

*Ing. Agrim. Armando R. Del Bianco*

## 13 *Algunas miradas distintas sobre las Mediciones Especiales.*



**30 años** de docencia en la Escuela de Agrimensura de la UNC.

JTP en: Cátedra de Trabajo Final - Dibujo Topográfico y Topografía II. Titular en “Topometría y Microgeodesia”.

Durante 26 años trabaja en la empresa **Benito Roggio e Hijos** como Jefe del Dpto. de Agrimensura. participando en forma activa y directa en 330 obras.

Co autor del tratado “Topografía Aplicada” y de numerosas publicaciones técnicas.

En el año 2001 funda **Del Bianco y Asociados SA** Empresa Consultora de Agrimensura, concretando más de 600 contratos, equivalentes a más de 3.500 trabajos de mediciones para Obras de Ingeniería y Arquitectura. 4.500Km de LEAT.- 2.800Km de Caminos y 1850Km de gasoductos.

Algunas miradas  
distintas sobre las

# Mediciones Especiales



1613 - 2013  
**400**  
AÑOS

Escuela de Agrimensura

**UNC**

Algunas miradas distintas sobre las Mediciones Especiales

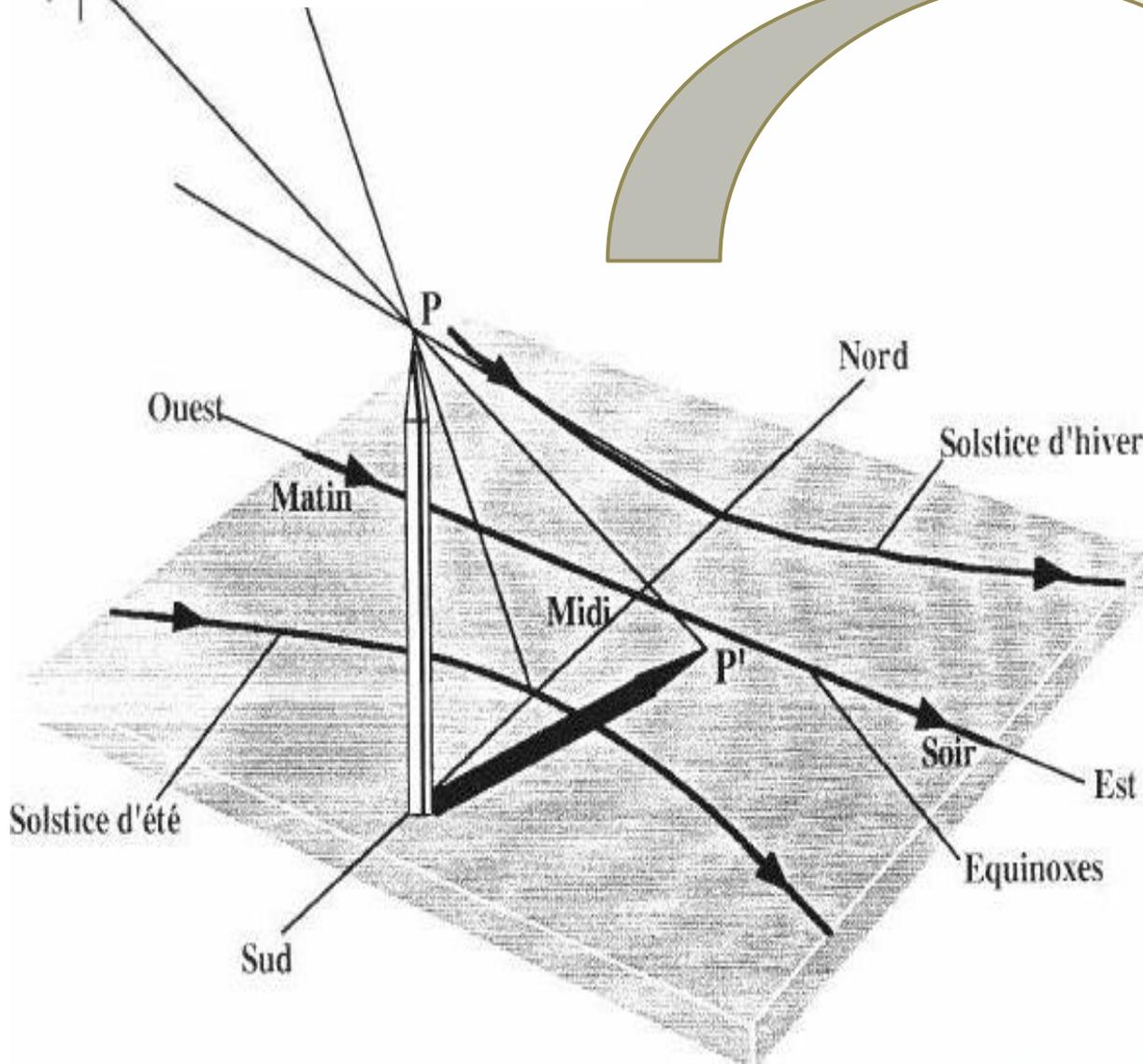
Armando Del Bianco



# 01. Desde el gnomon hasta el GPS



6.500 a.C.



# I JORNADAS NACIONALES DE MEDICIONES ESPECIALES

## 6.500 a.C.



- Civilización sumeria

# 3150 a 2000 a.C.



- Civilización Egipcia – Minoica - Babilónica (acadia, caldea y asiria)
- Civilización Fenicia, India y China

# 2000 a 1000 a.C.



- **Civilización Hitita – Aquea o Micénica - Jónica**

# 1000 a 600 a.C.

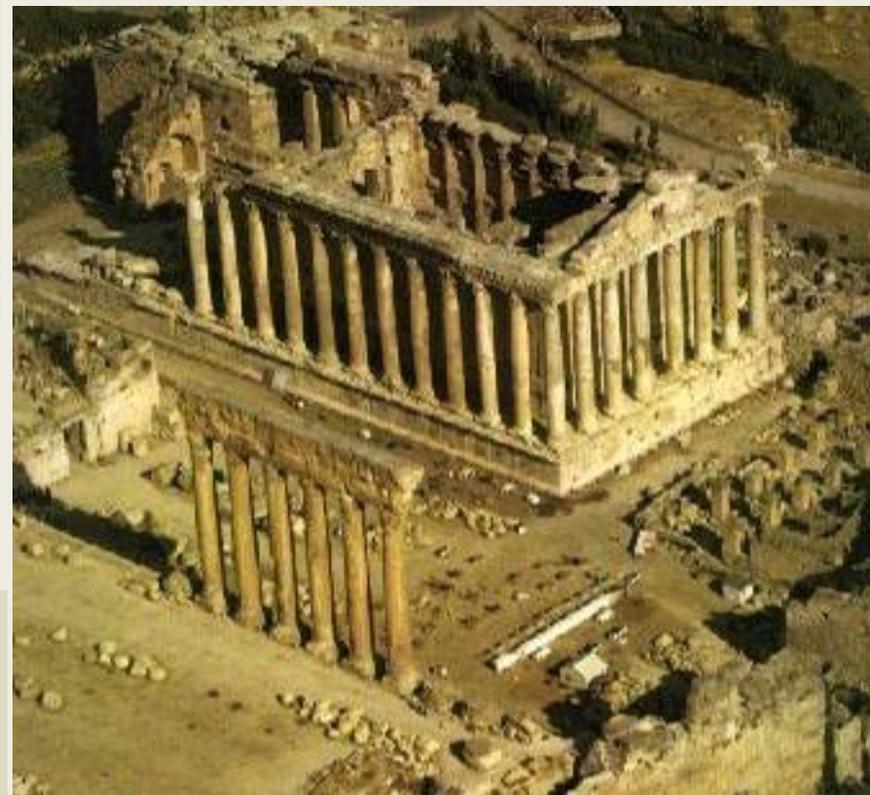


## • Civilización Media y Persia



La **agricultura** dio origen al concepto de propiedad y la necesidad de dividir la tierra, fijar límites y demarcarlos ...

