes especiales, mesas de trabajos, colimadores, verticalizadores, etc.
- ✓ Y por supuesto los **GPS**: La facilidad, rapidez y precisión alcanzada por estos equipos, nos permiten afirmar que ha cambiado el paradigma de las mediciones terrestres.


2. Incorporación de nuevas técnicas indirectas de capturas de datos:

La teledetección óptica, la interferometría radar y la fotogrametría digital.

- ✓ El tamaño del pixel de las imágenes Landsat (30m), fue mejorado por las imágenes del satélite Spot (10m), que ya fue también superado por las imágenes de otros satélites, como es actualmente el IKONOS II de tan sólo 1m de resolución.
- ✓ Los satélites radar- interferométricos. Último ejemplo: "Space Shuttle Endeavour"
- ✓ La creación de las mesas de trabajo -digitales- fotogramétricas.

3. en el campo de la informática, la transmisión de datos y las comunicaciones.

- ✓ A las calculadoras electrónicas de bolsillo –programables en basic- se sumó el impacto de crecimiento sostenido de las computadoras personales, de las primeras PC 286, pasando por las 386 hasta las 486, luego vino la serie *pentium*, *pentium II*, *pentium pro*, *pentium IV* y además se incorporaron las *notebook*, *palm*, etc.
- ✓ A los rudimentarios programas en basic, los programas enlatados.
- ✓ Aparecen las planillas de cálculo: y al Lotus lo sucede el Symphony, el Qpro, el Work y luego el Excel
- ✓ Se incorporan los programas Cad (Diseño asistido por computación), siendo el AutoCad de autodesk el software que fija el estándar.
- ✓ Aparecen programas comerciales que generan MDT (Modelo Digital de Terreno), el "Surfer" tal vez fue el primero; luego el "Map" de Sokkia, el "Cartomap" , otro de la firma Leika, y el "eagle point". Al "Civil Survey" de Autodesk compatible con AutoCad, lo sucede el "landdevelopment" y el "Civildesing"
- ✓ A la tableta digitalizadora la sucede la mesa digitalizadora y estos a su vez quedan obsoletos con el empleo de software que transforman imágenes raster en imágenes vectorizadas, como por ej. el CadOverlay de Autodesk.
- ✓ Finalmente cabe agregar, la potencia gráfica de los programas Cad combinada con los Sistemas de Información Geográficos (GIS).

 este violento cambio en permanente evolución, conduce a que el campo de acción de las mediciones especiales sea como la explosión del Big Bang, en continua expansión y sin límite alguno.

1.3: Definiciones

Topometría:

Conjunto de operaciones:
 Mediciones lineales, mediciones angulares y mediciones específicas.
 Cálculos y procesos matemáticos destinados a **determinar, o replantear** la **posición** de puntos en el terreno, conforme a un sistema de referencia previamente establecido.

Microgeodesia:

Control geodésico de alta precisión en áreas de extensión limitada.
 Definición del IPGH (Instituto Panamericano de Geografía e Historia) - año 1970.

Al referirnos al nombre de la asignatura, habíamos propuesto el siguiente título:
 “ Mediciones para el **Estudio** y **Trazados** Especiales:

Estudios:

Se refiere al análisis de las variables que intervienen en un proyecto, donde el levantamiento topométrico, la topografía y la cartografía juegan un papel primordial. Vemos que está estrechamente ligado a la **determinación** de la posición de puntos en el terreno.

Trazados:

Con este nombre algunos autores españoles y mexicanos, denominan a las mediciones destinadas al **replanteo** de puntos y líneas de un proyecto en el terreno. Debido a que las traducciones de obras producidas en otros idiomas también son elaborados por ellos, ocurre que este nombre se ha generalizado en nuestra profesión.

1.4: Espaciado y exactitudes de las Mediciones Especiales

ESPACIADO ➔	de 0m a 3m	de 3m a 30m	de 30m a 1Km	de 1Km a 50Km	> a 50Km
Dominio ➔	Replanteo de: Anclajes e Insertos	Relevamiento y replanteo de Obras Civiles	Relevamiento y replanteo de Obras Civiles	Relevamiento y replanteo de Obras Civiles	Levantamientos regionales p/anteproyectos Planificación
PRECISIONES ↓	Control de deformación Mediciones Industriales	Control de deformación Mediciones Industriales	Auscultación Mediciones Industriales	Agricultura Minería Catastros Urbanos Control de mov.de placas	Catastros Rurales Control de mov.de placas
1: 5 000 1: 100 000	TOPOMETRIA				
1: 100 000 1 ppm 10 ⁻⁷	METROLOGIA	MICRO GEODESIA		GEODESIA	

En el gráfico, exponemos una división del espacio, donde se puede observar no depende de la extensión del trabajo, sino que fundamentalmente en las exactitudes perseguidas.

