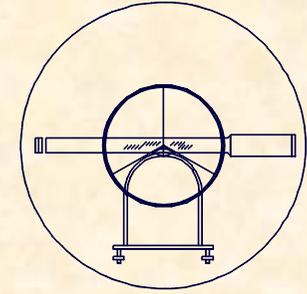




UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA
E. U. INGENIERÍA TÉCNICA MINERA



Unidad Didáctica I

INTRODUCCIÓN A LA TOPOGRAFÍA Y GEODESIA

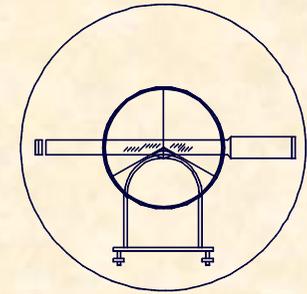
Profesor Responsable : Julio Manuel de Luis Ruiz



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

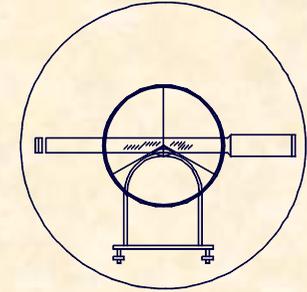
**INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA**

E. U. INGENIERÍA TÉCNICA MINERA



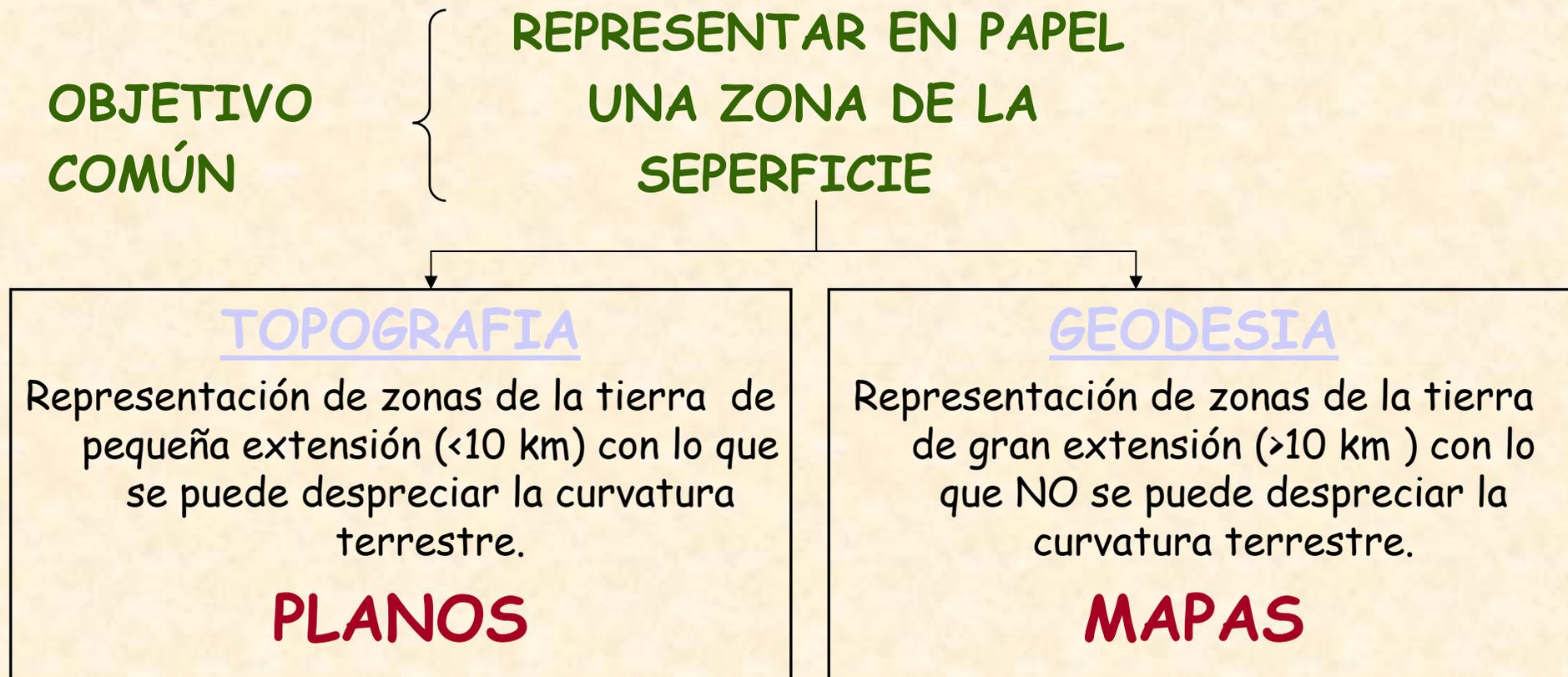
ESTRUCTURA DE LA UNIDAD DIDÁCTICA

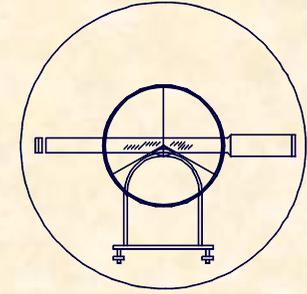
- **1.-DEFINICIÓN DE ESCENARIOS**
 - 1.1.- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
 - 1.2.- ENCUADRE REFERENCIAL
 - 1.3.- MODELIZACION DEL RELIEVE
 - 1.4.- LECTURA DE MAPAS Y PLANOS
 - 1.5.- INTERPRETACIÓN DE LAS FOTOGRAFÍAS
- **2.-INCERTIDUMBRE EN LA MEDIDA**
 - 2.1.- NECESIDAD Y LÍMITE DEL ESTUDIO
 - 2.2.- FUNCIONES DE DENSIDAD
 - 2.3.- CONSIDERACIONES ADICIONALES



1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS

1.1.- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA



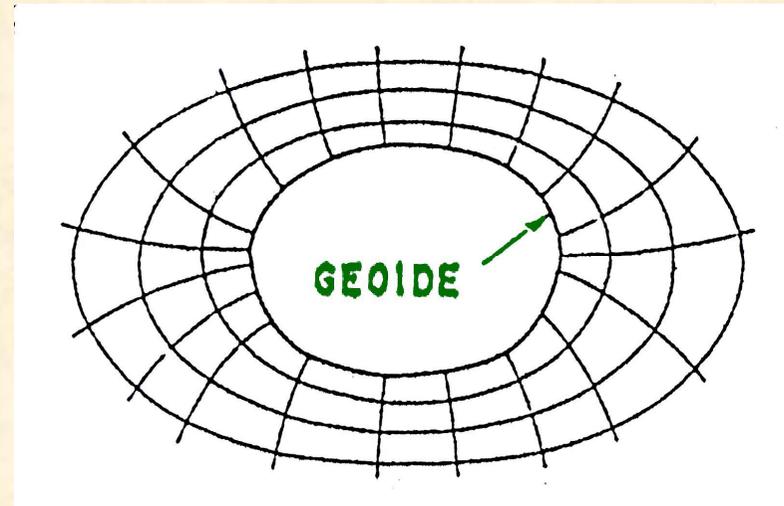


1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS

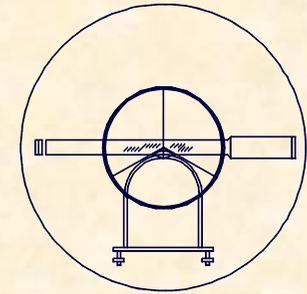
1.1.- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA

FORMA REAL DE LA TIERRA

**SUPERFICIE
EQUIPOTENCIAL**



- Se considera **GEOIDE** a la superficie equipotencial, coincidente aproximadamente con el nivel medio de los mares.



1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS

1.1.- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA

CARACTERIZACIÓN DEL GEOIDE

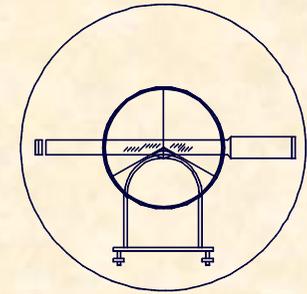
- Cualquier punto de la superficie se encuentra en EQUILIBRIO del conjunto de fuerzas que interactúan.
- La dirección de la gravedad en cualquier punto de es perpendicular al GEOIDE.
- Se define altura geoidal como la altura existente entre el GEOIDE y la FIGURA de APROXIMACION debidas a las variaciones de densidad de la tierra. (+/-100m).
- ECUACIÓN MATEMÁTICA DE LA SUPERFICIE SIN DETERMINAR EN SU TOTALIDAD.



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA

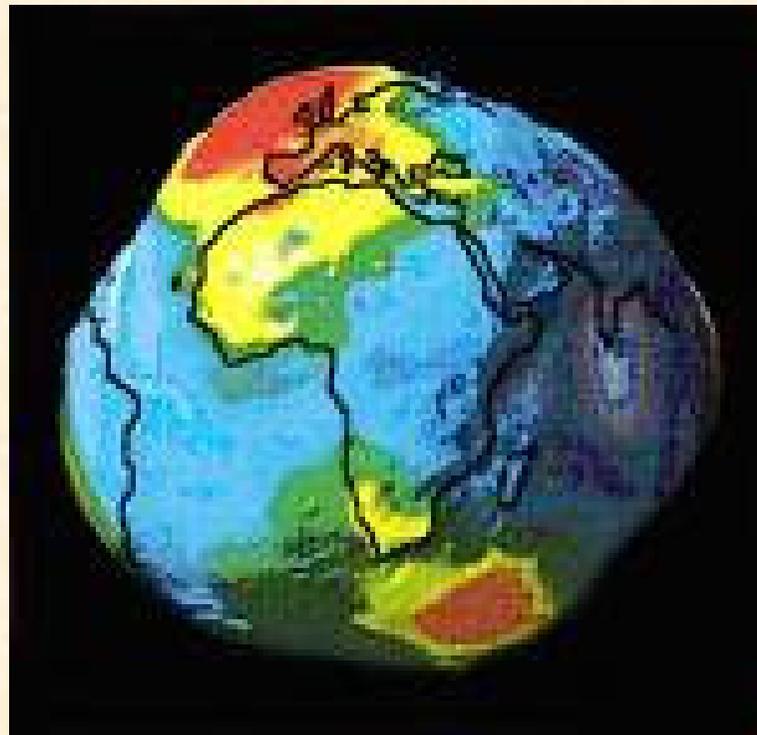
E. U. INGENIERÍA TÉCNICA MINERA

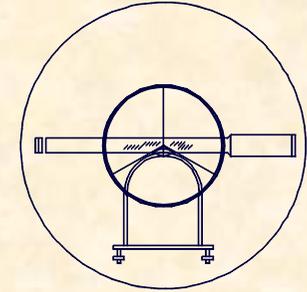


1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS

1.1.- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA

CARACTERIZACIÓN DEL GEOIDE





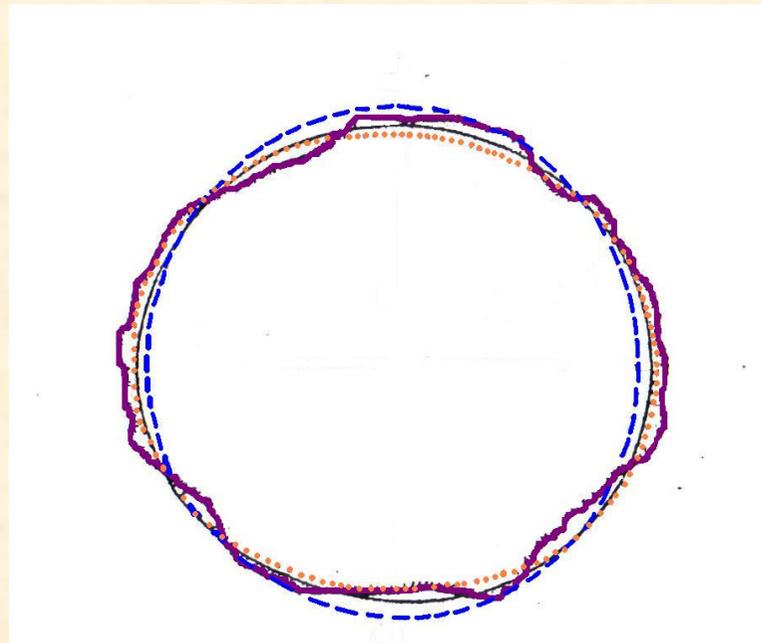
1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS
1.1.- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA

FIGURAS DE APROXIMACIÓN

ESFERA



ELIPSOIDE

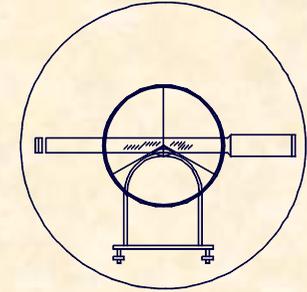


GEOIDE



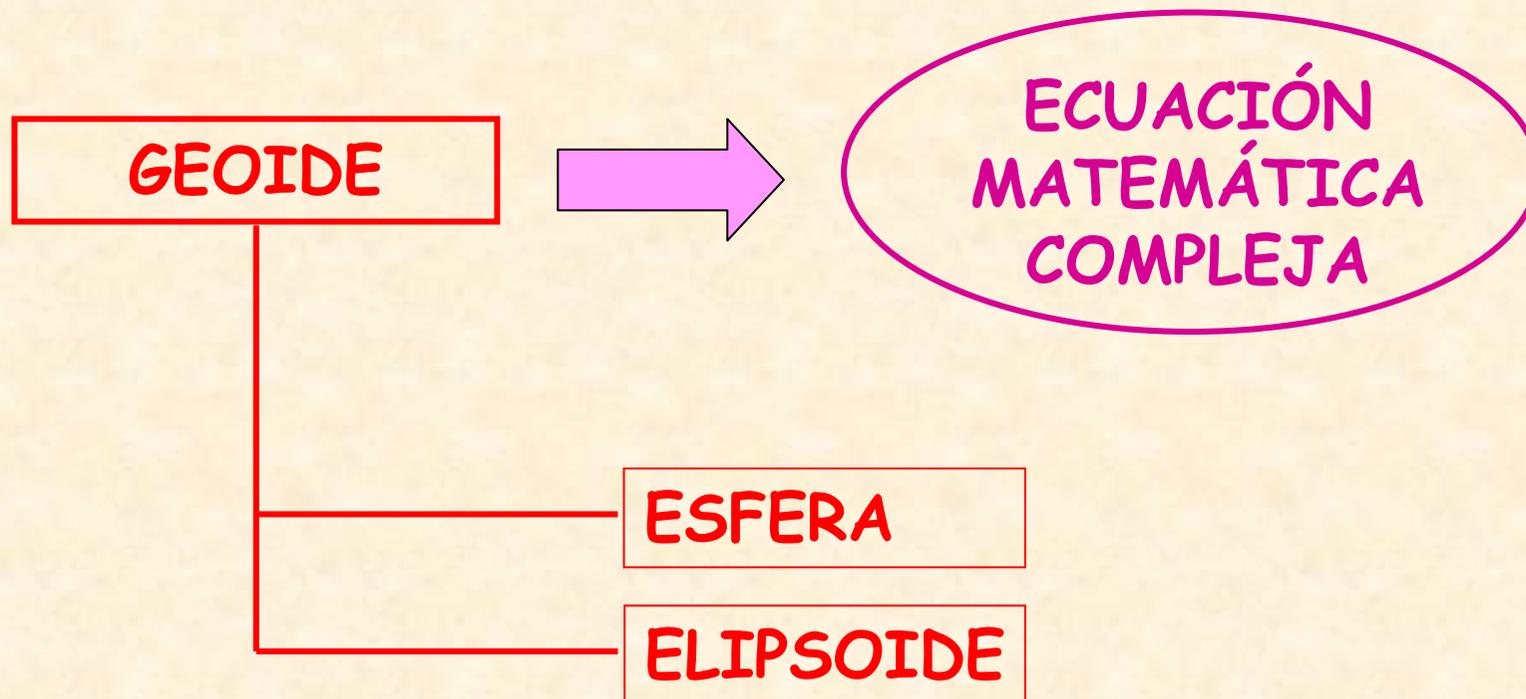
TIERRA

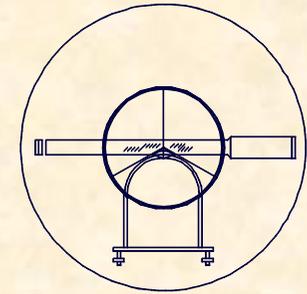




1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS
1.1.- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA

FIGURAS DE APROXIMACIÓN



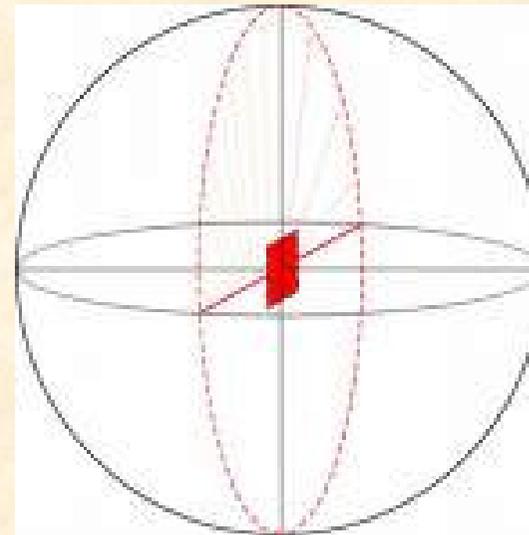


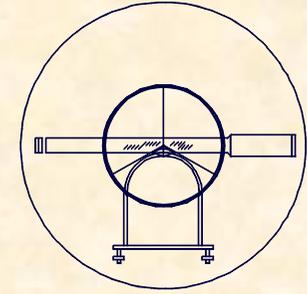
1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS

1.1.- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA

ESFERA COMO FIGURA DE APROXIMACIÓN

RADIO = R
CENTRO (X,Y,Z)





1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS

1.1.- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA

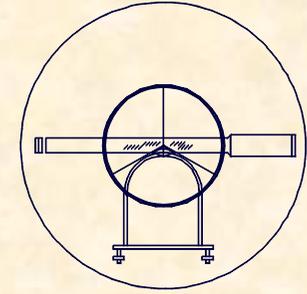
ELIPSOIDE COMO FIGURA DE APROXIMACIÓN

- **CENTRO (X,Y,Z)**
- **DOS PARÁMETROS:**
 - SEMIEJE MAYOR = a
 - SEMIEJE MENOR = b
 - Aplanamiento = α
 - Primera Excentricidad = e
 - Segunda Excentricidad = e'

$$\alpha = \frac{a-b}{a}$$

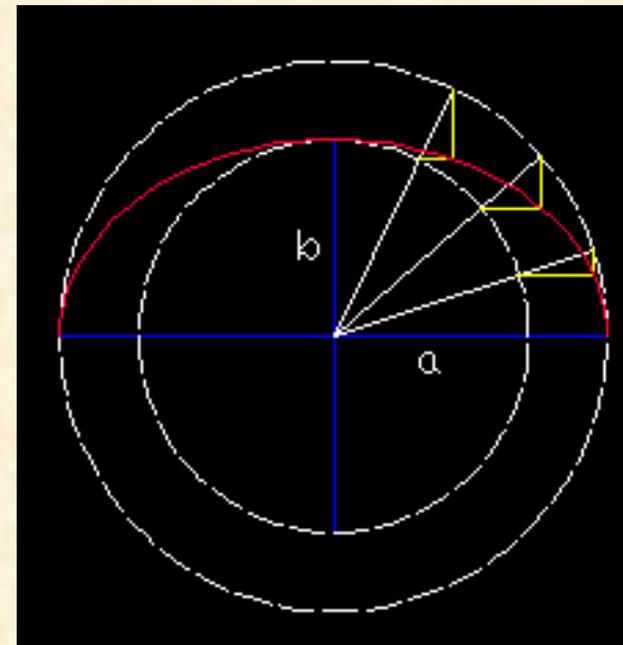
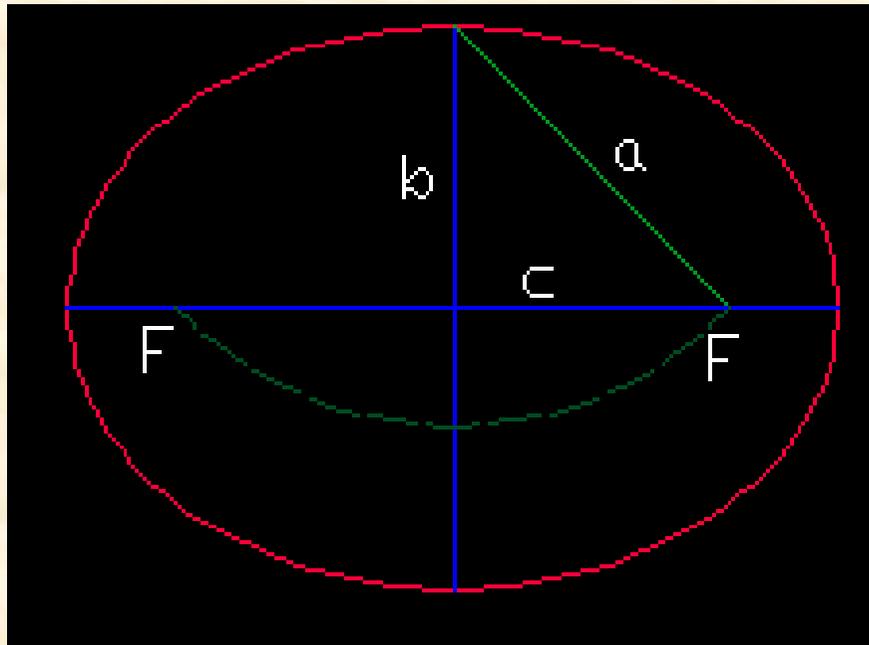
$$e = \frac{\sqrt{a^2 - b^2}}{a}$$

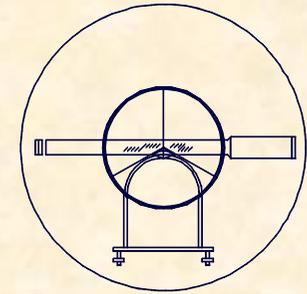
$$e' = \frac{\sqrt{a^2 - b^2}}{b}$$



1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS
1.1.- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA

ELIPSOIDE COMO FIGURA DE APROXIMACIÓN



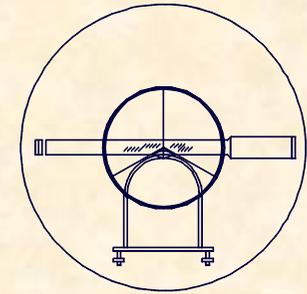


1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS

1.1.- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA

ELIPSOIDE COMO FIGURA DE APROXIMACIÓN

• 1798- DELAMBRE.-	6.375.653	1:334
• 1830- EVEREST.-	6.377.276	1:300
• 1880- STRUVE.-	6.378.298	1:295
• 1909- HAYFORD.-	6.378.388	1:297
• 1942- KRASSOWSKY.-	6.378.245	1:298,30
• 1964- INTERNACIONAL.-	6.378.160	1:298,25

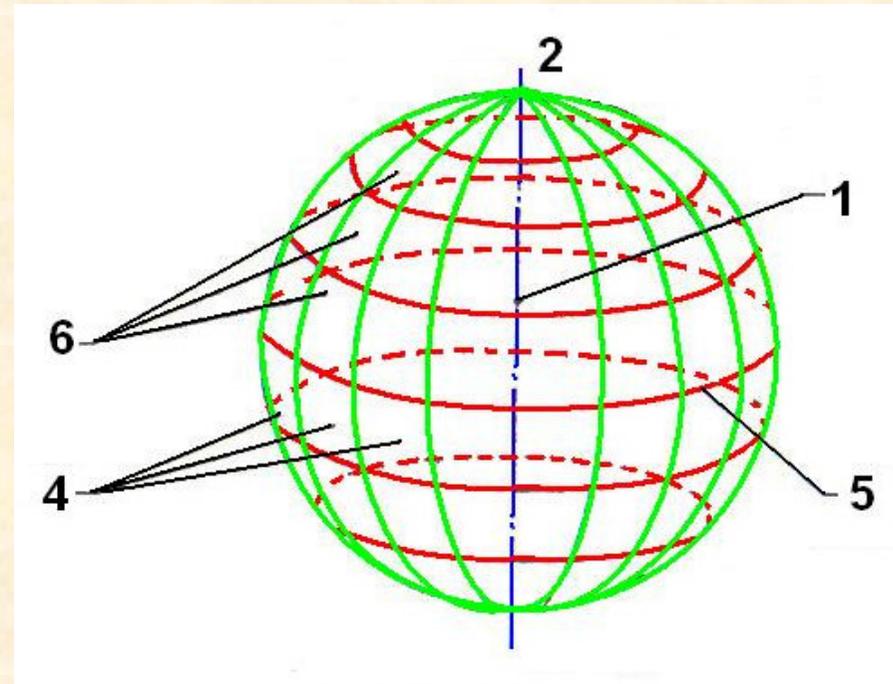


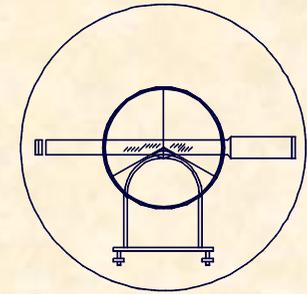
1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS

1.1.- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA

ELEMENTOS ESTRUCTURALES

- 1.- EJE TERRESTRE
- 2.- POLO TERRESTRE
- 3.- PLANO MERIDIANO
- 4.- MERIDIANO
- 5.- ECUADOR
- 6.- PLANO PARALELO





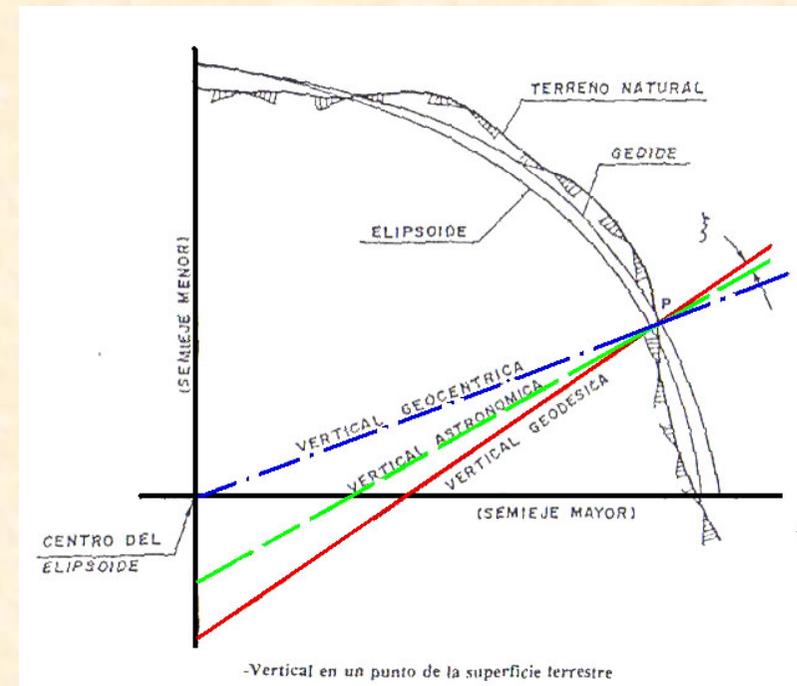
1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS

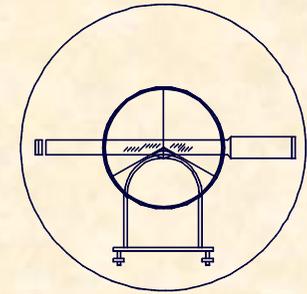
1.1.- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA

ELEMENTOS ESTRUCTURALES

- 7.- VERTICAL ASTRONÓMICA
- 8.- VERTICAL GEODÉSICA
- 9.- VERTICAL GEOCÉNTRICA

- 10.- PLANO HORIZONTAL
- 11.- MERIDIANA



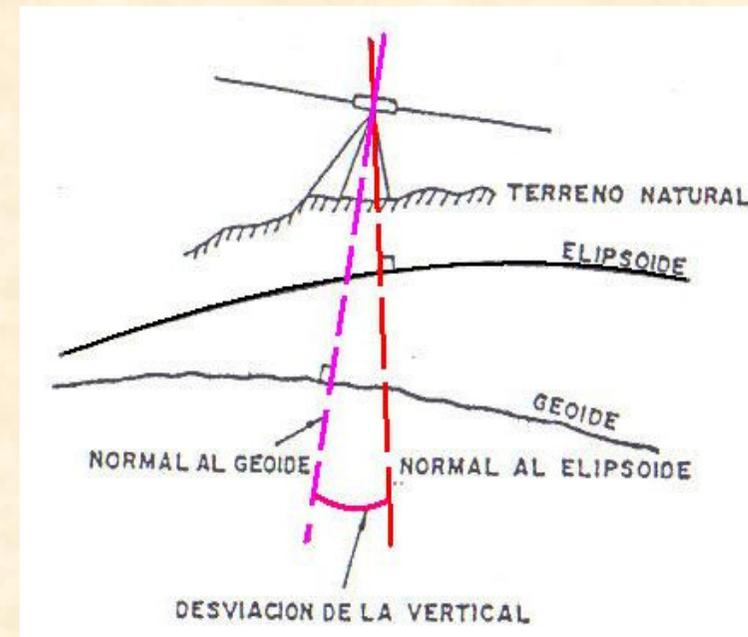


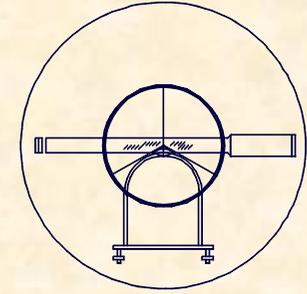
1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS

1.1.- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA

ELEMENTOS ESTRUCTURALES

12.- DESVIACIÓN DE LA VERTICAL

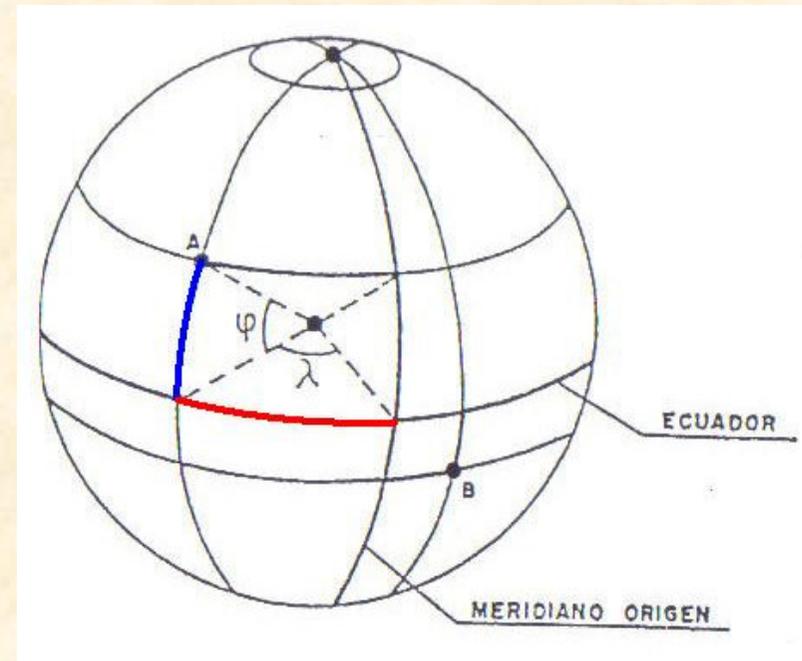


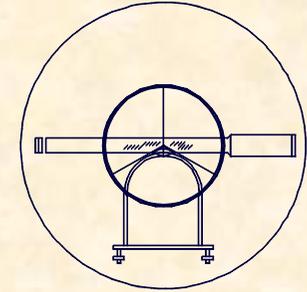


1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS
1.1.- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA

ELEMENTOS ESTRUCTURALES

**13.- COORDENADAS
GEOGRÁFICAS**

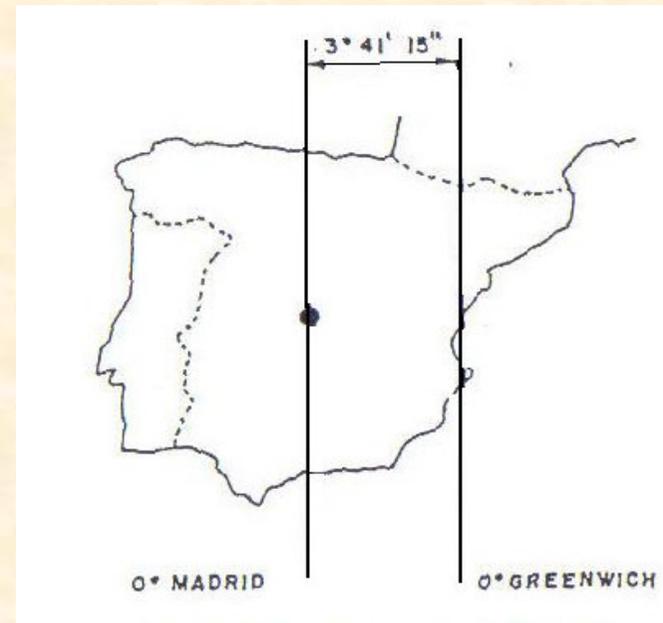


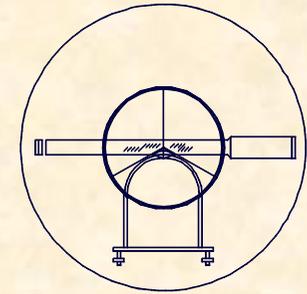


1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS
1.1.- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA

ELEMENTOS ESTRUCTURALES

**14.- DIFERENCIAS
MERIDIANOS**





1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS

1.1.- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA

ELEMENTOS ESTRUCTURALES

15.- LATITUD

ASTRONÓMICA

16.- LATITUD

GEODÉSICA

17.- LATITUD

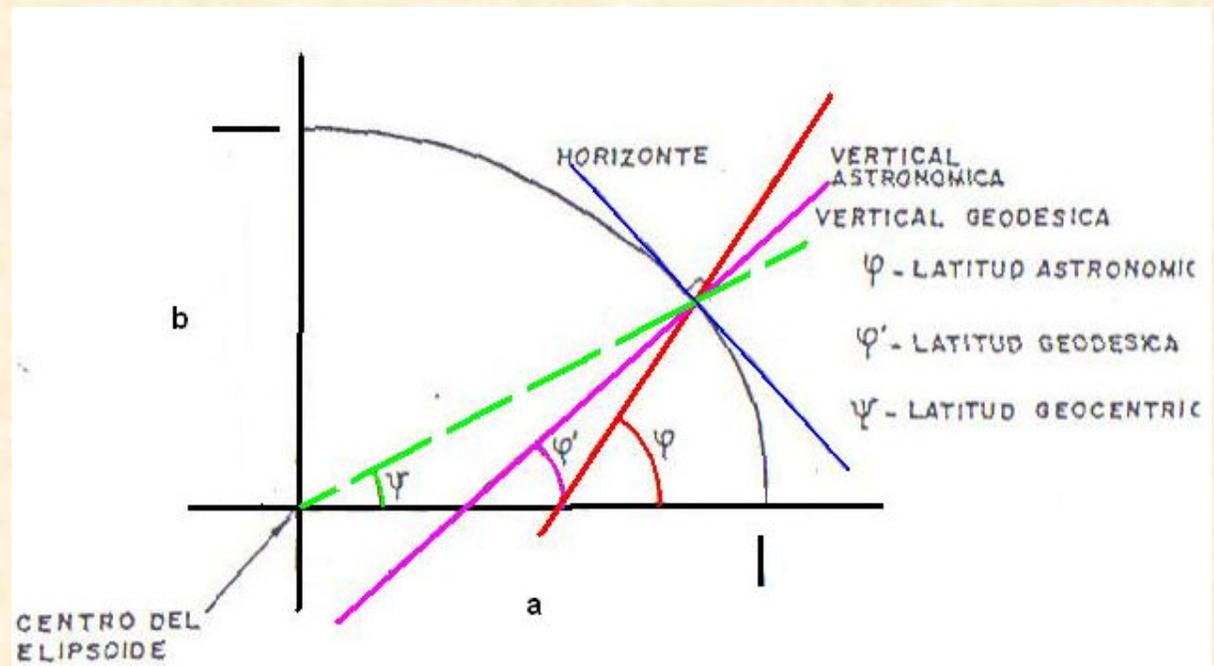
GEOCÉNTRICA

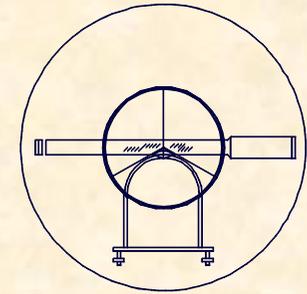
18.- LONGITUD

GEODÉSICA

19.- LONGITUD

ASTRONÓMICA





1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS

1.1.- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA

ELEMENTOS ESTRUCTURALES

20.- ACIMUT GEODÉSICO

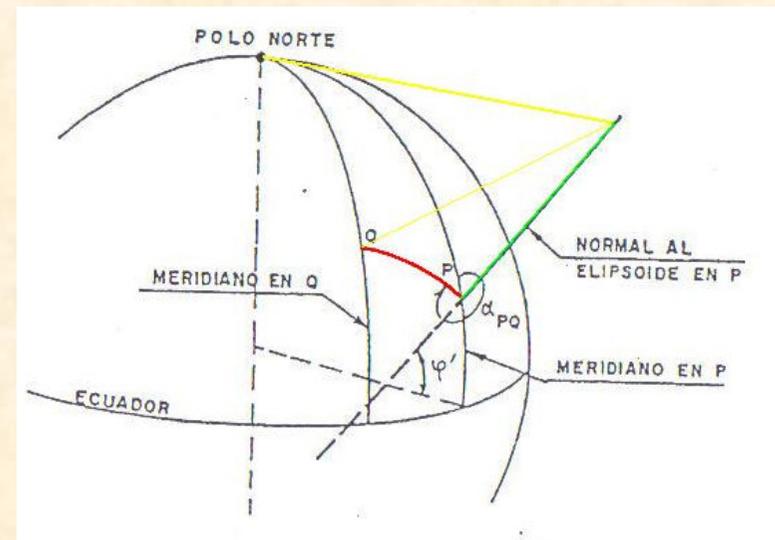
Ángulo entre dos planos que contienen a la normal al elipsoide en el punto P. Un plano contiene al polo norte del elipsoide y el otro al punto Q.

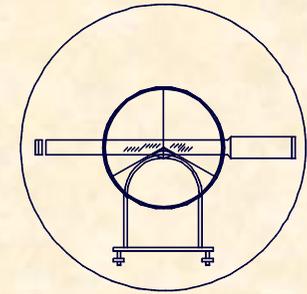
21.- ACIMUT ASTRONÓMICO

Ángulo entre dos planos que contienen a la vertical de lugar en P. Un plano contiene al polo norte celeste y el otro plano al punto Q.

22.- DATUM

Lugar determinado donde coincide geoide y elipsoide. Coinciden las coordenadas geodésicas y astronómicas.

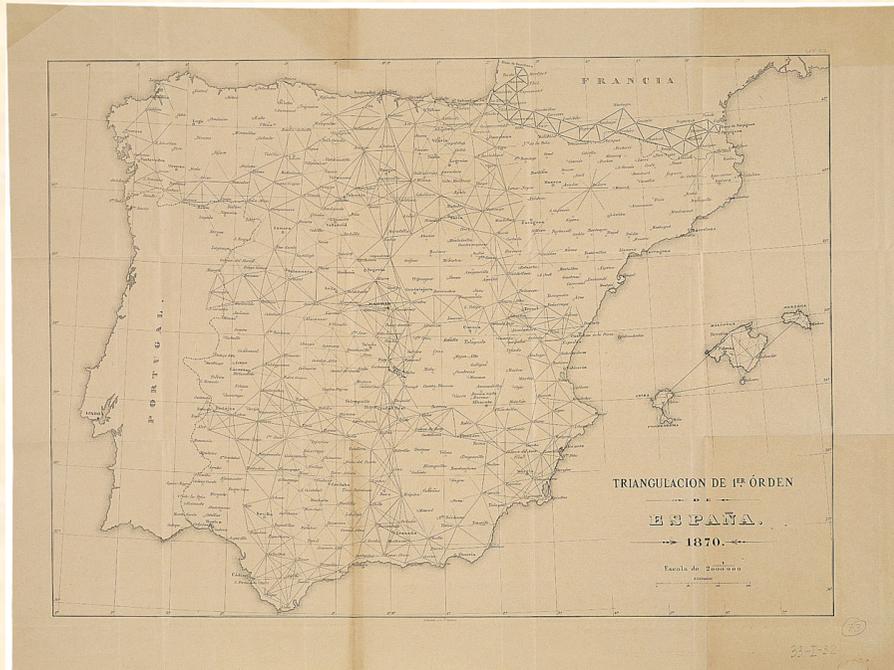




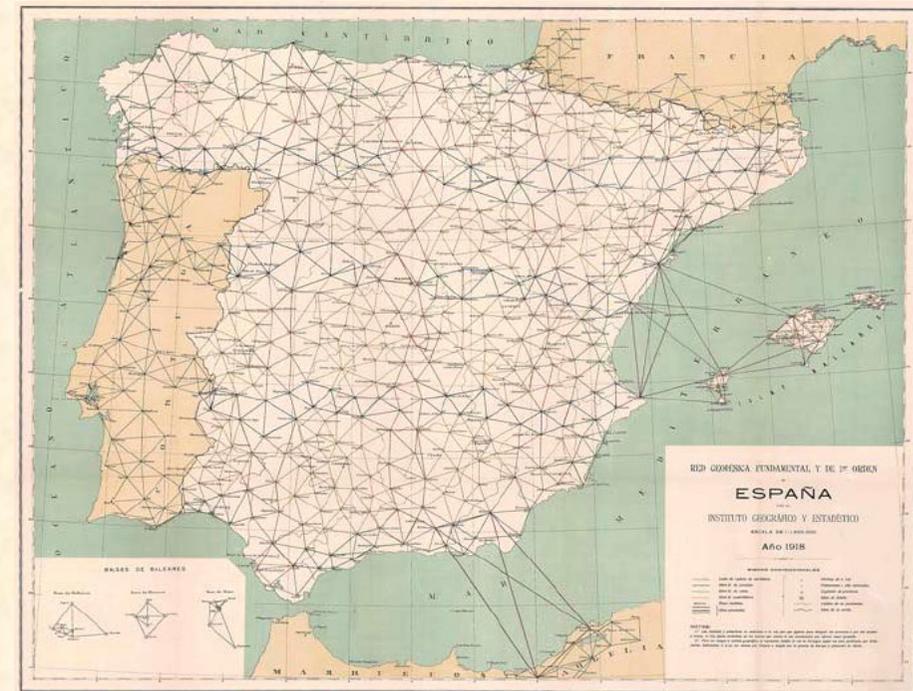
RED GEODÉSICA NACIONAL

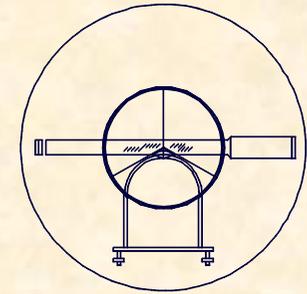
1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS 1.1.- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA

RED GEODÉSICA 1918



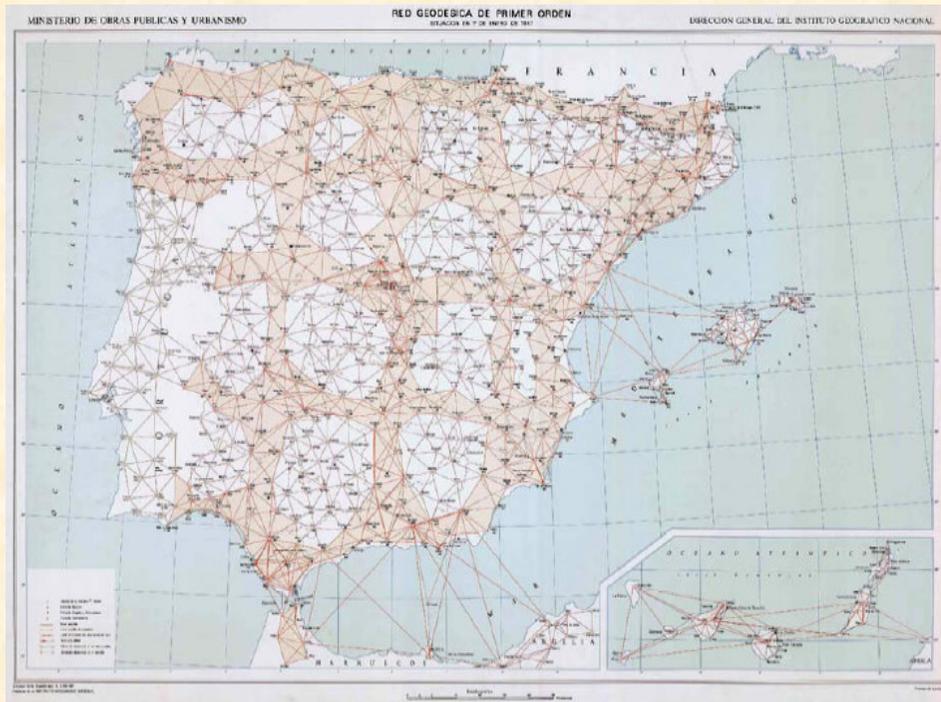
RED GEODÉSICA 1866





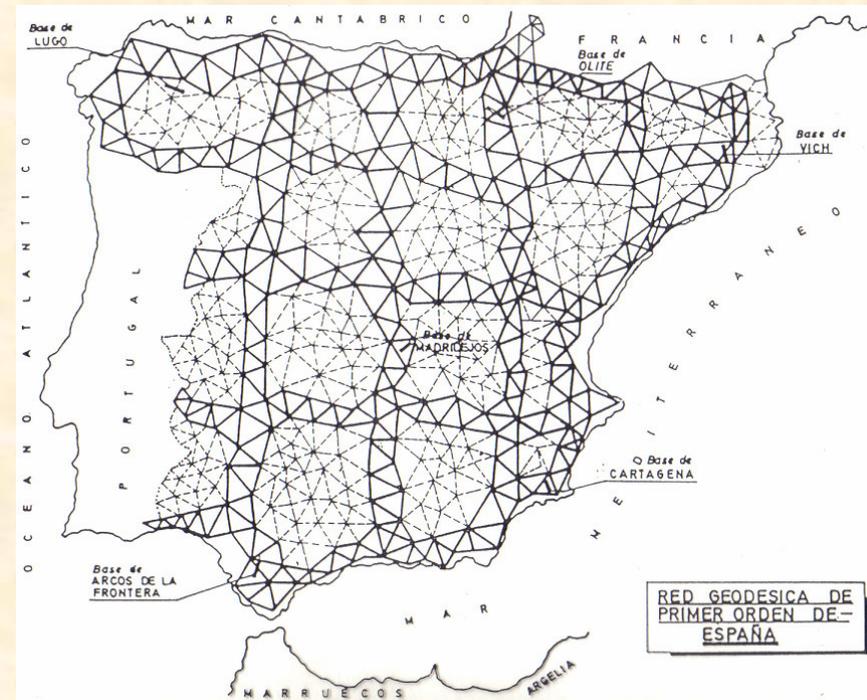
RED GEODÉSICA NACIONAL

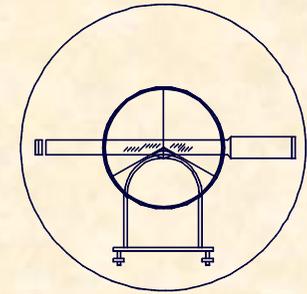
1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS 1.1.- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA



RED GEODÉSICA 1987

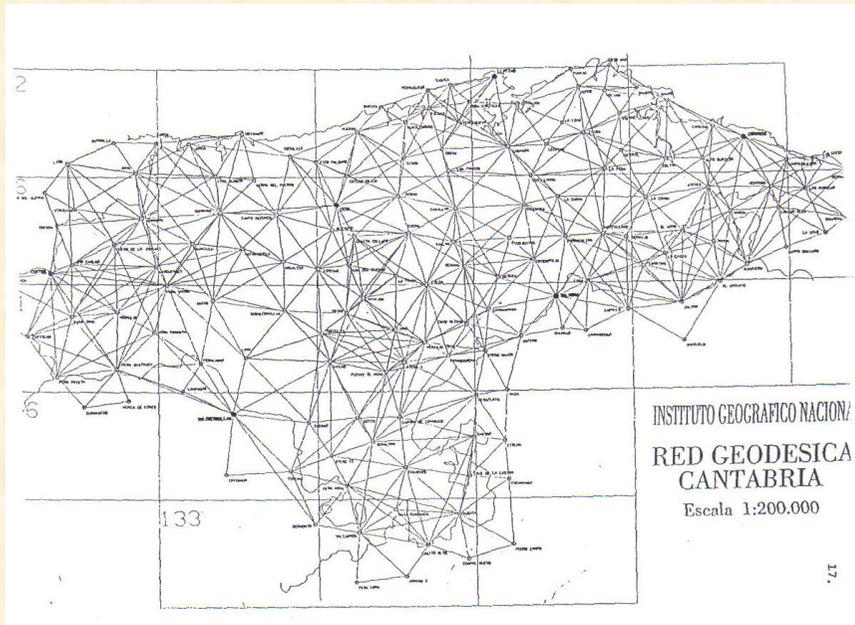
RED GEODÉSICA PRIMER ORDEN



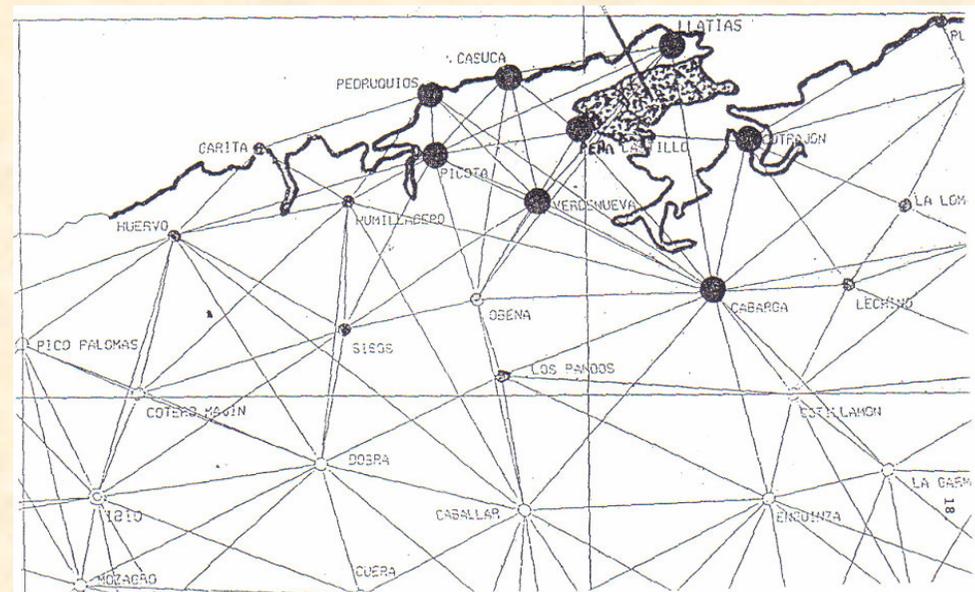


RED GEODÉSICA NACIONAL

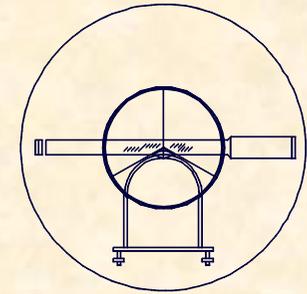
1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS 1.1.- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA



RED GEODÉSICA SEGUNDO ORDEN



CANTABRIA - ARCO BAHÍA

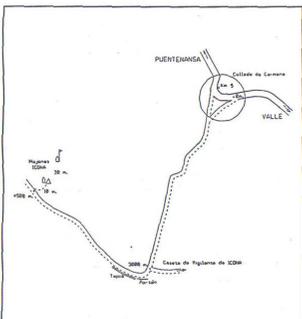


RED GEODÉSICA NACIONAL

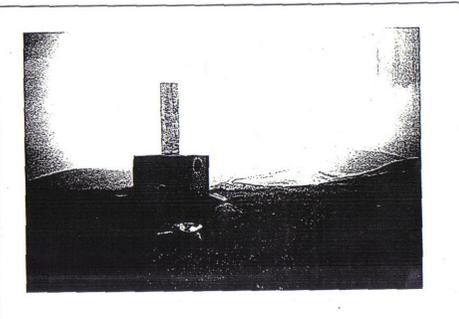
1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS 1.1.- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA

VERTICE Nº 1:50.000 hoja Nº 57	VERICE	BARRIO MUNICIPAL	PROVINCIA	FECHA CONSTRUCCION	1994
005753 1:25.000 hoja Nº 57-IV	MA. MIGUELA	VALLE DE CABUL IGA	CANTABRIA	FECHA REVISIÓN	1994
ZONAFUO	ALTIUD	RUSO	COORDENADAS X	COORDENADAS Y	FACTOR ESCALA
-4.20311889	43.13242523	888.90	30	391007.520	4786584.594
					0.999746116
					-0.55.8,94

CROQUIS DE SITUACIÓN

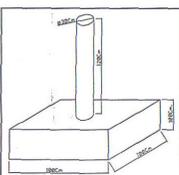


FOTOGRAFÍA



ESTADO EN LA FECHA DE REVISIÓN

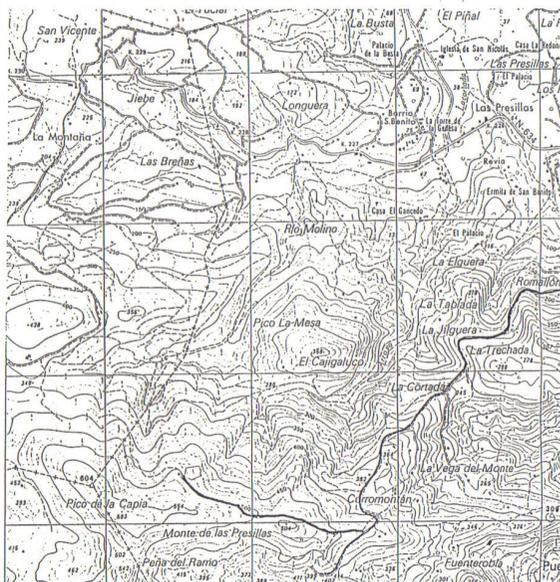
Se encuentra bien conservado.



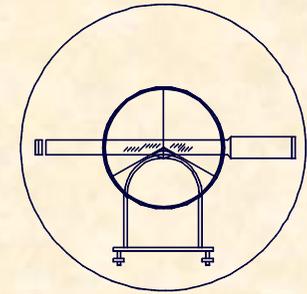
ITINERARIO DE ACCESO

Se encuentra construido en la parte dominante del monte DOBRA o PICO DE LA CAPIA.