Esta necesidad da un gran impulso al desarrollo de la Geometría teórica y originó el nacimiento de una importante actividad, la “**Geometría Práctica**” y la Astronomía de Posición



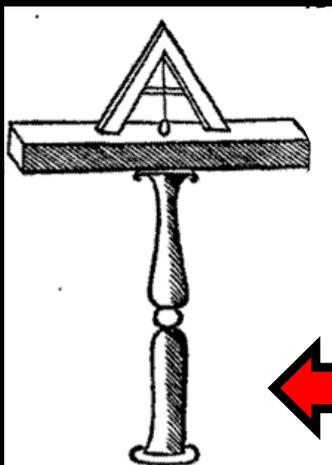
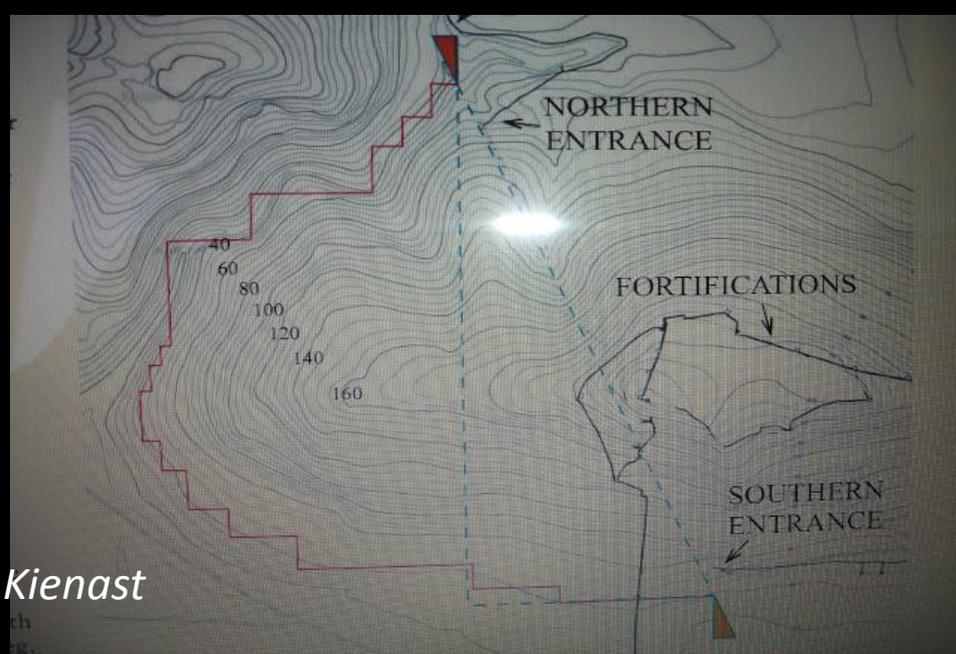
**Extraordinarias obras de ingeniería y de monumentales obras de arquitectura.**

# 540 años a.C.

## El Túnel de Eupalino

Eupalino de Megara  
Isla de Samos – Grecia  
Policrates

*Ing. Hermann J. Kienast*



Nivel de péndulo  
De Pitágoras

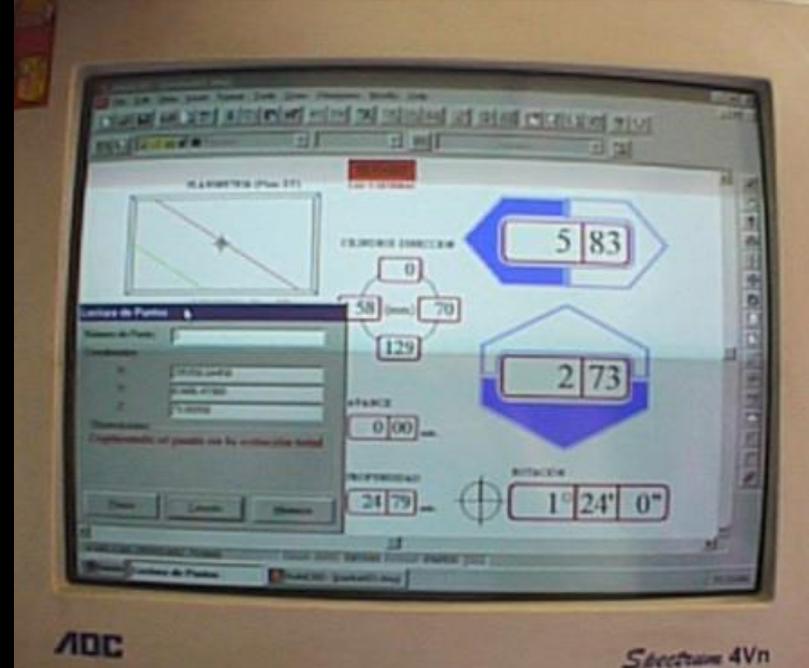
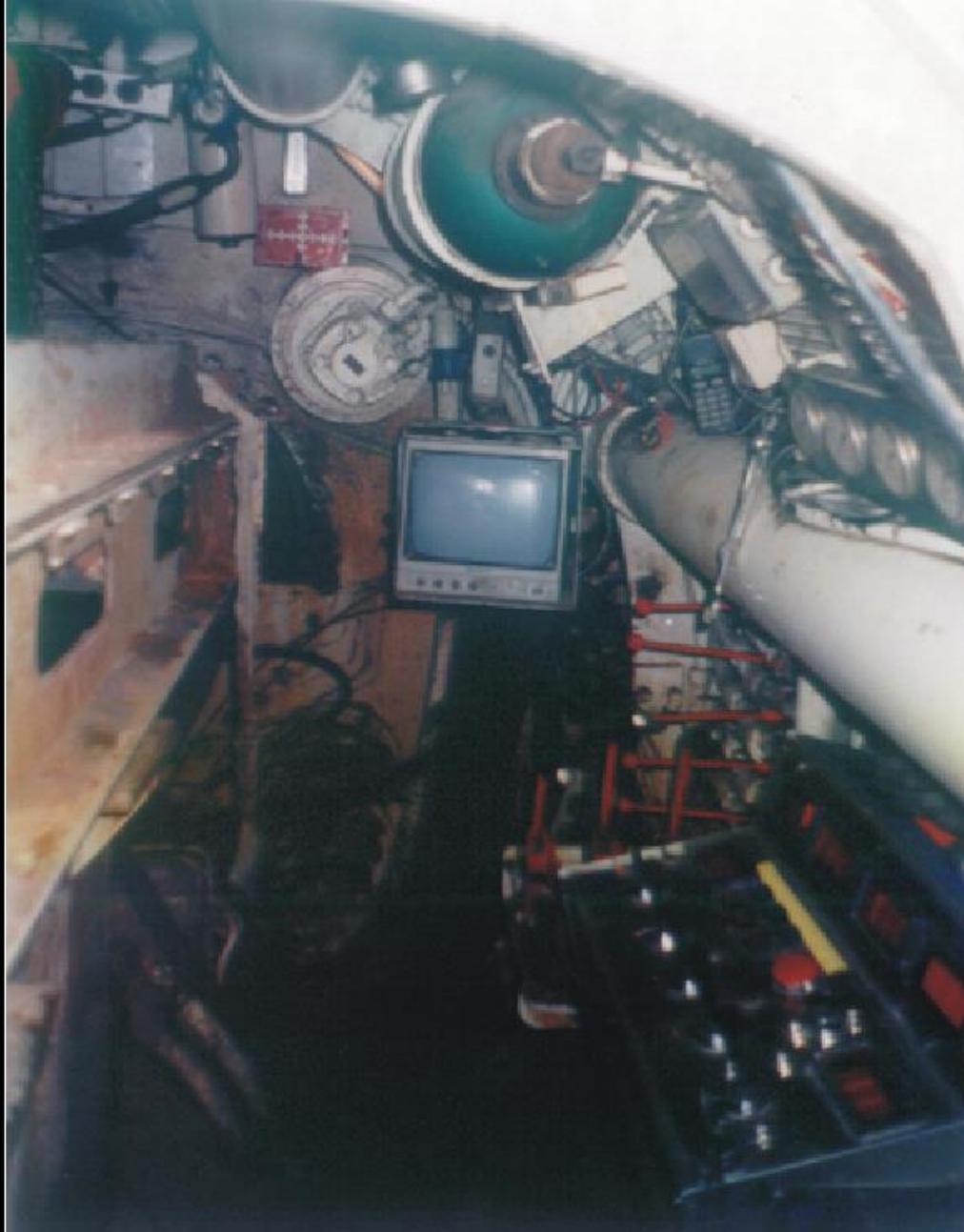
1036 m → 0,4%