Si hablamos de exactitudes generosas, la Topometría abarca todo el espectro, mientras que las mediciones que exigen una elevada precisión, es abarcada por tres áreas del conocimiento:

- La Metrología (que está fuera de nuestro ámbito)
- La microgeodesia
- La geodesia.

Si bien en esencia no existe diferencias entre la Topometría y la microgeodesia, las distintas exigencias respecto a exactitudes, condicionarán el empleo de las metodologías de trabajo, el instrumental y fundamentalmente, los modelos de cálculo y compensación.³

Tanto los límites del espaciado, como el de las exactitudes es meramente figurativo y no taxativo, por ejemplo en algunos casos se pueden obtenerse exactitudes de 1: 300 000 sin salirse del campo de la Topometría y en redes de control geodésicas, se han obtenido exactitudes de 10^{-8}

1.5: Dominio de las Mediciones Especiales

Cubren el amplio espectro de las operaciones destinadas a dar solución a los requerimientos de otras áreas, como son:

TRANSPARENCIA 39



MEDICIONES PARA LA EXPLOTACIÓN Y PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

En esta área, el Agrimensor interviene en:

Relevamientos de campos: Conforme sea la finalidad será la información a levantar y el plano topográfico resultante. Así por ejemplo puede tratarse de un plano para el proyecto de un uso industrial intensivo, o un relevamiento de desmejoras para un proyecto de recuperación, o un plano para el estudio de riego o saneamiento.

³ **NOTA:** Nuestro corrector (Rubén Rodríguez), opina que el límite de la Microgeodesia, de 50Km establecido en el cuadro de arriba, debería reducirse considerablemente. Opina incluso que el límite previsto por el Manual de Normas y Especificaciones del IPGH, de 10Km es muy extendido. En su idea, éste no debería ir más allá de lo requerido por las "auscultaciones" es decir: - no más de 2 Km. Una solución propuesta por él, es la de adoptar el punto donde empieza a tener influencia superior a 1mm (ó 0.5mm) el traspaso de coordenadas, sin considerar las fórmulas elipsóidicas. En cuanto al Control de movimientos de placas, sostiene que corresponde al ámbito de la Geodesia, salvo en áreas reducidas y muy perturbadas, como la falla del "pie de palo" en San Juan.

Replanteo: de industrias agrícolas (tambos), y de galpones, de alambrados internos, de conductos de agua, de represas, de canales de riego y/o de drenajes. Construcción en el terreno de curvas de nivel, de terrazas de cultivos, albardones, etc.

Las exactitudes perseguidas en este ámbito se encuentran generalmente en un entorno inferior a 1: 5 000 para las mediciones planimétricas y en las mediciones altimétricas más exigentes difícilmente superen 1: 10 000 por cuanto quedan cubiertas con las **precisiones de la Topometría.**

Otra tarea muy frecuente es la medición rápida de superficies de potreros, definiendo y delimitando las superficies con cultivos intensivos, las superficies cubiertas con monte o malezas, las superficies destinadas al pastoreo, etc. Todo ello para una mejor planificación de las tareas del laboreo, calcular mejor la cantidad de semilla, la superficie a regar, la cantidad de plaguicida, herbicida, etc.

Las exactitudes perseguidas alcanzan y sobran con el 2% ó el 3% para la determinación del valor de la superficie, no es necesario la determinación altimétrica, por cuanto estos requerimientos quedan totalmente cubiertos con la Topometría.

Estos trabajos siempre conducen, o son el resultado de la realización de un proyecto de explotación agropecuaria, por tal motivo, en la generalidad de los casos el Agrimensor deberá trabajar en común acuerdo con Ing. Agrónomos, Técnicos Agrarios, Ing. Hidráulicos, Constructores, Veterinarios, Lic.en Administración de Empresas, y directamente con los productores agropecuarios.