Desde la N-634 a la altura del Km. 229.400 sale un cruce que vá a LA MONTAÑA. Desde aquí sale una pista apta para todo tipo de vehiculos, que tras recorrer 2100 mts. nos deja en un collado junto a una casa con cuadra; desde aquí hasta el vértice andando se tarda unos 20 minutos.



RESEÑA VÉRTICE GEODÉSICO



RED GEODÉSICA NACIONAL

1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS 1.1.- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA



MINISTERIO DE FOMENTO
 Instituto Geográfico Nacional
 05/10/2006

Inicio > Datos y Servicios Geodésicos

Áreas de Actividad

- BDD Sismicos
- Registro Central de Cartografía
- Datos y Servicios Geodésicos**
- Vértices Geodésicos
- Calculadora Geodésica
- Museo Virtual
- Cartografía e Imágenes
- Cartoteca
- BDD Cartográficas

Datos y Servicios Geodésicos

Red Geodesica

Diferentes tipos de búsqueda, seleccione una:

Nombre Número Hojas del MTN50 Provi./Municipio Coordenadas

Búsqueda por Nombre

Introduzca el nombre del Vértice, o una palabra o letras que contenga dicho nombre. También puede seleccionar si la búsqueda se ceñirá a los Vértices de la Red Regente.

Que empiece por:
 Que contenga:
 Sólo Vértices de Regente:

Buscar restaurar

Los datos ofrecidos para cada vértice son:

- Número, nombre, municipio y provincia a la que pertenecen.
- Coordenadas geográficas y UTM y fecha de compensación.
- Características físicas del pilar del Vértice.
- Breve descripción de su situación.

RED GEODESICA

11 Vértices encontrados en la Hoja 58 del MTN

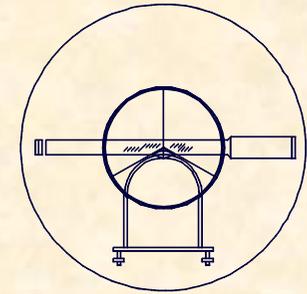
Nº.	Nombre	Número	Hoja MTN	Localidad	
				Provincia	Municipio
1	<u>Tordias</u>	5801	58	Santander	Arenas de Iguña
2	<u>Mozagro</u>	5805	58	Santander	Cabezón de La Sal
3	<u>Peña del Cuervo</u>	5811	58	Santander	Arenas de Iguña
4	<u>Ibio</u>	5817	58	Santander	Cabezón de La Sal
5	<u>Garita Collado</u>	5824	58	Santander	Corrales de Buelna, Los
6	<u>La Panda</u>	5840	58	Santander	Anievas
7	<u>Cuera</u>	5854	58	Santander	Corvera de Toranzo
8	<u>Dobra</u>	5858	58	Santander	Torrelavega
9	<u>Tablao</u>	5883	58	Santander	Villafufre
10	<u>Caballar</u>	5887	58	Santander	Villafufre
11	<u>Berana</u>	5891	58	Santander	Vega de Pas

Seleccione el modo de filtrado que desee:

Nombre Número Hojas del MTN50 Provi./Municipio Coordenadas

<http://www.ign.es>

<http://www.cnig.es>

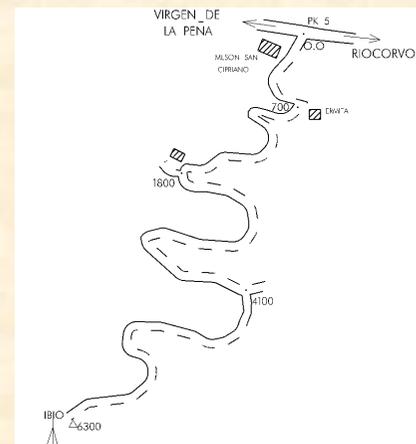


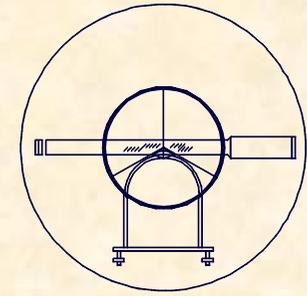
RED GEODÉSICA NACIONAL

1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS 1.1.- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA

FICHA TÉCNICA - Coordenadas				Volver
5817 - Ibio				
COORDENADAS ED 50				
Fecha de la compensación:		01/10/1987		
Longitud	-4º 8' 36,3257"	Latitud:	43º 17' 27,8508"	
X utm:	407237.89	Y utm:	4793859.89	
Altura ortomé.:	799.200012207031 m	Referida a	la Base del Pilar	
Desv. Esta. X:		Desv. Esta. Y:		
Desv. Esta. Z:		Huso:	30	
Convergencia:	0º 47' 2,7854"	Factor de escala:	0.99970584	
COORDENADAS WGS84				
Fecha de la compensación:		30/12/2001		
Longitud	-4º 8' 41,1817"	Latitud:	43º 17' 23,9435"	
X utm:	407131.084	Y utm:	4793654.081	
Altura ortomé.:	0.0 m	Referida a		
Altura Elipsoidal:	851.655029296875 m	Referida a	Centrado Forzado	
Desv. Esta. X:	0.0020000000949949	Desv. Esta. Y:	0.0020000000949949	
Desv. Esta. Z:	0.02800000008642673	Huso:	30	
Convergencia:	0º 47' 6,0591"	Factor de escala:	0.9997060920999999	
 Ubicación	 Coordenadas	 Acceso	 Descripción	 Foto
				 Reseña Ofidal

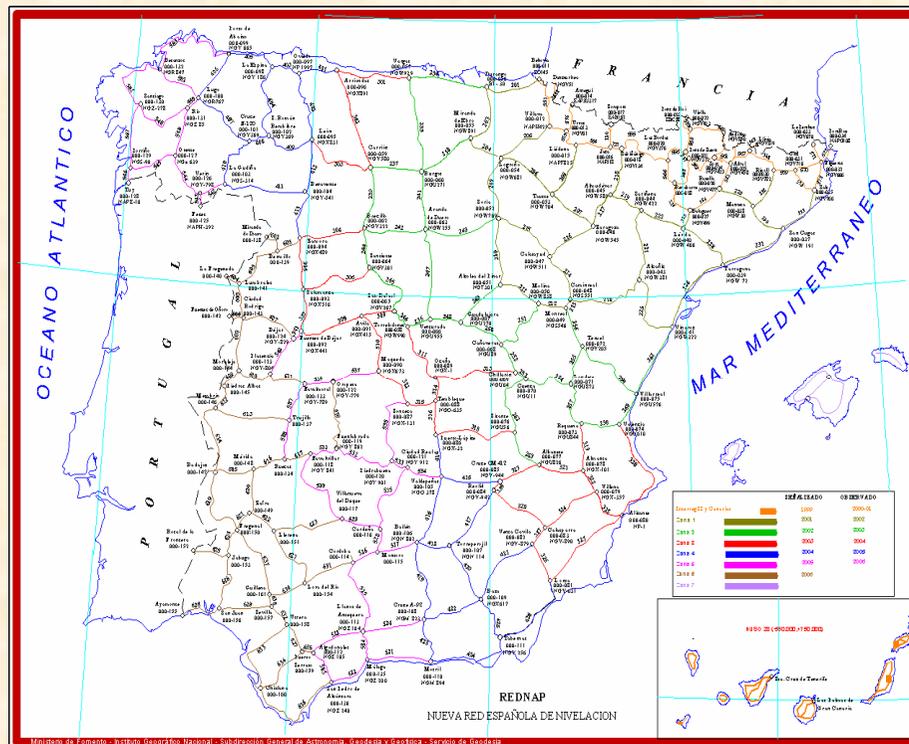
FICHA TÉCNICA - Ubicación		Volver
5817 - Ibio		
Municipio	Cabezón de La Sal	Provincia
		Santander
Situación		
En lo más alto del cerro conocido como Ibio, cerca de unas instalaciones de RTVE.		
Observaciones		
REGENTE.		
Seleccione los restantes resultados pulsando el botón correspondiente:		
 Ubicación	 Coordenadas	 Acceso
 Descripción	 Foto	 Reseña Ofidal

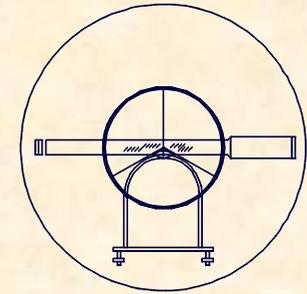




1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS
1.1.- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA

RED NIVELACIÓN DE ALTA PRECISIÓN





1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS

1.1.- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA

RESEÑAS NAP



Ministerio de Fomento
 Subsecretaría

General Ibañez de Ibero, 3
 28003 MADRID

Dirección General del Instituto Geográfico Nacional
 Subdirección General de Geodesia y Geofísica

Reseña de Señal de Nivelación

31-may-05

Datos de la Señal

Número:	057	Nombre:	NGY960* (Vargas)	Anterior:	Posterior:
Línea o Ramal:	000	Nombre:	Puntos Nodales		
Señal:	Principal	Agrupada con:	235001 - NGW930.		
En posición Horizontal					
Fechas	Señalización:	25-jun-02	Nivelación:	Cálculo:	

Datos Geográficos

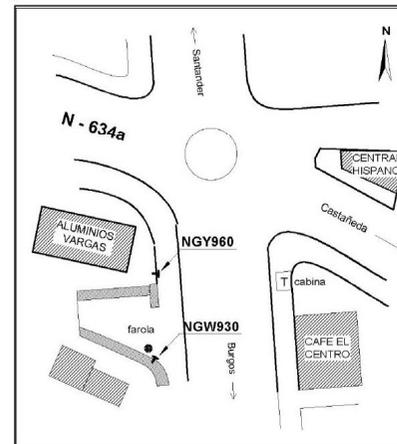
Longitud WGS84:	-3° 57' 45"	Altura ortométrica:	58,08305 m.
Latitud WGS84:	43° 19' 17"	Geopotencial:	56,94782 u.g.p.
Hoja MTN50:	58	Gravedad en superficie:	980452,67 mgals. Observada
Provincia:	Santander	Municipio:	Puente Viesgo

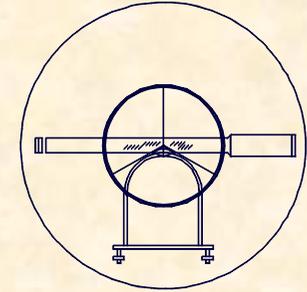
Reseña

Clavo metálico semiesférico incrustado aproximadamente en el Km. 128,675 de la margen W de la Carretera N-623, en un murete de hormigón junto a la esquina de otro pequeño muro de piedra, que delimita la propiedad de "Aluminios Vargas" con un solar, en el cruce de la N-623 con la N-634a, al N de ésta última y frente a la cafetería Centro.

Observaciones

- Fin Línea N° 234 (Durango-Vargas).
- Inicio Línea N° 235 (Vargas-Burgos).
- Fin Línea N° 301 (Arriendas - Vargas).





1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS
1.2.- ENCUADRE REFERENCIAL

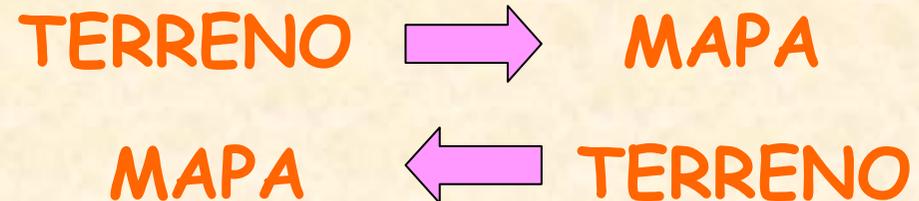
TOPOGRAFÍA

DEFINICIÓN

Conjunto de técnicas y métodos que tienen por objetivo determinar la forma y dimensiones de un terreno, para poder representarlo de forma gráfica sobre un plano.

OBJETIVO

Medición de ángulos y distancias con instrumentos adecuados y poder así determinar los posicionamientos en una doble vertiente:

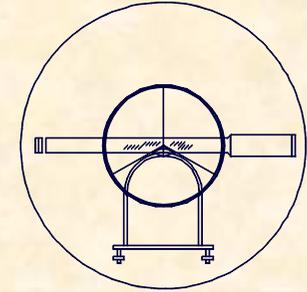




UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA

E. U. INGENIERÍA TÉCNICA MINERA



1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS

1.2.- ENCUADRE REFERENCIAL

LA TOPOGRAFÍA EN LA INGENIERÍA

INGENIERÍA ↔ PROYECTO ↔ TOPOGRAFÍA

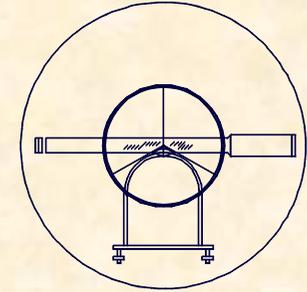
- 1.- GENERACIÓN CARTOGRÁFICA
- 2.- BUEN USO DE LA CARTOGRAFÍA
- 3.- DEFINICIÓN GEOMÉTRICA
- 4.- EJECUCIÓN, MEDICIÓN Y CONTROL
- 5.- EXPLOTACIÓN USUAL DE LA OBRA



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA

E. U. INGENIERÍA TÉCNICA MINERA



1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS

1.2.- ENCUADRE REFERENCIAL

MAPAS PLANOS Y CARTAS

MAPAS: toda representación plana de una parte de la superficie terrestre, que por su extensión y debido a la curvatura de la superficie de la tierra, requiere de sistemas de transformación.

Analítico.- Estudian un fenómeno temático y lo asocian con un lugar.

Experimentación.- Son combinaciones de dos o más mapas analíticos.

Síntesis.- Soportan toda la información posible en la hoja.

PLANOS: representan una superficie donde se prescinde de la curvatura terrestre, la relación entre medida plano y real es constante.