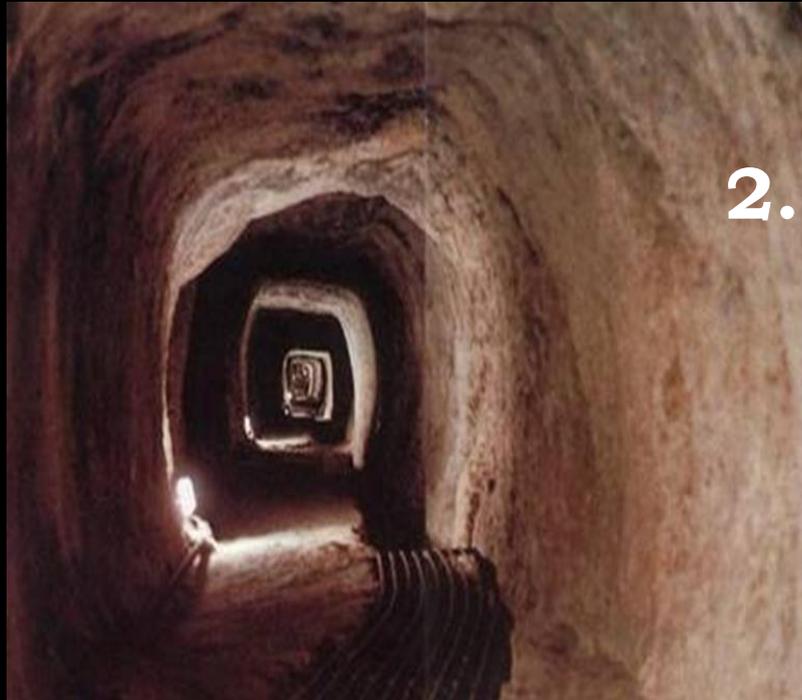


# 2.500 años después !!!



## Navegación de una tunelera automatizada





2.500 años después !!!



1613 - 2013  
**400**  
AÑOS

Escuela de Agrimensura  
**UNC**

Algunas miradas distintas sobre las Mediciones Especiales



## 02.- Las Mediciones Especiales desde un punto de vista funcional

## La Industria de la Construcción:

- Obras de Ingeniería
  - Obras Viales
  - Obras Hidráulicas
  - Obras ferroviarias
  - Obras de Energía: Líneas aéreas - Centrales de energía Estaciones Transformadoras
- Obras de Arquitectura.
- Mediciones para el EIA estudio de impacto ambiental.

**La Industria metal mecánica:** Control de montajes de turbinas, compuertas, esclusas. Replanteo de insertos, verificación de puentes grúas, control de máquinas fijas y móviles, monitoreo de deformaciones y asentamientos, etc.

**La Industria Minera:** Exploración y explotación de Hidrocarburos – Canteras - Cementeras - Minas: a cielo abierto y en galerías

**La Industria del Turismo y de algunas especialidades:** Mediciones y Cartografía para arqueología, paleontología, cartas de circuitos turísticos, publicidad, etc.