Importante es destacar los avances que en este campo se vienen produciendo, respecto al empleo de posicionadores GPS, y la aplicación de GIS, en el seguimiento y control de cosechas, en donde la georreferenciación es la tarea básica. A este tema se lo conoce con el nombre de “**Agricultura de Precisión**”

TRANSPARENCIA 41



Muchas veces no somos concientes de nuestro campo de aplicación y descuidamos algunas salidas laborales, cuyo vacío es inmediatamente ocupado por otras profesiones o por idóneos (que es lo mismo)

TRANSPARENCIA 41



Como en este caso, la publicidad es de una empresa consultora formada por contadores

MEDICIONES PARA ESTUDIOS Y PROYECTOS DE GRAN EXTENSION

Generalmente el Estado (Nacional – Provincial - Municipal), Entes autárquicos y regionales, o empresas Consultoras privadas, encaran estudios y proyectos de gran envergadura, es decir que abarcan muchas hectáreas de extensión, como son por ejemplo los estudios hidrológicos, los estudios de cuencas, los relevamientos forestales, los relevamientos geológicos, los catastros mineros, los estudios de saneamiento, la planificación regional. Cartas temáticas de censos, densidad o distribución de población. Catastros multipropósitos, censo, catastros y planificación vial, relevamientos de líneas de conducción (eléctrica, gas, agua). Cartografía base para GIS.

Las exactitudes perseguidas son generalmente muy generosas, (en la mayoría de los casos la precisión gráfica es suficiente).

Por ej., en cartas a escala 1: 50 000, la precisión gráfica es de $\pm 10m$. Lo cual conduce a trabajar dentro de precisiones que van desde 1:1000 a 1:5000

Si la cartografía final, es el resultado de una restitución aerofotogramétrica, en ese caso las precisiones para el posicionamiento de los PAF, puede estar entre:

1: 10.000 a 1:100.000. Y si es el resultado de un proceso de imágenes satelitales, la medición de los PCI (puntos de corrección de imágenes), pueden estar entre:

1: 1000 a 1: 10.000 dependiendo del tamaño del pixel y de la fuente origen y de la finalidad.

El Agrimensor no podrá alcanzar los resultados con el sólo empleo de la Topometría y deberá recurrir permanentemente al auxilio y complemento de las otras disciplinas: la Cartografía, la Geodesia, la Fotogrametría, el Catastro, la Teledetección el manejo de imágenes ópticas y de radar, y las Valuaciones masivas.

Como en el caso anterior, como las tareas implican un trabajo interdisciplinario, el profesional de la Agrimensura deberá coordinar sus tareas con profesionales de muy distintas especialidades : Ing. Hidráulicos, Ing. Agrónomos, Biólogos, Merceólogos, Geólogos, Ecologistas, Lic., Ing.o Dres. Especialistas en medio ambiente, Ing. Civiles, Ing.Viales, Ing.Mecánicos-Electricistas, Ing.en Sistemas, Lic.en Informática, etc.

TRANSPARENCIA 43

**MEDICIONES PARA OBRAS DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA**

El Agrimensor interviene en todas las etapas evolutivas de las obras de Arquitectura e Ingeniería, desde el relevamiento inicial para la confección del anteproyecto hasta las mediciones necesarias para la elaboración del proyecto ejecutivo. Interviene en el replanteo de las obras civiles y el control de los montajes durante toda la construcción de la obra. Posteriormente realizará mediciones de control de deformaciones y mediciones destinadas al cómputo métrico.-

Las exactitudes dependerán de las características de las mediciones, si son para un sistema de apoyo, para el relevamiento o replanteo de puntos, para el cómputo, replanteo de anclajes e insertos, control de deformación, etc. Pero en reglas generales podemos definir:

- a) Sistemas de Apoyo y mediciones para el relevamiento.
 Construcción de la obra civil.
 Replanteo de estructuras hormigonadas insitu.
 En Gral. para todas las obras de Desarrollo Lineal (excepto algunos túneles)
 → **Precisiones topométricas.**
- b) Para la construcción de Redes de Control, la auscultación, el relevamiento de deformaciones, replanteo de anclajes e insertos, montajes de estructuras premoldeadas, montajes mecánicos y el control geométrico de las estructuras.
 En Gral. para algunas obras de desarrollo superficial y algunos túneles
 → **Precisiones microgeodésicas.**

En cuanto a su desempeño, el Agrimensor deberá coordinar sus tareas con profesionales del área de la construcción: Ing. Civiles, Arquitectos, Ing. Viales, Ing. Hidráulicos, Ing. Mecánico-Electricistas, Ing. Especialistas, Constructores, etc.