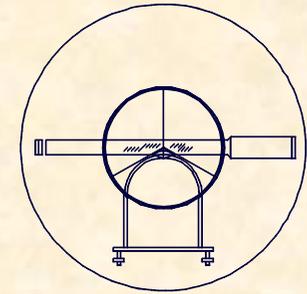
CARTAS: mapas empleados para la navegación aérea o marítima.



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA

E. U. INGENIERÍA TÉCNICA MINERA

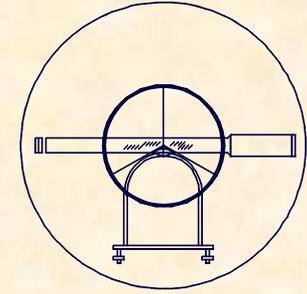


1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS

1.2.- ENCUADRE REFERENCIAL

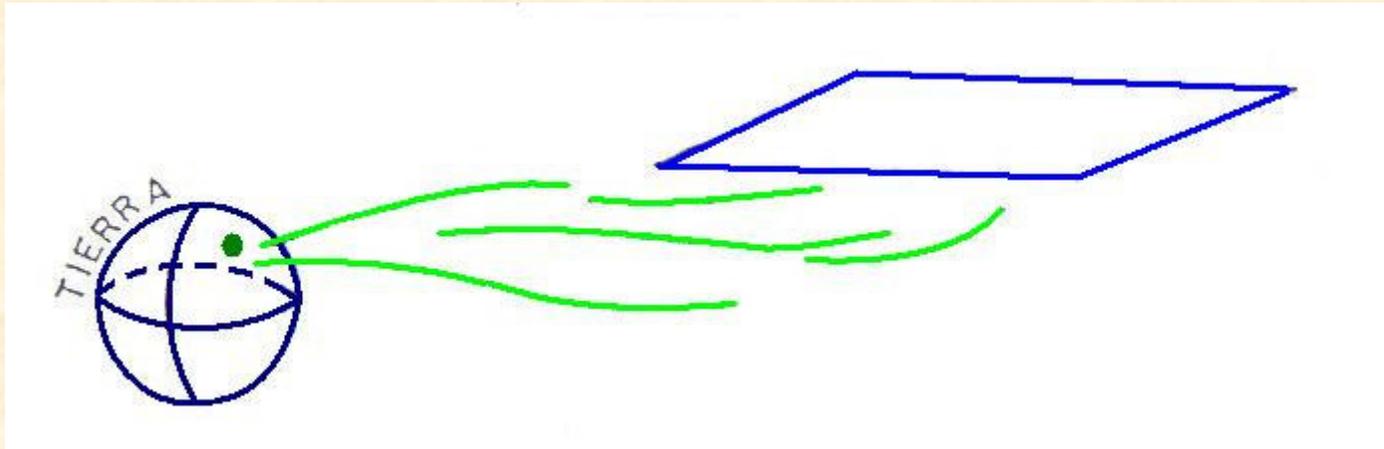
PRINCIPALES MAGNITUDES

- **LINEALES.-**
 - km, m, dm, cm, mm
- **SUPERFICIALES.-**
 - km², ha, m²
- **ANGULARES.-**
 - Sexagesimal: grados(°), minutos('), segundos(").
 - Centesimales: grados (ᵍ), minutos (ᶜ), segundos (ᶜᶜ).
 - Radianes:
 - 1 radián = $1.296.000/2\pi=206265''$
 - 1 radián = $4.000.000/2\pi=636620^{cc}$

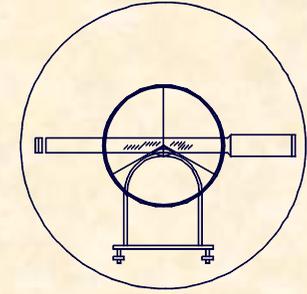


PROBLEMÁTICA CONDICIONADA

1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS 1.2.- ENCUADRE REFERENCIAL



- 1.- TAMAÑO
- 2.- RELIEVE
- 3.- PROYECCIÓN



1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS

1.2.- ENCUADRE REFERENCIAL

PROBLEMÁTICA CONDICIONADA

1.- TAMAÑO



ESCALAS

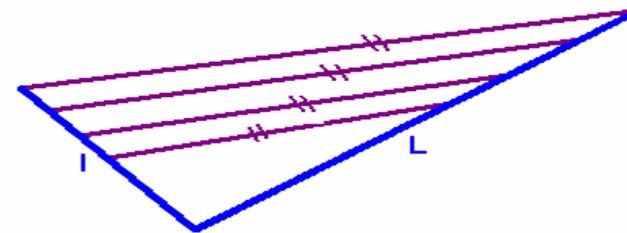
NUMÉRICAS

$$E = l/L$$

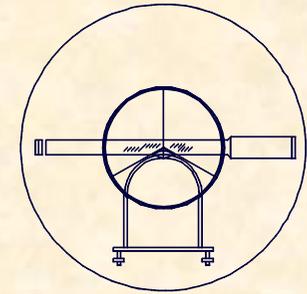
l = tamaño de plano

L = tamaño real

GRÁFICAS



TRANSVERSALES



PROBLEMÁTICA CONDICIONADA

1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS

1.2.- ENCUADRE REFERENCIAL

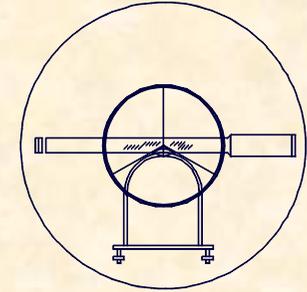
1.- TAMAÑO ESCALAS

PLANO TÉCNICO (PT) Escala grande
1/100 1/500 1/1.000 1/5.000 1/10.000

MAPA TOPOGRÁFICO (MT) Escalas medianas
1/25.000 1/50.000 1/100.000 1/200.000

MAPA GEOGRÁFICO (MG) Escalas pequeñas
1/400.000 1/500.000 1/800.000 1/1.000.000

MAPAS GENERALES (MG) Escalas generales
Desde 1/1.000.000 en adelante



1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS

1.2.- ENCUADRE REFERENCIAL

PROBLEMÁTICA CONDICIONADA

1.- TAMAÑO → ESCALAS → LIMITE PERCEPCIÓN VISUAL

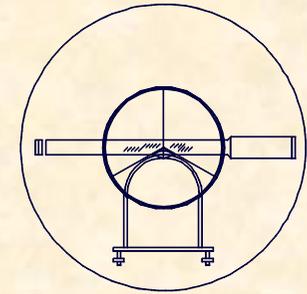
Se define como Limite de Percepción Visual a la distancia a la cual dos puntos que están muy próximos el ojo humano los confunde con uno sólo. Se admite que usualmente este valor sea 0,2 mm.

PAPEL	ESCALA	REAL
0.2mm	1/500	10cm
	1/1000	20cm
	1/2000	40cm
	1/5000	1m
	1/25000	5m
	1/50.000	10m

Esto supone una INCERTIDUMBRE al observar un mapa o un plano así como un lugar donde disfrazar el error cometido en función de la escala.



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
**INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA**
E. U. INGENIERÍA TÉCNICA MINERA

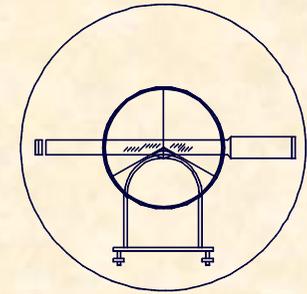


1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS
1.3.- LA MODELIZACIÓN DEL RELIEVE

EL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

Conjunto de técnicas y operaciones necesarias llevar a cabo para representar un terreno.

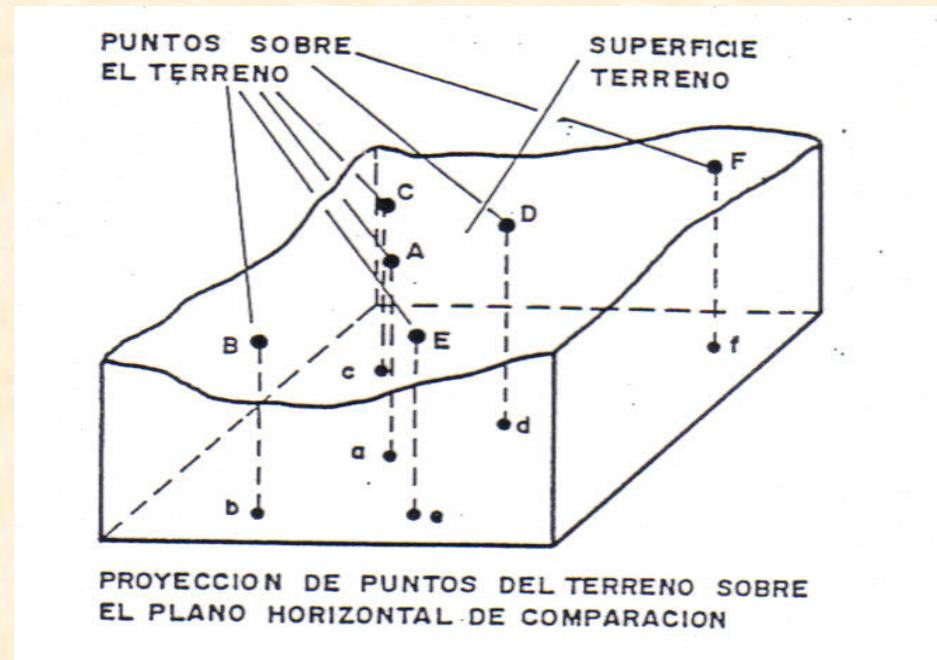
- Levantamiento NO convencional
- Levantamiento SI convencional
 - CLÁSICO
 - FOTOGRAMÉTRICO

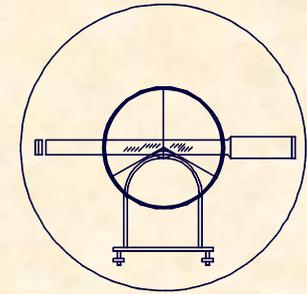


1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS
1.3.- LA MODELIZACIÓN DEL RELIEVE

EL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CLÁSICO

PROYECCIÓN DE
PUNTOS SITUADOS
EN EL TERRENO

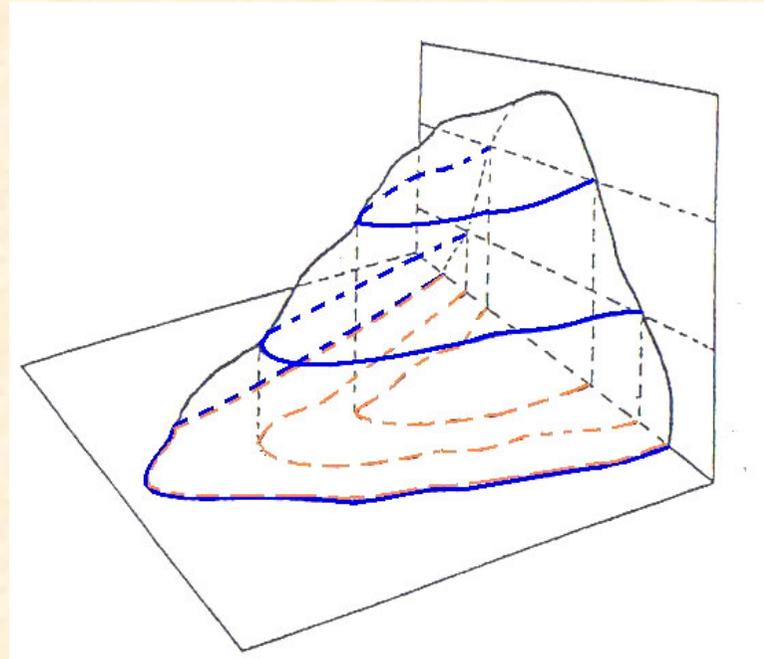


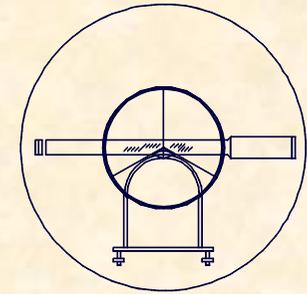


1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS
1.3.- LA MODELIZACIÓN DEL RELIEVE

EL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CLÁSICO

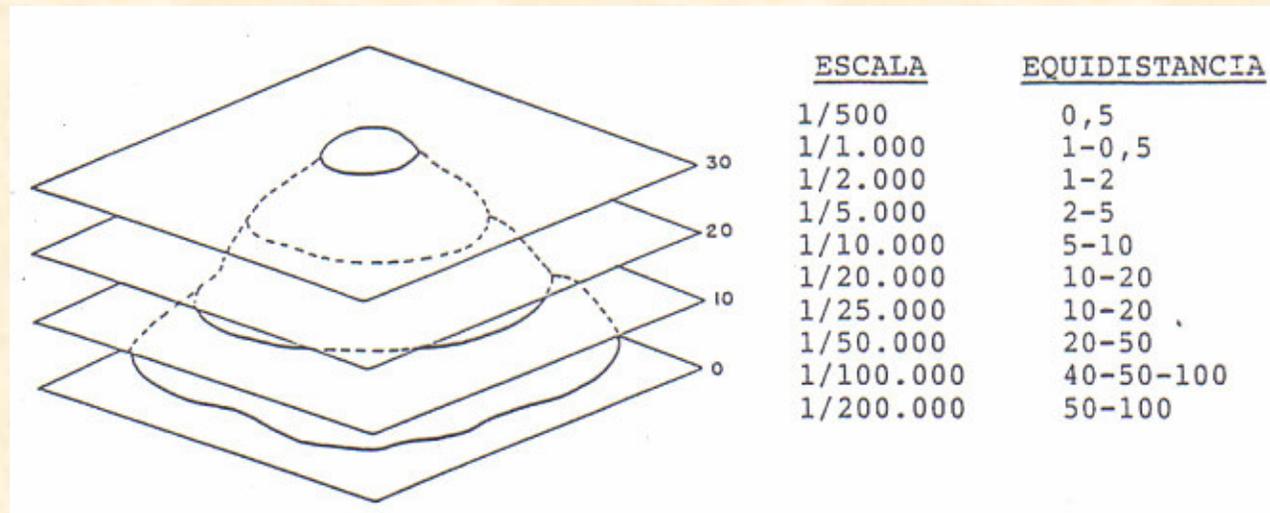
**GENERACIÓN DE
CURVAS DE NIVEL**



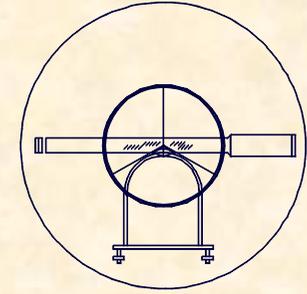


1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS
1.3.- LA MODELIZACIÓN DEL RELIEVE