## 03.- Las Mediciones Especiales desde un punto de vista geométrico



**Obras Viales**  
**Ferrocarriles.**

**Obras hidráulicas:** acueductos, canales de riego, Gasoductos, poliductos, etc.

**Obras de energía eléctrica:** Líneas de extra alta tensión, alta y media tensión, fibra óptica.

### OBRA DE DESARROLLO LINEAL

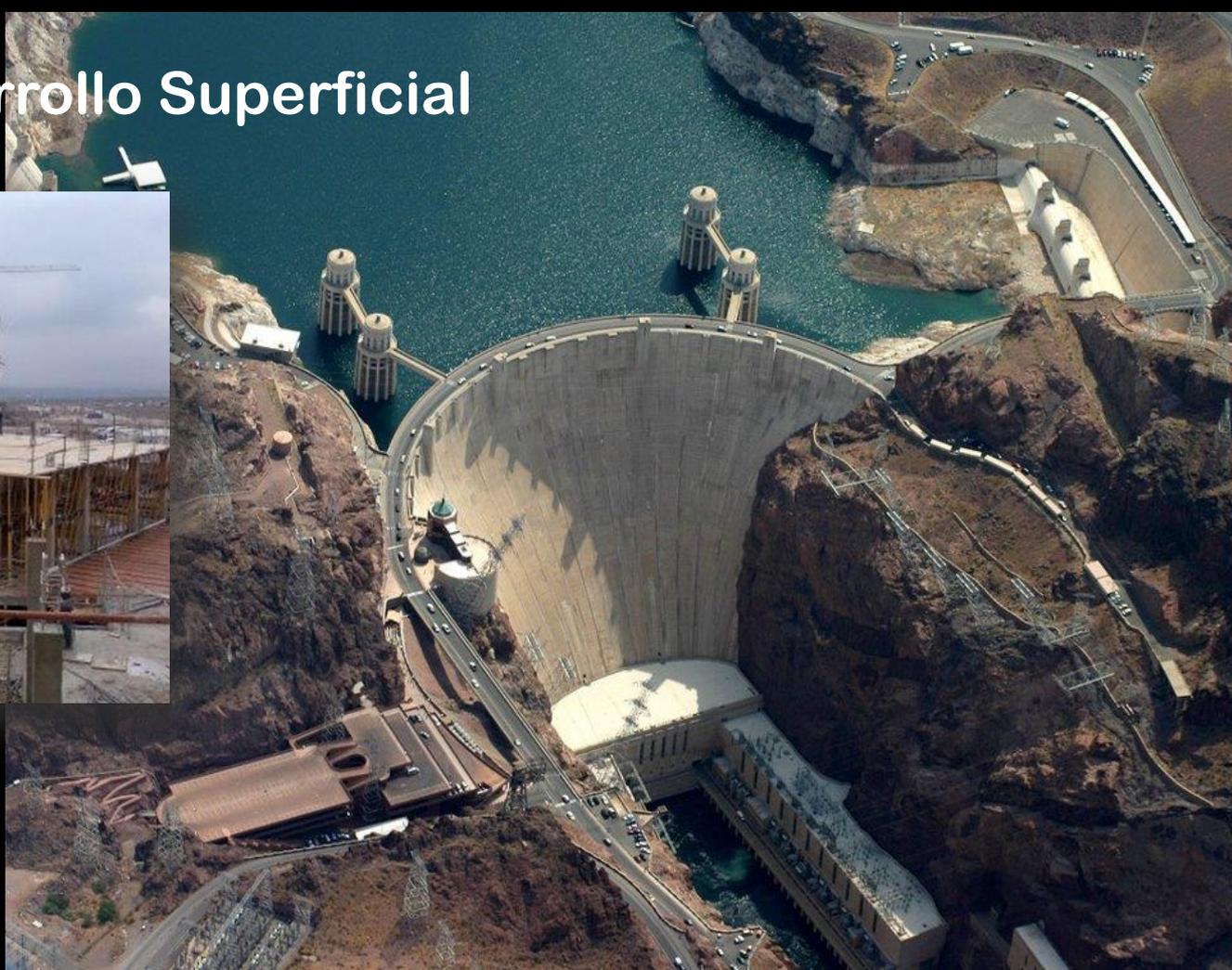
2 Sistemas de Referencias

- Coordenadas GeoReferenciadas
- Progresivas

# OBRA DE DESARROLLO SUPERFICIAL



# Obras de Desarrollo Superficial



- Obras industriales
- Obras de Arquitectura: Torres, edificios, countries. Puertos y Aeropuertos
- Obras de energía eléctrica: Centrales de energía y Estaciones Transformadoras.
- Minería: Canteras y minas a cielo abierto.
- Obras hidráulicas: Diques, presas.



## 04. Desde las décimas de mm hasta las centenas de Km

“la Agrimensura obtiene, administra y produce información territorial.”

“ cuando hablamos de información territorial nos estamos refiriendo a todo, tanto a los elementos naturales como culturales, es decir tanto a lo que ha forjado la naturaleza como a lo que ha insertado el hombre sobre ella. Y entonces debemos mencionar aquello que no está simplemente a la vista, como son las aguas subterráneas y las obras también subterráneas, el lecho fluvial o marino, o la minería, o los límites (de parcela, jurisdicción u otros) ... La Agrimensura está en condiciones no sólo de efectuar ciertas calificaciones, sino que puede, y de hecho lo hace, cuantificar con la necesaria precisión, tanto las dimensiones como la forma y ubicación de los elementos constitutivos de la información territorial”

**Mangiaterra se pregunta:** “ ... ya que hablamos de cuantificar ¿cuál es, cuantitativamente hablando, el ámbito en que se desempeña la Agrimensura? ¿qué magnitudes abarca? ¿entre qué límites dimensionales se desenvuelve?” **Y se contesta:** “Sin temor a equivocarnos podemos afirmar que ese ámbito está comprendido entre las decenas y aún las centenas de kilómetros y las décimas y aún las centésimas de milímetros.”



Prueba de Carga en Puentes  
medición de asentamientos  
 $\pm 0.3$  mm



Levantamiento topográfico  
LEAT 500Kv  
Choele Choel – Puerto Madryn  
– Pico Trunado - Río Gallegos  
– Río Turbio  
**1.920** Km

# MEDICIONES ESPECIALES

Gran precisión	<b>Microgeodesia</b>	
	<b>Topometría</b> <b>Batimetría</b> <b>Topografía</b>	
Gran extensión	<b>Geodesia aplicada</b>	<b>Teledetección</b> <b>Aerofotogrametría</b> <b>LIDAR Aereotransportado</b> <b>Cartografía</b>