TRANSPARENCIA 44



MEDICIONES PARA LA EXPLORACION Y EXPLOTACIÓN MINERA

El Agrimensor interviene en el replanteo de las excavaciones subterráneas o en las canteras a cielo abierto. En las exploraciones y explotaciones petroleras. Lo hace realizando los relevamientos necesarios, replanteos de pozos, túneles, socavones y galerías.

Mensuras de pertenencias mineras, mensuras petroleras, etc.

Las precisiones requeridas generalmente son cubiertas por la **Topometría**. Recurrimos a la **Geodesia** en casos de trabajos de gran extensión como por ejemplo la ejecución de la red de apoyo del proyecto Pasma.-

Como en los casos precedentes, el Agrimensor coordinará sus tareas con Geólogos, Ing.en Minas, Técnicos en perforación y en voladuras, Ing. Geofísicos, etc.

TRANSPARENCIA 45



En la foto, emprendimiento minero a cielo abierto, Mina Bajo la Alumbra

MEDICIONES DE LA CORTEZA TERRESTRE

Cuando se trate de brindar apoyo a los estudios geológicos, georreferenciación de muestreos y de perfiles gravimétricos, las precisiones son topométricas.

Se Incluyen en los trabajos de MGEO (**Microgeodesia**), las mediciones necesarias para detectar los movimientos volcánicos, sísmicos, y en general todos los movimientos producidos en la corteza terrestre, cuando la extensión de los trabajos sean de un área determinada y reducida.-

Cuando las dimensiones abarcan regiones extensas, se trata de un trabajo cuyo dominio es de la **Geodesia**.

En estos casos, el equipo se integrará con Ing. Geodestas, Geofísicos, Geólogos, etc.

TRANSPARENCIA 46



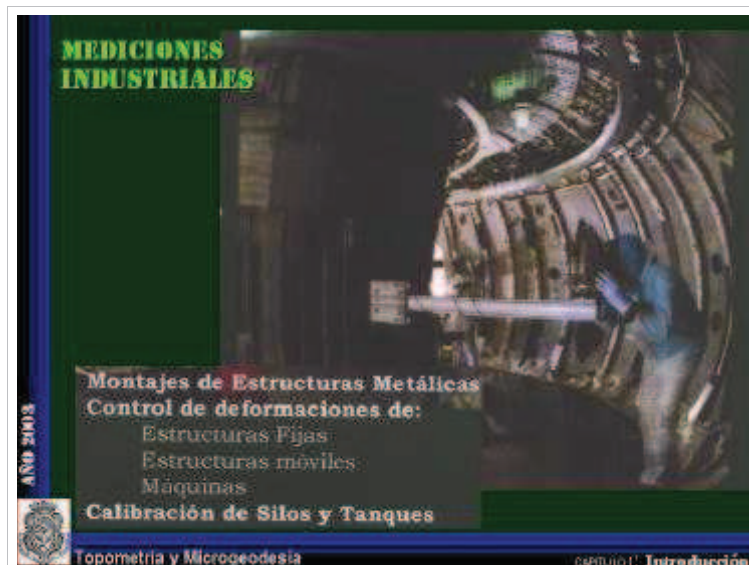
MEDICIONES PARA LA INDUSTRIA METAL MECÁNICA

El Agrimensor participa realizando mediciones destinadas al montaje de estructuras metálicas, y en el control de las deformaciones producidas en estructuras fijas, móviles y máquinas.

Las precisiones perseguidas se encuentran siempre dentro del ámbito de la Metrología y de la **Microgeodesia**.

El equipo de trabajo interdisciplinario se compartirá con Metrólogos, Ing. Industriales, Ing. Metalúrgicos, Ing. Mecánico-Electricistas e Ing. Civiles.

TRANSPARENCIA 40



MEDICIONES PARA ESTUDIOS DE MEDIO AMBIENTE

El Agrimensor interviene en la realización de Levantamientos topográficos, georreferenciación de muestreos, y procesos de imágenes, cuyo fin sea la generación de cartografía temática a distintas escalas y para los siguientes fines:

Planificación y diagnósticos ambientales. Proyección futura del impacto.-

Estudios de evaluación y diagnóstico de Impacto ambiental.-

Aplicación de Sistemas de Información Geográfico para la zonificación de áreas contaminadas, determinación de contaminantes y parámetros de impacto.