EL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CLÁSICO

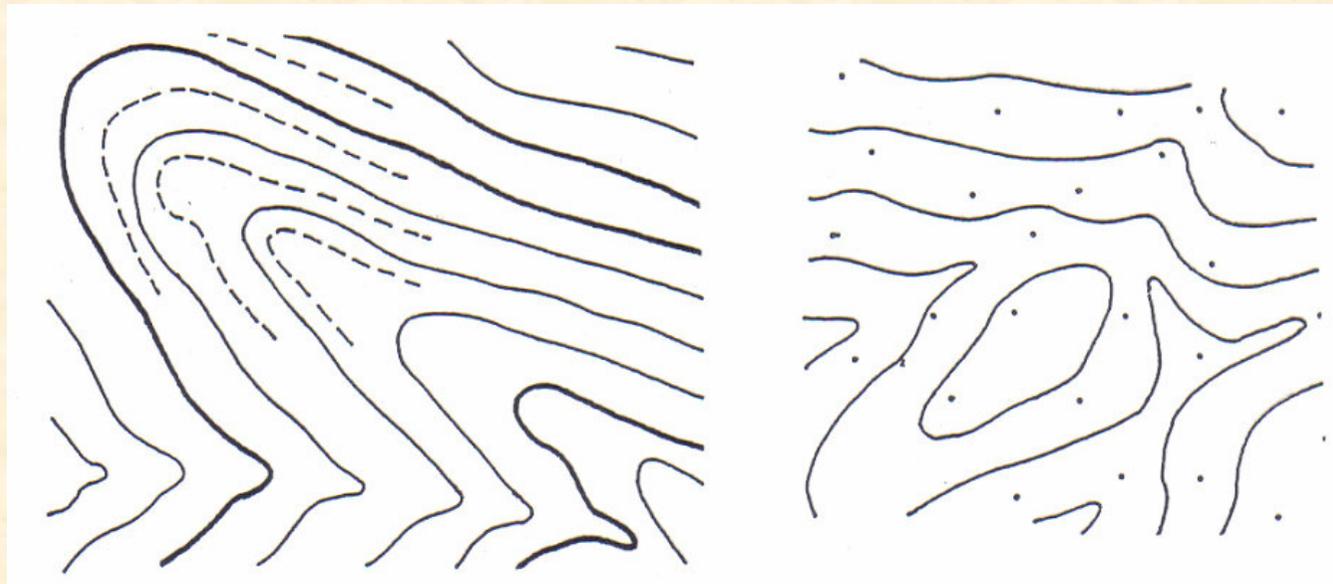


Relación entre Escala y Equidistancia.

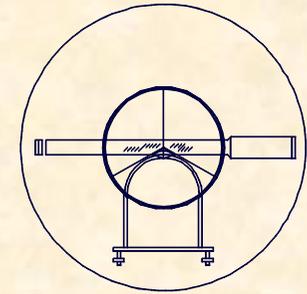


1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS
1.3.- LA MODELIZACIÓN DEL RELIEVE

EL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CLÁSICO

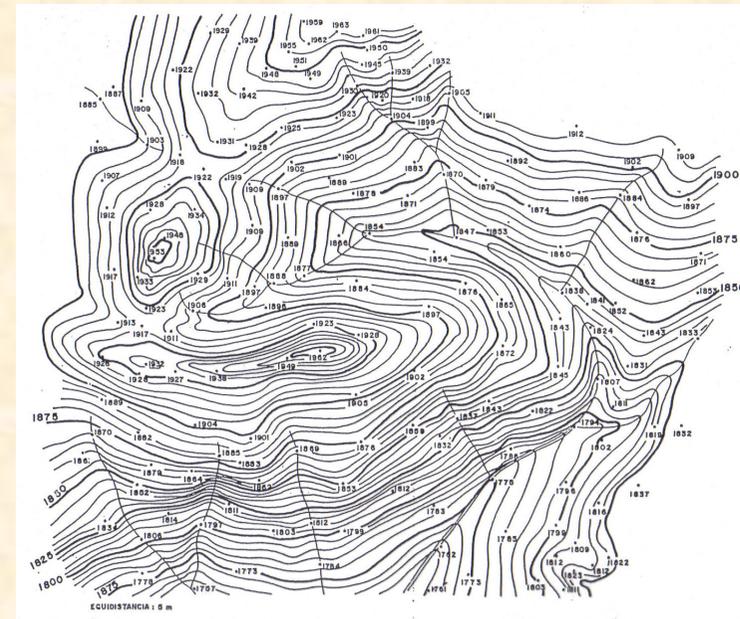
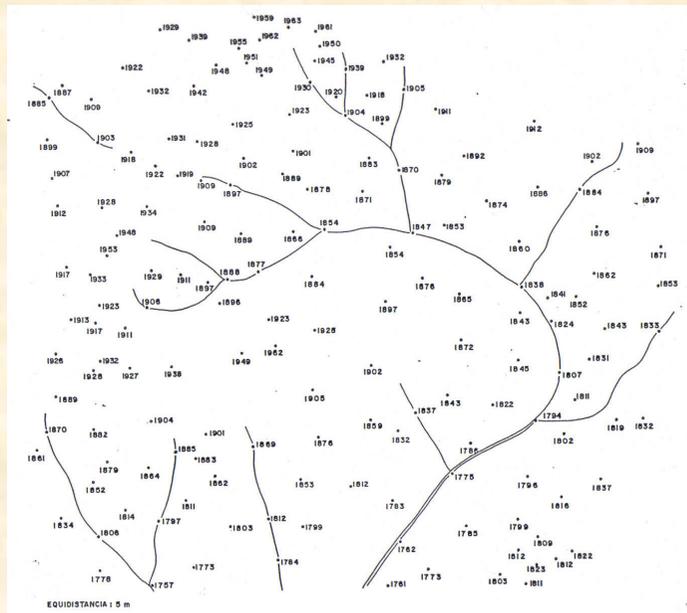


Curvas de nivel directoras e intercaladas.

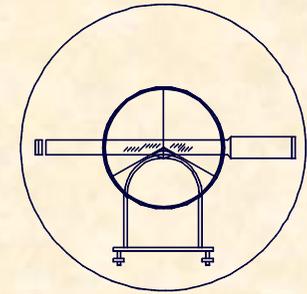


1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS
1.3.- LA MODELIZACIÓN DEL RELIEVE

EL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CLÁSICO

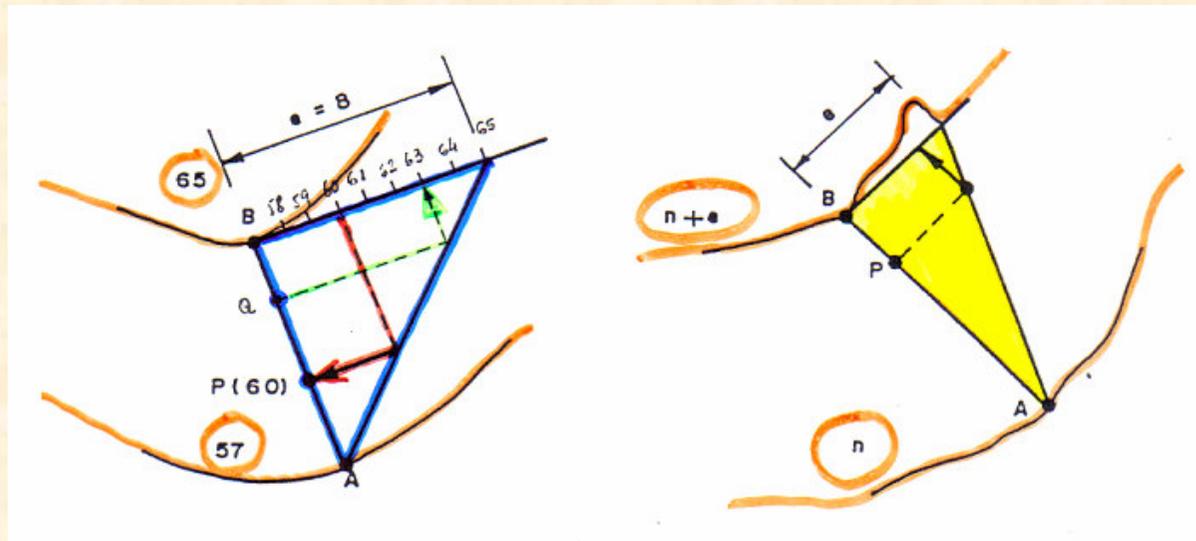


Generación de las curvas de nivel.

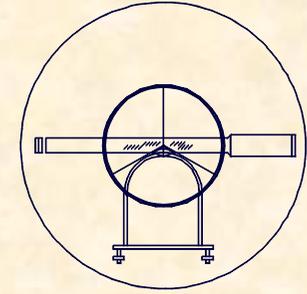


1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS
1.3.- LA MODELIZACIÓN DEL RELIEVE

ELEMENTOS DE LA MODELIZACIÓN DEL RELIEVE

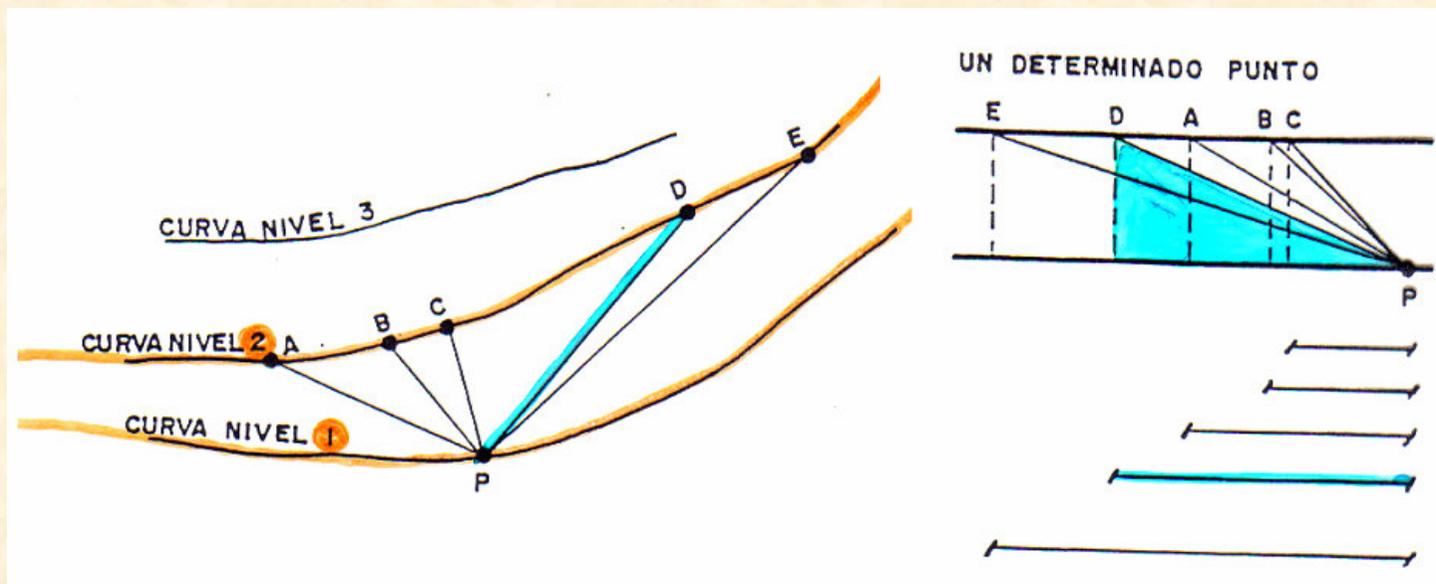


Posición altimétrica de puntos situados
entre dos curvas de nivel consecutivas.