# 05. Las Mediciones Especiales desde la idea abstracta hasta la realidad concreta

CARTA DE LÍNEA

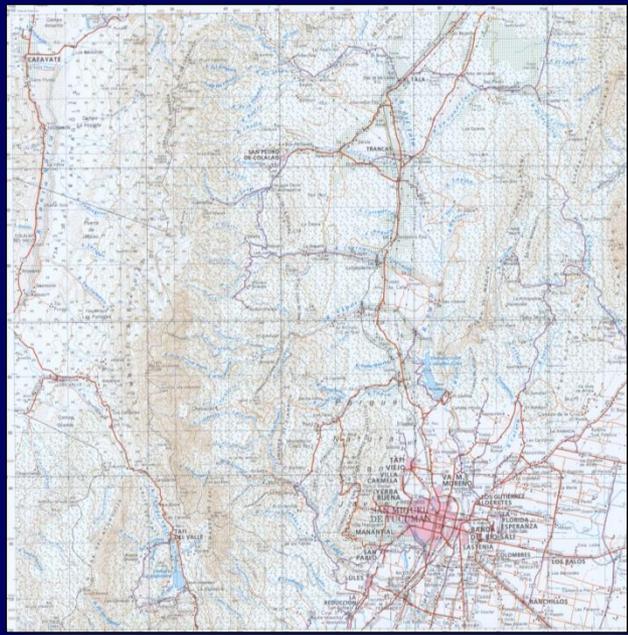


IMAGEN SATELITAL



Idea - Necesidad



Cartografía básica



Factibilidad / Anteproyecto



Levantamiento Topográfico  
Relevamiento de Detalles



Proyecto Ejecutivo



Replanteo



Construcción de la Obra



Control - Auscultación

**REALIDAD**

Levant. Topogr.  
Relevamiento

**Auscultación**

Planos del Relevamiento  
Modelos Digitales  
de Terreno

Planos Conforme a Obras

**OBRA**

**PROYECTO**

Planos de Proyecto

**Replanteo**

Planos de Replanteo



1613 - 2013  
**400**  
AÑOS

Escuela de Agrimensura  
**UNC**



# 06. Desde la Captura de datos hasta el MDT



# El Levantamiento Topográfico



## MDE

MODELO DIGITAL DE ELEVACIONES

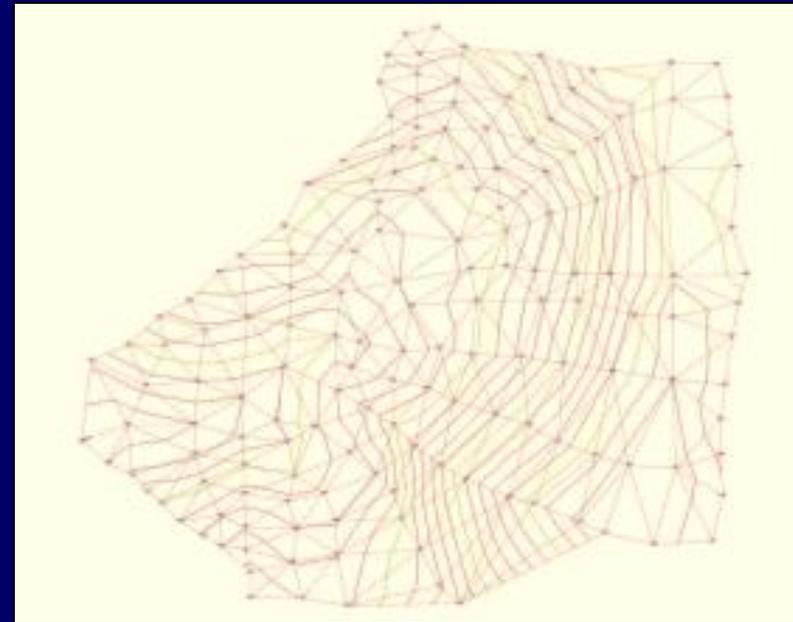
## Relevamiento de Detalles

- Información para el diseño geométrico
- Información para el Proyecto hidráulico
- Información Dominial



## MDT

MODELO DIGITAL DE L TERRENO





## 07. Desde el Proyecto imaginario a la Gran Obra de Ingeniería



Como por arte de magia, el Ing. Agrimensor mediante una compleja trama de hilos invisibles, y el arte de la prestidigitación, como quien de la galera vacía saca un conejo; de la nada, arma un gigante rompecabezas, una monumental obra de ingeniería.

# Cuidado !!!!

Este difícil arte requiere mucha atención, disciplina, conocimientos de las matemáticas, de la geometría y de las Geociencias; y una habilidad especial para capitalizar la experiencia.

Sino puede suceder que el mago, en un abrir y cerrar de ojos se convierta en el ...