Manejo de cuencas hídricas, reservas naturales, áreas protegidas, conservación y desarrollo de Flora y Fauna. Impacto paisajístico, turismo y recreación. Etc.-

Como en casos anteriores, la precisión de la **topometría** alcanza, pero el Agrimensor deberá auxiliarse de la **cartografía, la fotogrametría, y la teledetección de imágenes.**

El Agrimensor integrará equipo con Licenciados, Ing. Químicos y Dres. Especialistas en estudios ambientales.-

TRANSPARENCIA 47



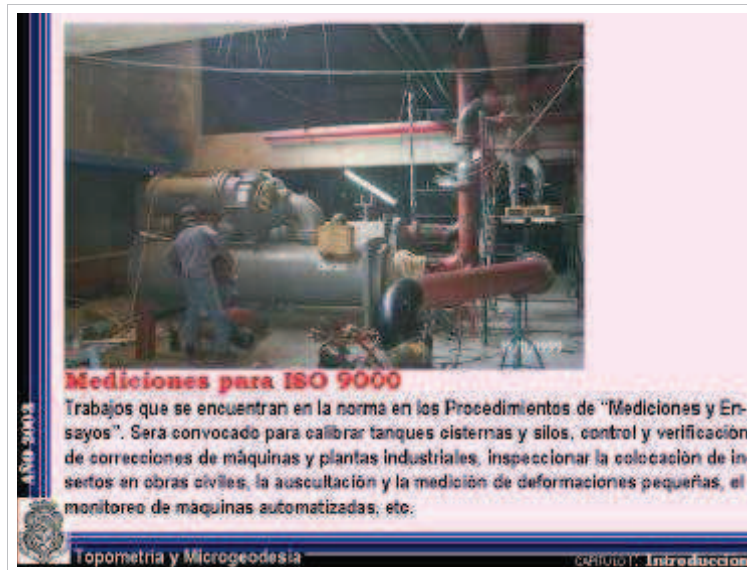
MEDICIONES PARA ISO 9000

El Agrimensor realiza trabajos que se encuentran encuadrados dentro de la norma en los Procedimientos de “Mediciones y Ensayos”. Será convocado para calibrar tanques cisternas y silos, control y verificación de correcciones de máquinas y plantas industriales, inspeccionar la colocación de insertos en obras civiles, la auscultación y la medición de deformaciones pequeñas, el monitoreo de máquinas automatizadas, etc. En todas aquellas empresas constructoras e Industrias que certifiquen ISO 9000

Las precisiones perseguidas se encuentran siempre dentro del ámbito de la Metrología y de la **Microgeodesia.**

El equipo de trabajo interdisciplinario se compartirá con Metrólogos, Ing. Industriales, Ing. Metalúrgicos, Ing. Mecánico-Electricistas e Ing. Civiles.

TRANSPARENCIA 43



1.6: Etapas secuenciales y modos de participación

En las Obras de Arquitectura e Ingeniería

En todo trabajo de este tipo y en general en cualquier emprendimiento en que interviene el Agrimensor, desde la idea gestadora o la necesidad que le da origen, hasta la culminación de los mismos, se sigue una secuencia evolutiva.

A los fines de seguir paso a paso dicho encadenamiento de etapas, y de especificar la responsabilidad que le corresponde al Agrimensor en cada una de ellas, tomaremos un ejemplo de una obra en particular, en este caso una presa, cuyo destino principal será generación de energía eléctrica.-

TRANSPARENCIA 43



1.- IDEA GESTADORA:

Ante la necesidad de la generación de energía eléctrica (para una región y/o para la red interconectada), un Organismo de Planificación estudia distintas alternativas de costos y finalmente decide la construcción de una central de energía hidroeléctrica, sobre otras alternativas como podrían ser las centrales termoeléctricas.

Para la concreción de tal propósito encomienda al Organismo correspondiente o a consultoras privadas, para que se encarguen de la elaboración del proyecto, la confección de los pliegos, el llamado a licitación y la inspección de la construcción de la obra.

2.- RELEVAMIENTO: PLANTEO PREVIO (CAPTURA DE LA INFORMACIÓN GRAL.)

Esta es la recopilación de la información necesaria para la realización del anteproyecto, el cual es la conclusión óptima, surgida luego del análisis y estudio de varias alternativas posibles de solución.

Para ello, el equipo que elabora el anteproyecto requerirá del Agrimensor abundante información, proveniente de distintos orígenes:

- ✓ Cartografía existente de diversas fuentes (IGM- DNM- etc.)
- ✓ Generación de Imágenes satelitales ajustadas y georreferenciadas
- ✓ Vuelo y restitución aerofotogramétrica
- ✓ Planchas catastrales.
- ✓ Mapas de suelos
- ✓ Carta de valores de tierra

Como esta etapa requiere el manejo de información que cubre un área de gran extensión, se trabajará con escalas pequeñas y con exactitudes generosas, tal como la precisión gráfica.-

De igual modo otras informaciones complementarias como son los censos de población, estudios de flujos de tránsito y valuaciones de la propiedad se realizan de forma expeditiva.-

Sobre la base que nos brinda la cartografía digitalizada, se actualizará la información mediante la restitución de fotogramas y el procesamiento de imágenes satelitales.

Quedándonos un modelo digital con curvas de nivel del área del terreno en estudio, sobre el que se le ha volcado toda la información concerniente a situación dominial, estado parcelario, densidad de población, valores de suelo libre de mejoras, actualización de mejoras, construcciones, ocupaciones, cultivos, etc.-

3.- ANTEPROYECTO:

Sobre esta base, los Ingenieros y Técnicos especialistas elaborarán distintas hipótesis de trabajo, ubicando la presa en distintos lugares, ponderando en cada caso costos de construcción de la presa y de la central, costos de la conducción, costos de expropiación, volúmenes de agua almacenado, costo del destronque, impacto ambiental, costo de los movimientos de suelos, cantidad de superficie regada, etc.

De la comparación de costos y beneficios, se elegirá aquella variante cuyo resultado sea el de menor costo y de mayores beneficios.

Elegida la alternativa final, se elaborarán documentos gráficos (planos), literales (memorias técnicas, pliegos), y numéricos (cómputos, precios) que integrarán el Anteproyecto de la Obra.

El Organismo que estudió el anteproyecto, o la consultora, o un equipo especializado en el tema a definir, encarará la elaboración del **Proyecto Ejecutivo de la Obra** en base a las pautas y documentos que integran el anteproyecto.-

La empresa Consultora que haya sido nominada para la elaboración del Proyecto Ejecutivo, deberá comenzar por requerir mayor información geo-topo-cartográfica.-

En nuestro ejemplo, una comisión integrada por Ingenieros Civiles e Ingenieros Especialistas, se abocarán al estudio y análisis de los antecedentes, encargando al Agrimensor de inmediato el relevamiento ajustado y en distintas escalas y equidistancias: del área de inundación del lago, de la zona de emplazamiento del cerramiento, detalles de la zona de ubicación de la central, la faja de los canales de riego, y de toda la zona de influencia.

4.- PLANTEO (CAPTURA DE DATOS Y PROCESO)

El Agrimensor nuevamente será convocado, esta vez será el encargado de realizar la captura de los datos necesarios para generar la información requerida por los proyectistas, la cual ahora se realizará con mayor detalle y mayores precisiones.

Se determinará un modelo digital del terreno, que tiene por finalidad la elaboración de la planimetría general, sobre la cual se asentará la información específica para el estudio de la obra particular. El modelo digital de elevaciones que tiene por finalidad la representación de la forma del relieve.

Realizará la planificación, materialización, medición y cálculo de un sistema geométrico de apoyo que abarque el área de construcción de la presa, la obra de toma, el perímetro de expropiación, la zona de riego, el sector de emplazamiento de la central, los túneles de conducción, etc.

Encarará levantamientos de detalles en distintas escalas y con distintas exactitudes, y la metodología de captura será combinando levantamientos terrestres con restituciones aerofotogramétricas. Para tal fin planificará, contratará y controlará el vuelo aerofotogramétrico, la colocación de los PAF, la aerotriangulación y la restitución final.-

Realizará un Catastro parcelario de la zona de afectación, el estudio dominial de la tenencia de la tierra y los valores de la tierra libre de mejoras.

Una vez definido la planimetría general del proyecto, fijará el límite del perilago, determinará la línea poligonal de expropiación y realizará el relevamiento y tasación de las mejoras.

Calculará los volúmenes de movimientos de suelos, valuará el costo de la expropiación y definirá las servidumbres (si correspondiere) generadas por la obra.

5.- PROYECTO EJECUTIVO:

Un equipo de proyectistas integrado por un grupo numeroso de Ing. especializados en distintas ramas de la Ingeniería, se abocará a la confección del proyecto definitivo.