## payaso del circo





## 08. Veamos el truco del mago



1613 - 2013  
**400**  
AÑOS

Escuela de Agrimensura

**UNC**

# LA REALIDAD



Algunas miradas distintas sobre las Mediciones Especiales

Armando Del Bianco



# EL PROYECTO



# LA REALIDAD MODIFICADA

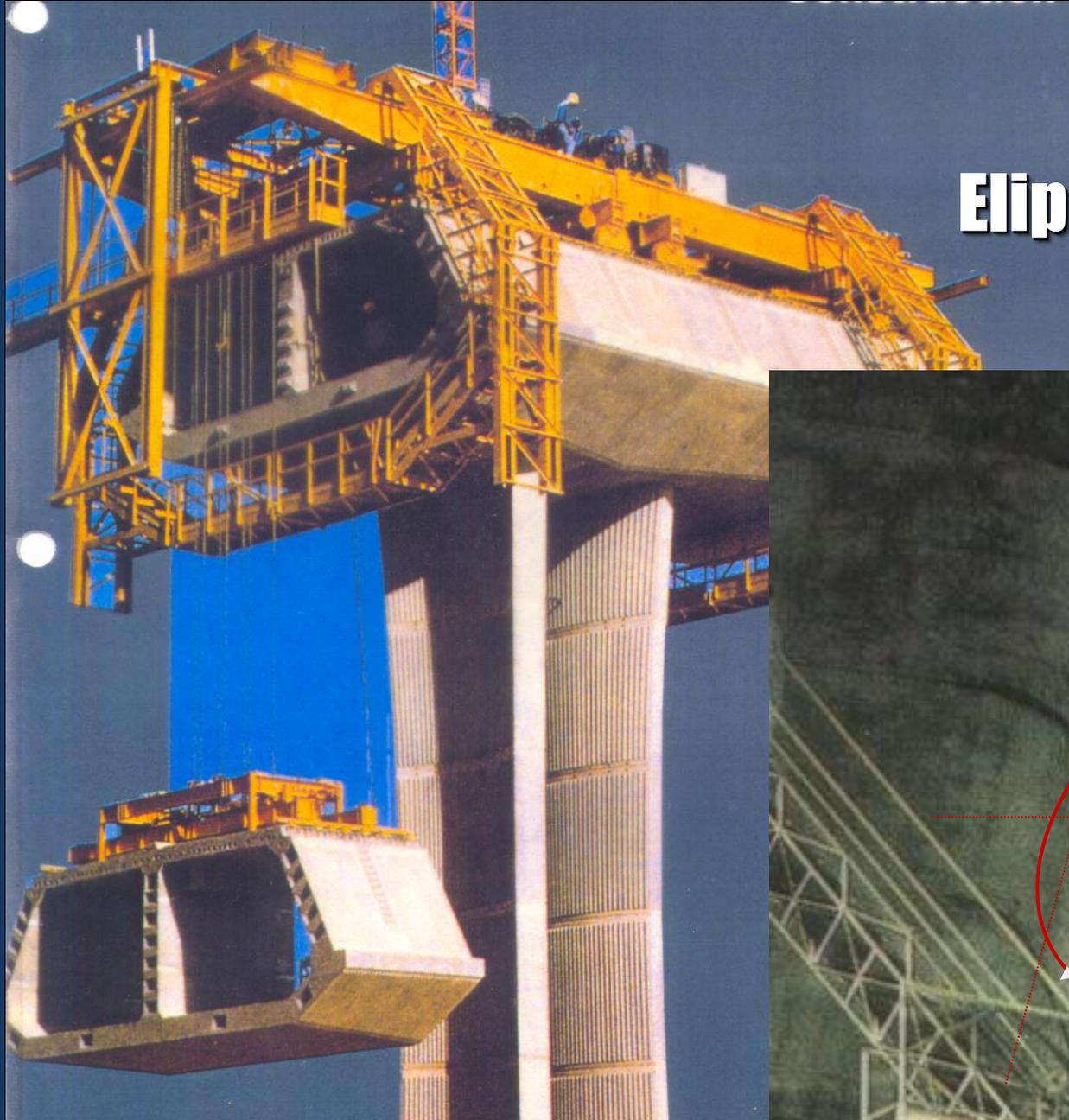




Canal existente  
 $+dL$   
 $dZ$   
 $dQ$   
 $-dL$   
Canal proyectado

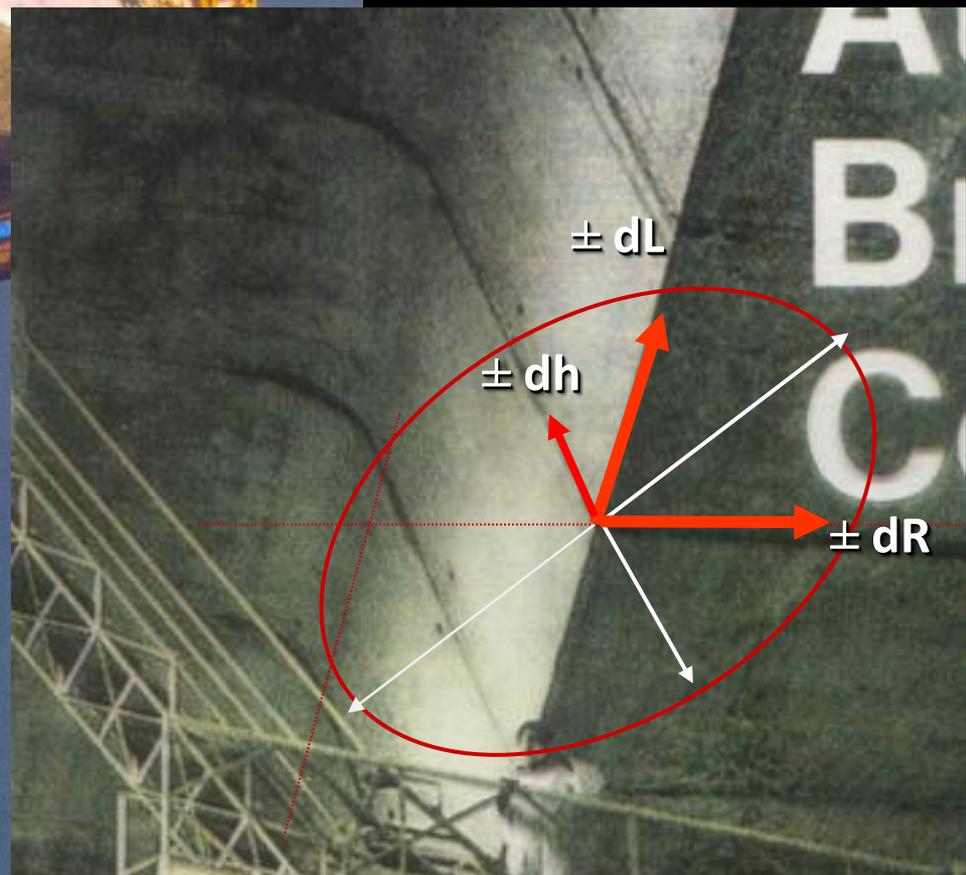
empalme

$dL = \pm 5 \text{ cm}$   
 $dq = \pm 3 \text{ cm}$   
 $dh = - 5 \text{ mm}$



# Elipse de Tolerancia

$$dL = dR = dh = \pm 5 \text{ mm}$$



# LOS PROBLEMAS



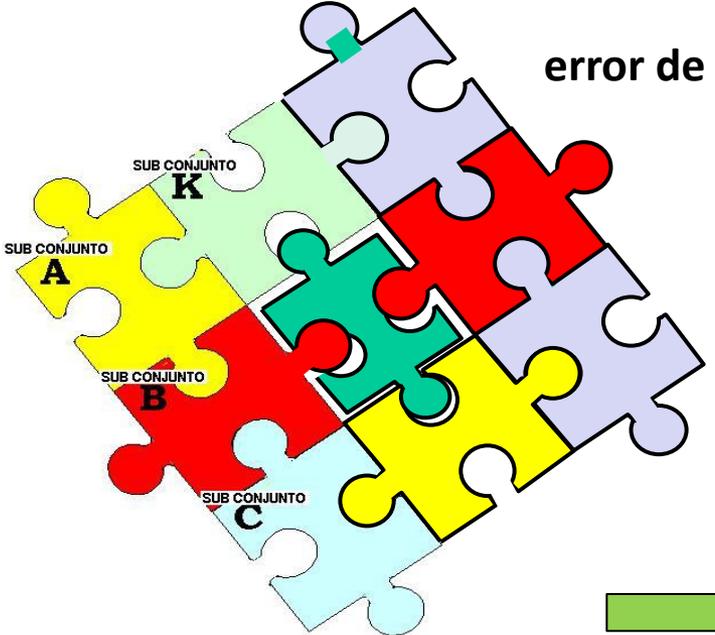
TECNÓPOLIS 2013



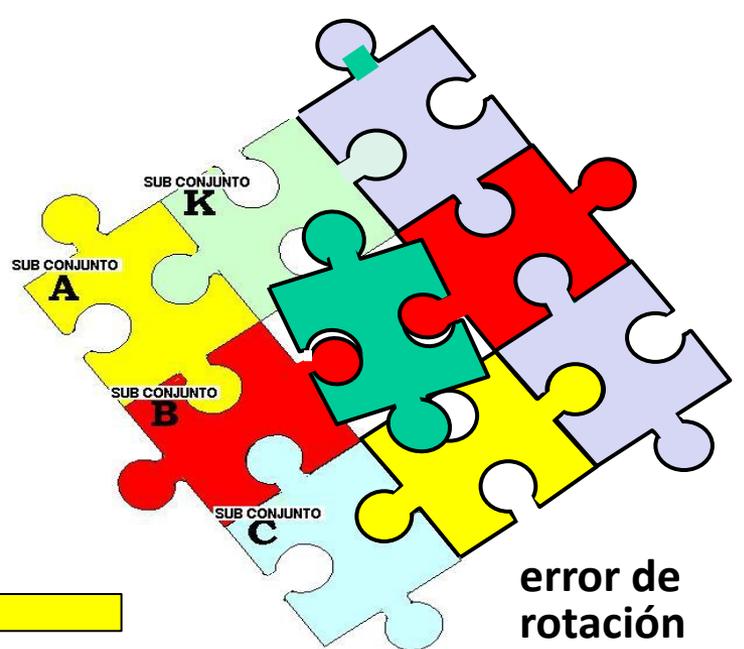
1613 - 2013  
**400**  
AÑOS

Escuela de Agrimensura  
**UNC**

Algunas miradas distintas sobre las Mediciones Especiales



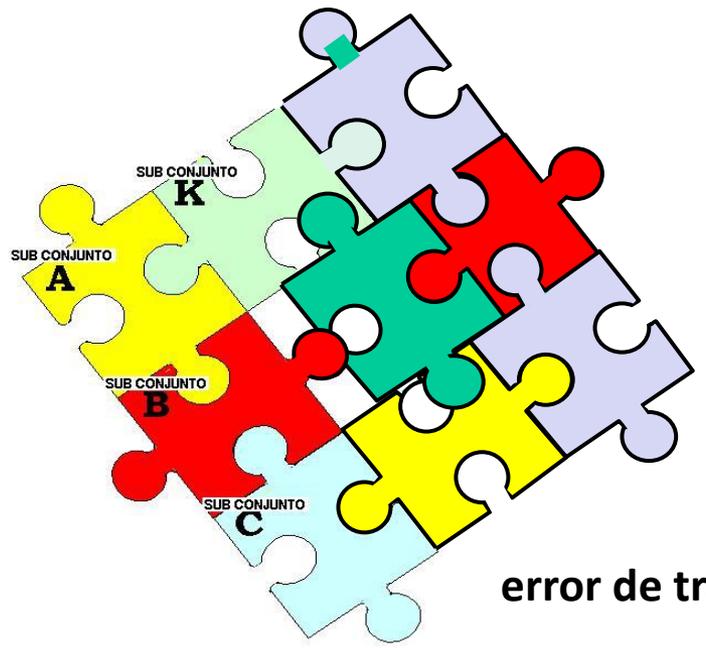
error de escala



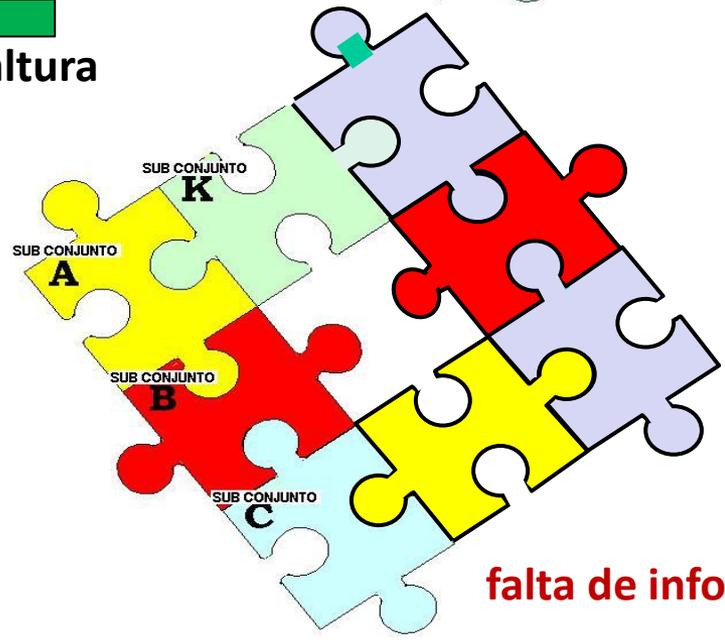
error de rotación



error de altura



error de traslación



falta de información

- Las diferencias entre el relevamiento que dio origen al proyecto y el replanteo los paga la obra.
- En una rasante de una obra vial, puede significar mayores espesores de la carpeta o del paquete estructural.
- En la rasante de una solera de un acueducto, generalmente de pendientes muy reducidas, puede significar costos de demolición y nueva obra.
- Puede generar mayores costos y retrasos importantes en los avances de obra. Ej.: Si una retroexcavadora destruye un ducto subterráneo de conducción de agua.
- O puede convertirse en un terrible accidente si en lugar de un acueducto se trata de un gasoducto o electroducto subterráneo de alta tensión.

¿Cómo solucionar estos inconvenientes?

¿Cómo minimizar el impacto en los mayores costos de obra por causa de las diferencias entre relevamiento y replanteo?

¿Cómo podemos asegurar las tolerancias constructivas?

# SISTEMA GEOMÉTRICO DE APOYO

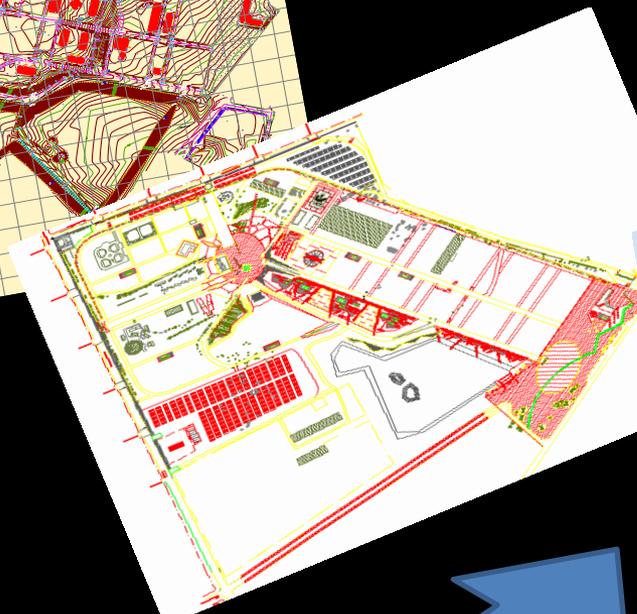


Es la columna vertebral que sirve de sustento, fija la escala, garantiza la homogeneidad de las exactitudes y asegura una estrecha relación entre:



Generar estructura geométrica, que vincule estrechamente el relevamiento de la realidad, con el proyecto ejecutivo, el replanteo y la construcción de la Obra.

Una estructura geométrica que asegura la elipse de tolerancias.



Mandrake el mago

# Sistema y Marco de Referencia Horizontal

- ❖ **Desaconsejamos el empleo de sistemas locales y arbitrarios de referencia.**
- ❖ Proponemos siempre trabajar en el Sistema Geocéntrico WGS'84
- ❖ Vincularse al Marco Nacional POSGAR / SIRGAS
- ❖ Georreferenciar el sistema de apoyo, mediante el empleo de redes activas GNSS del Proyecto RAMSAC.

# Sistema y Marco de Referencia Vertical

- ❖ Sistema de Referencia: Cota Ortométrica / Altura sobre el nivel medio del mar
- ❖ Marco de Referencia: Red Altimétrica referida al Geoide Nacional, Red altimétrica del IGN

# ¿ Por qué Georreferenciar los Proyectos de Ingeniería ?



1613 - 2013  
**400**  
AÑOS

Escuela de Agrimensura

**UNC**

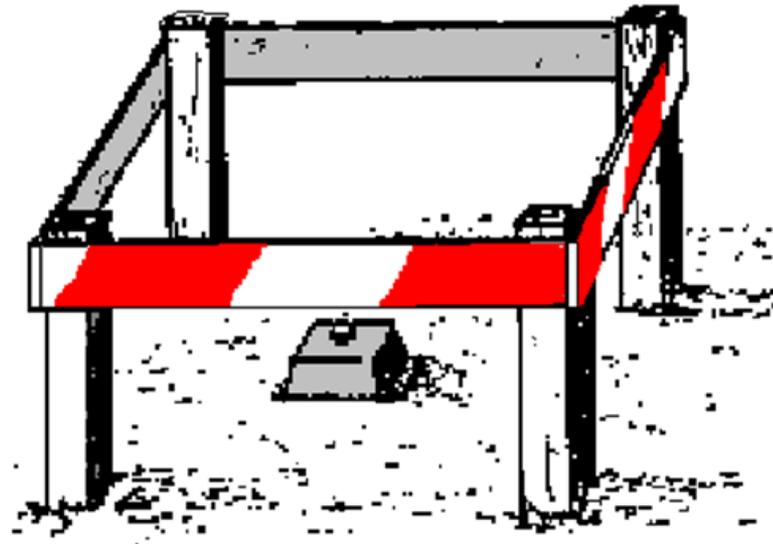
Algunas miradas distintas sobre las Mediciones Especiales