Una vez finalizados los estudios, los resultados se plasmarán en un conjunto de documentos gráficos y alfa numéricos, planos, pliegos de condiciones generales, particulares, de especificaciones técnicas, memorias y cálculos, que conformarán el proyecto ejecutivo.

El mismo Ente que inició la gestión, llamará a concurso público (licitación) para la cotización de la ejecución del proyecto.

Existen varias modalidades de cotización:

- a) **Precio por Unidad de Medida.** → Cada empresa cotiza por ítem, conforme a las cantidades establecida en los planos y pliegos. Una vez terminadas las obras, se realizará una medición final para determinar las cantidades exactas, pagándose la obra conforme estas mediciones.
- b) **Precio por Ajuste Alzado** → Cada empresa cotiza con un valor global por todos los trabajos, y cobrará este valor, aunque resulten distintas mediciones al final del trabajo.
- c) **Precio tope** → El contratante fija un valor tope para los trabajos, cada empresa cotiza un precio inferior o igual al fijado por pliego.

Cuando la modalidad de contratación es según **(b)** ó **(c)**, las empresas interesadas en participar en el concurso de precios, se ven obligadas a realizar un análisis exhaustivo de las mediciones que figuran en planos y pliegos, con el objeto de tener valores lo más ajustado posible a los costos reales, buscando el auxilio del Agrimensor para corroborar los valores que corresponden a su ámbito.

Verificación del plano de relevamiento, cómputo del movimiento de suelos, etc.-

6.- REPLANTEO

Una vez que haya sido adjudicada la obra, la empresa contratista llevará adelante la construcción de la obra, para tal fin contratará al Agrimensor para que planifique y ejecute las tareas de **replanteo** correspondiente.

Volviendo a nuestro ejemplo, el Agrimensor confeccionará el Plano general de replanteo, vinculando geoméricamente todas las obras que integran el proyecto, y confeccionará un plano de replanteo específico de cada obra en particular: El cerramiento de la presa y vertederos, obra de toma, túnel de conducción, canales de riego, central y playa de maniobras, etc.

Efectuará la acotación de errores a fin de cumplir con las tolerancias constructivas. Planificará el Sistema de Apoyo principal y secundario, elegirá la metodología de medición, adquirirá el instrumental necesario, materializará el límite de expropiación, realizará las mensuras de afectación, replanteará y controlará las voladuras, replanteará y controlará los movimientos de suelos, ídem con las sucesivas tongadas de hormigón o construcción del terraplén de cerramiento, replanteará las ataguías, vigilará el avance de los túneles, realizará mediciones y cálculo de volúmenes de suelo para los certificados parciales, etc.

7.- MEDICIONES POSTERIORES

Una vez concluidas las obras, queda aún una tarea, en especial en aquellas obras contratadas según la modalidad **(a)** (precio por unidad de medida), la medición y cómputo definitivo con el fin de ajustar la certificación final.

Y en todos los casos, con el propósito de ejecutar los planos conformes a obras.

Ya habilitada la obra al uso para el que fue destinada, se realizan mediciones periódicas para determinar movimientos o deformaciones. A estas mediciones se las denomina **Auscultación**.

La auscultación de una presa radica en medir en forma periódica las deformaciones producidas en la estructura de la pantalla de cierre, coronamiento y vertedero. Ello se hace sobre puntos testigos que se dejaron empotrados en el hormigón de la estructura, durante la construcción de la misma.

Como las exactitudes perseguidas es milimétrica la metodología y el instrumental responde a la microgeodesia.

TRANSPARENCIA 43



8. - MEDICIONES SIMULTÁNEAS

En reglas generales se cumple siempre con la secuencia establecida:

Se realiza un levantamiento de datos de la Realidad, los cuales una vez procesados y compatibilizados con los antecedentes consultados, son la base para la construcción de un modelo ideal (abstracto) de la realidad.

Sobre ese modelo trabajarán profesionales y técnicos para elaborar un proyecto. Dicho proyecto será ejecutado en el terreno modificando la realidad primitiva.

Como dichas etapas están distribuidas en el tiempo, lo más probable es que en cada eslabón participe un Agrimensor o un equipo de agrimensores distinto, y aún procedentes cada uno de ellos de lugares muy distantes, que causen que los mismos, a pesar de haber trabajado en el mismo emprendimiento, jamás se conozcan entre ellos.