Armando Del Bianco

# ¿ Por qué Georreferenciar los Proyectos de Ingeniería ?

- Distintos proyectos se pueden vincular entre sí.
- Si desaparece parte del Sistema de apoyo, se lo puede reconstruir.
- Se facilita el replanteo empleando GNSS RTK
- Un proyecto georreferenciado es compatible con todos los software de GIS y con el Google Earth.
- Las interferencias subterráneas dejarán de ser un problema o un peligro en la construcción de las obras, si los planos conformes a obra están georreferenciados.
- Se eliminan los problemas de empalmes, en distintos proyectos de ingeniería o de arquitectura, que se tocan o se superponen.
- La mayoría de los Catastros provinciales tienen sus registros georreferenciados y es una enorme ventaja a los fines de realizar las mensuras de afectación, sean estas de expropiación o de servidumbres.

# Importancia de la Monumentación



Levantamiento Topográfico  
Relevamiento de Detalles



**PROYECTO EJECUTIVO**



Sist. de Apoyo del Replanteo



Planos Conforme a Obras



Control / Auscultación



## 10. Desde la tablilla cuneiforme, hasta llegar a la Norma



La arqueología ha recuperado más de medio millón de tablillas de arcillas con texto cuneiforme, de las cuales 300 expresan conocimientos matemáticos.

Tablilla de Yale, 2000 a.C., se observa la representación del teorema de Pitágoras y el valor 1,4142129 para la  $\sqrt{2}$ .



Tableta de Plimton , 1800 a. C. tiene una tabla de cuatro columnas y 15 filas de números en escritura cuneiforme. Esta tabla muestra las ternas pitagóricas, es decir, números enteros  $a$ ,  $b$ ,  $c$  que satisfacen  $a^2 + b^2 = c^2$

# Otra visión de las MEDICIONES ESPECIALES

¿Cómo nos ve ...?

- La sociedad
- Las empresas Consultoras
- Las empresas Constructoras

¿Comparten la importancia de este tema?

1878

**UNC – AGRIMENSOR NACIONAL**



1957

**UNC – Ing. Agrim. “Mensura – Cartografía y Catastro”**



**Las mediciones destinadas a las Obras de Ingeniería, están en manos de los “Topógrafos”**



**Cambios producidos en la industria de la Construcción:**  
 incorporación de los elementos premoldeados (vigas, tabiques, losas, etc.)

- aceleró los tiempos de los procesos constructivos,
- reduciendo considerablemente los plazos de obra
- aumentando la precisión de los replanteos
- y la exigencia de la calidad en los resultados.



1981



2001

**Las Escuelas de Agrimensura incorporan la Asignatura**

A esta altura de los acontecimientos y conocimientos adquiridos, ya casi nadie debería dudar que las mediciones para las obras de ingeniería, deban estar en manos de un profesional calificado, y que ese profesional no es otro que el Ingeniero Agrimensor.

Sin embargo las fuerzas del oscurantismo aun perduran y contraatacan

- Consultoras viales, → replanteo de la “línea de bandera” como metodología para el levantamiento topográfico y el relevamiento de detalles.

**La deficiencia en la calidad del resultado, se trasladará sin duda al proyecto y éste a la obra vial.**

- Para las empresas constructoras viales, la topografía es un costo improductivo.
- Líneas de alta tensión se exige por pliego la Monumentación de Puntos de Líneas
- Proyectos de obras de arquitectura → “cuadrícula”
- Proyectos hidráulicos, a partir de una nivelación GPS, sin considerar la existencia de las ondulaciones geoidales

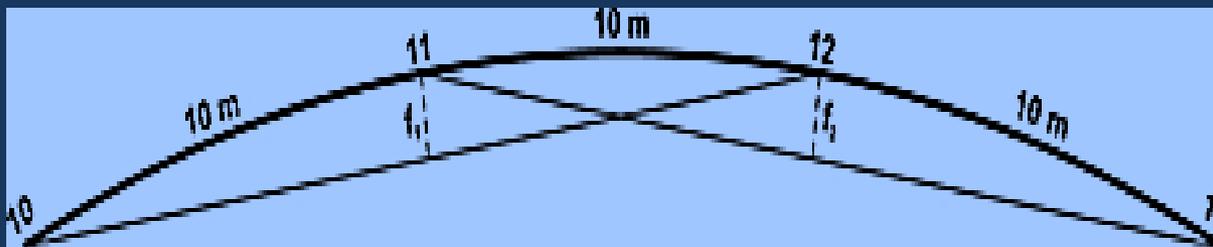
## Personal necesario y manera de actuar en la medición de las flechas.

Se hace una marca con tiza cada 10m.

Se necesita un operador, un ayudante del distrito o el Inspector de vía, en adelante designado como Inspector y dos obreros. (= 4 personas)

Las flechas son medidas con un hilo de nylon de 0,5 mm de diámetro y más de 20 m de longitud, que sirve para materializar la cuerda geométrica de los arcos sucesivos de la curva.

Se utiliza un metro rígido o una regla graduada para medir las flechas, se anota en una planilla



## Precauciones particulares.

La medición de las flechas debe ejecutarse con mucha precisión, con errores menores o iguales a 1 mm.

Se calcula con una tabla – Se coloca una estaca frente a cada marca a 1.26m

## Escuelas CONEA

Programa uniforme en todo el país, flexible y dinámico que acompañe los cambios tecnológicos, profundizando y afirmando los conceptos fundamentales de las Geociencias aplicadas.

Jerarquizando la actividad y el prestigio del Ingeniero Agrimensor

## F.A.D.A.

- Manual de MGEO
- Estándares Geodésicos aplicados a las M. E.
- Creación de una comisión que redacte una **NORMA** que regule la actividad en la Obra Pública
- Obligatoriedad de georeferenciación y la vinculación al sist. alt. IGN.
- Ing. Agrimensor, único profesional idóneo, para la planificación y ejecución
- Ministerio de Obras Públicas.

## Agrimensor

- Buscar la excelencia en los trabajos.
- Sistema de apoyo monumentado.
- Realizando en cada trabajo la planificación y la acotación de los errores.
- No delegar en operadores la responsabilidad de la toma de decisión y el establecimiento de criterios.
- Control de calidad del trabajo terminado.