Sin embargo ocurre muchas veces que en algunos trabajos especiales, particularmente en casi todos los trabajos destinados a la industria, que un mismo Agrimensor ejecute en forma secuencial y de una sola vez todas las etapas.

Pondremos en este caso, el ejemplo del control de un puente grúa.

El responsable del Control de Calidad de una fábrica detecta problemas en el puente grúa, con el propósito de verificar las deformaciones y de reparar el puente, decide parar la producción de su planta un determinado día, y por algunas escasas horas.

El Agrimensor contratado deberá presentarse en la fábrica instantes antes de que se detenga la producción, habiendo realizado con antelación, la acotación de los errores y la planificación de la tarea a ejecutar.

En el momento del corte iniciará su carrera contra reloj, deberá plantear el **sistema de apoyo**, medirlo y compensarlo, realizar las **observaciones** y calcularlas, deberá **procesar** la información y determinar las deformaciones de la estructura fija (rieles) y de las estructuras móviles (tren rodante del puente). Transmitirlas a los operarios especializados, quienes de inmediato comunicarán al Agrimensor cuales serán las reparaciones que realizarán, **replantear** las correcciones y verificarlas una vez concluida cada una de ellas. Levantar el instrumental y los equipos accesorios instantes antes que suene la sirena para re iniciar las tareas de producción.

Esto ya lo dijimos: En tiempo récord, bajo la presión constante de los ejecutivos de la fábrica, en lugares por demás incómodos y con temperaturas elevadas, y por sobre todas las cosas, bajo una terrible presión interna - ¡ los riesgos de error, deben ser nulos !⁽⁴⁾

1.7: División del Dominio

En las Obras de Arquitectura e Ingeniería

Podemos dividir al dominio conforme muchos criterios, pero lo haremos siguiendo un punto de vista que interese al Agrimensor, la forma geométrica.

Desde este enfoque, clasificaremos a la obras en:

⁴ Cuando decimos que los riesgos de error deben ser nulos, nos referimos a que no deben existir errores groseros ni sistemáticos, mientras que los inevitables errores accidentales de medición, deben estar previamente asegurados dentro de una mínima elipse de confianza del 95%.

I.- OBRAS DE DESARROLLO LINEAL

Son todas aquellas obras que se desarrollan a lo largo de un eje, ocupando una faja. Cada punto característico de la obra queda expresado por una distancia progresiva, medida desde el origen y una distancia transversal normal al mismo.

Son ejemplo de este tipo de obras:

Caminos, autopistas, gasoductos, líneas de alta tensión, acueductos, oleoductos, canales, sísmicas.

II.- OBRAS DE DESARROLLO SUPERFICIAL

Son aquellas que se desarrollan alrededor de un polo, definido por la intersección de un par de ejes perpendiculares entre sí, cubriendo una área homogénea.

Cada punto característico de la obra se expresa mediante dos coordenadas rectangulares.

Son ejemplo de este tipo de obra:

- Los levantamientos para estudios regionales, como son los estudios hidrológicos de cuencas, geológicos, catastrales, etc.
- Obras de ingeniería como las presas, los puertos, los aeropuertos y todo tipo de redes: redes de saneamiento cloacal, de distribución de agua, de desagües pluviales, etc.
- Obras de arquitectura como fábricas, centros urbanos, villas, barrios, edificios, torres, etc.

TRANSPARENCIA 51



III.- OBRAS DE PROFUNDIDAD O ALTURA

Dentro de cada una de las clasificaciones precedentes, en algunos casos distinguimos un sub grupo, que son aquellas obras en que, si bien su proyección en planta es superficial o lineal, el desarrollo de la obra es en altura o en profundidad.

Obras de desarrollo superficial y en altura

Son obras que su proyección en planta es Superficial, mientras que su eje de desarrollo dominante es en altura.

Son ejemplo de este tipo de obra:

Las chimeneas, los silos, los edificios, las torres, etc.

Obras de desarrollo superficial y en profundidad

Son obras que su proyección en planta es Superficial, mientras que su eje de desarrollo dominante es en profundidad.

Son ejemplo de este tipo de obra:

Las playas de estacionamiento subterráneas, los pozos de ingresos a túneles y minas, etc.

Obras de desarrollo lineal y en profundidad

Son obras que su proyección en planta es Lineal, mientras que su eje de desarrollo dominante es en profundidad.

Son ejemplo de este tipo de obra:

Las Túneles y las galerías subterráneas.

TRANSPARENCIA 52