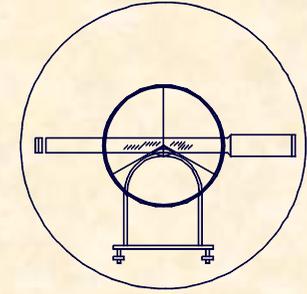


1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS
1.3.- LA MODELIZACIÓN DEL RELIEVE

ELEMENTOS DE LA MODELIZACIÓN DEL RELIEVE

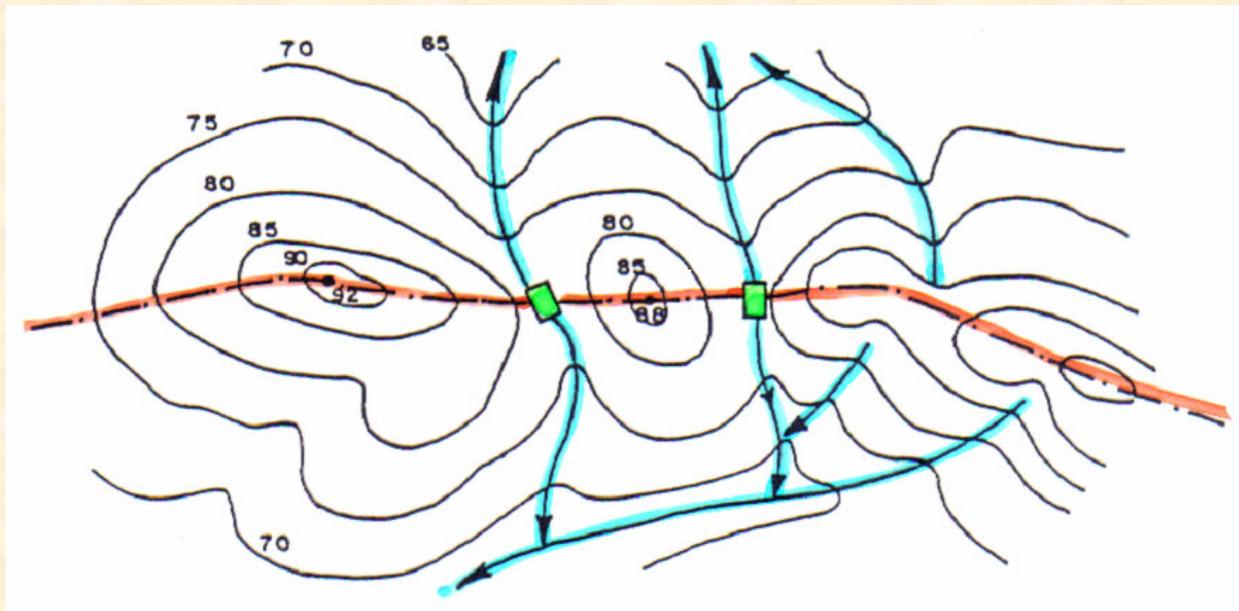


Pendientes y secciones por un punto.

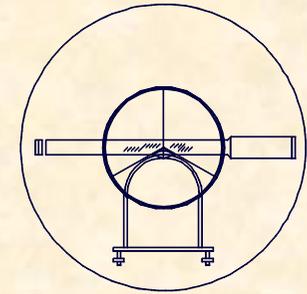


1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS
1.3.- LA MODELIZACIÓN DEL RELIEVE

ELEMENTOS DE LA MODELIZACIÓN DEL RELIEVE



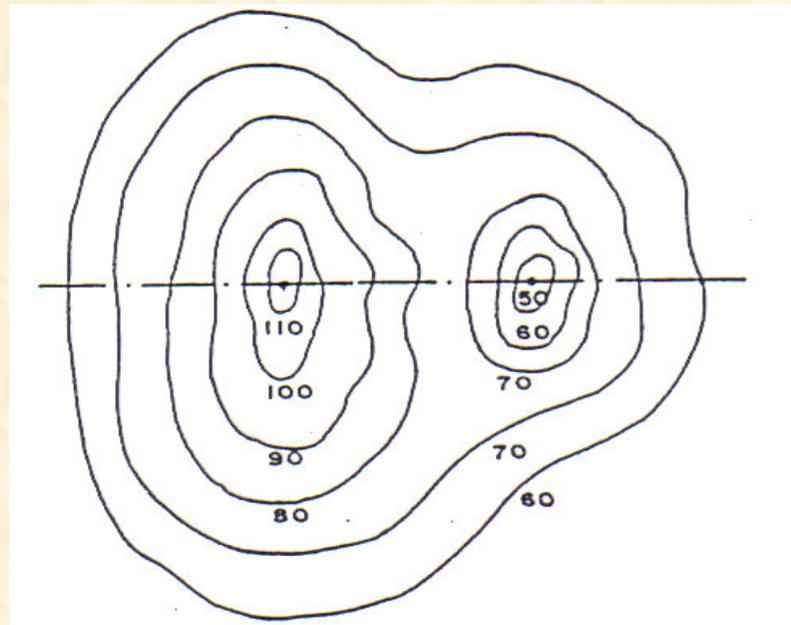
Divisorias, Vaguadas y Collados.



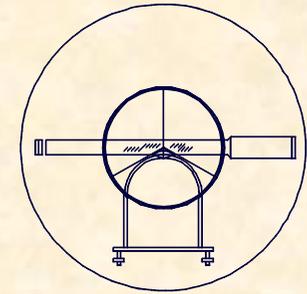
1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS

1.3.- LA MODELIZACIÓN DEL RELIEVE

ELEMENTOS DE LA MODELIZACIÓN DEL RELIEVE



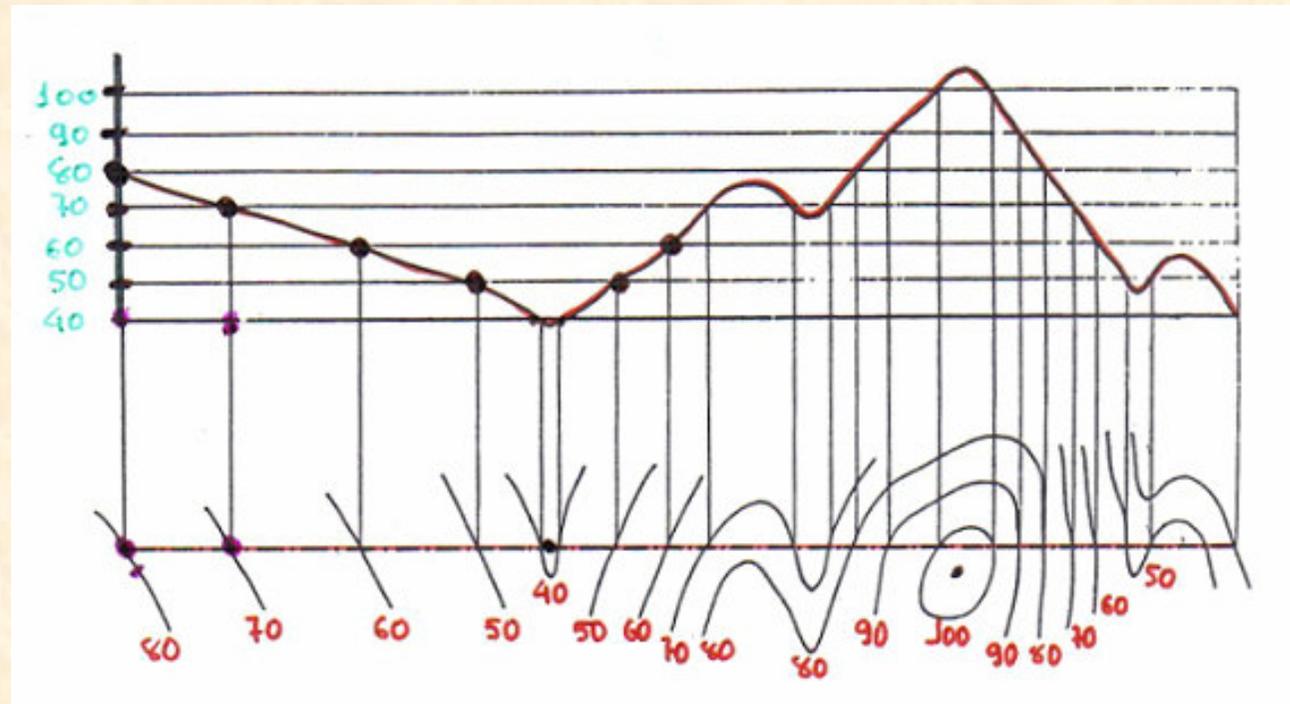
Cumbres y Simas.

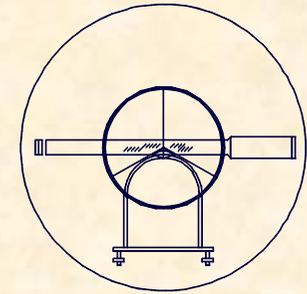


1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS
1.3.- LA MODELIZACIÓN DEL RELIEVE

CARACTERIZACIÓN DE LOS PERFILES LONGITUDINALES

**Traza
Rectilínea.**

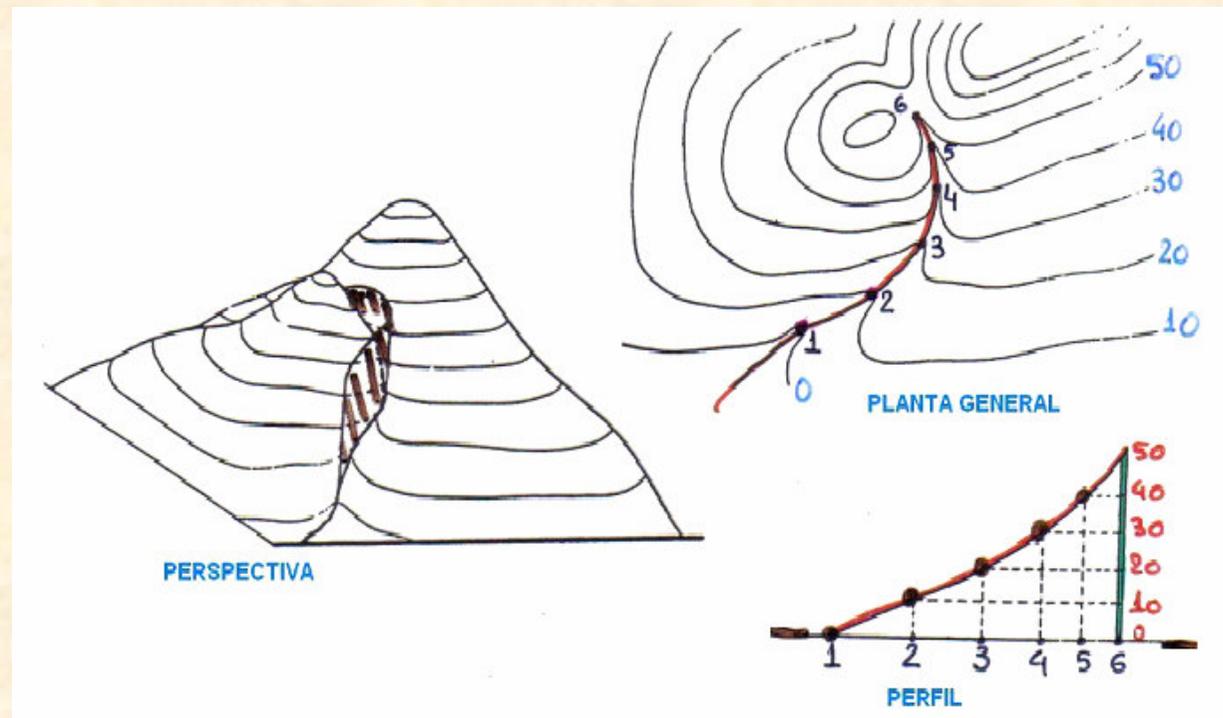


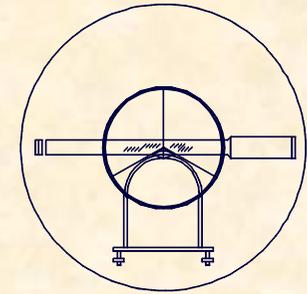


1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS
1.3.- LA MODELIZACIÓN DEL RELIEVE

CARACTERIZACIÓN DE LOS PERFILES LONGITUDINALES

Traza NO
Rectilínea.

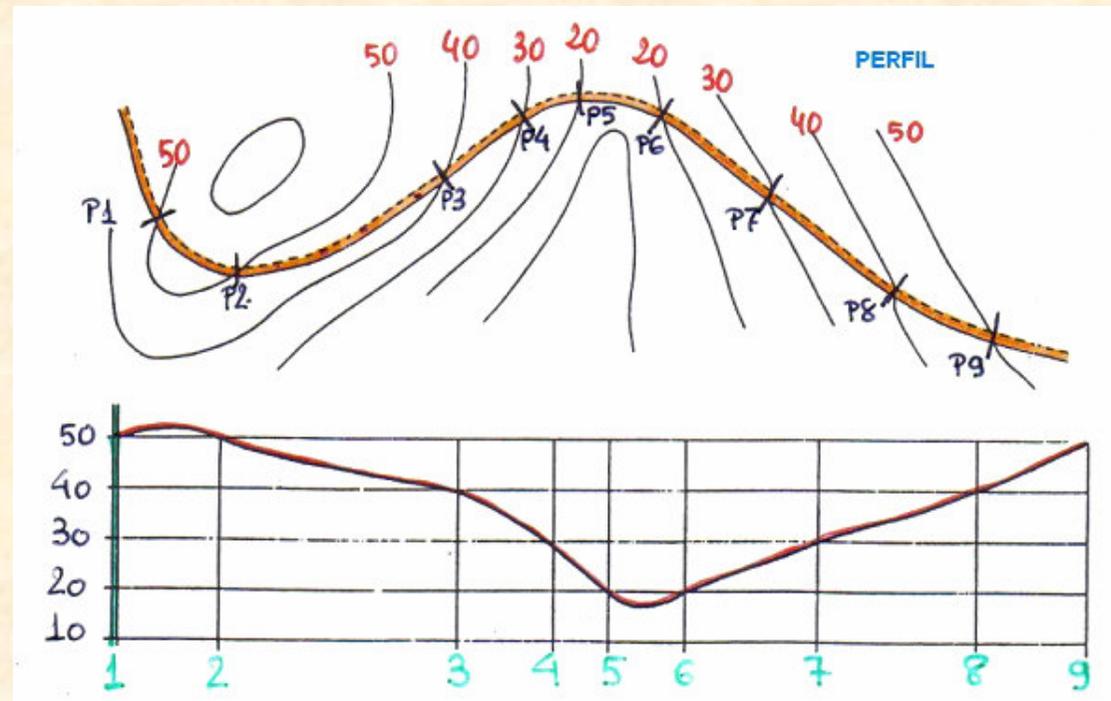


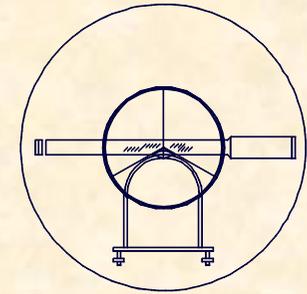


1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS
1.3.- LA MODELIZACIÓN DEL RELIEVE

CARACTERIZACIÓN DE LOS PERFILES LONGITUDINALES

Traza NO
Rectilínea.

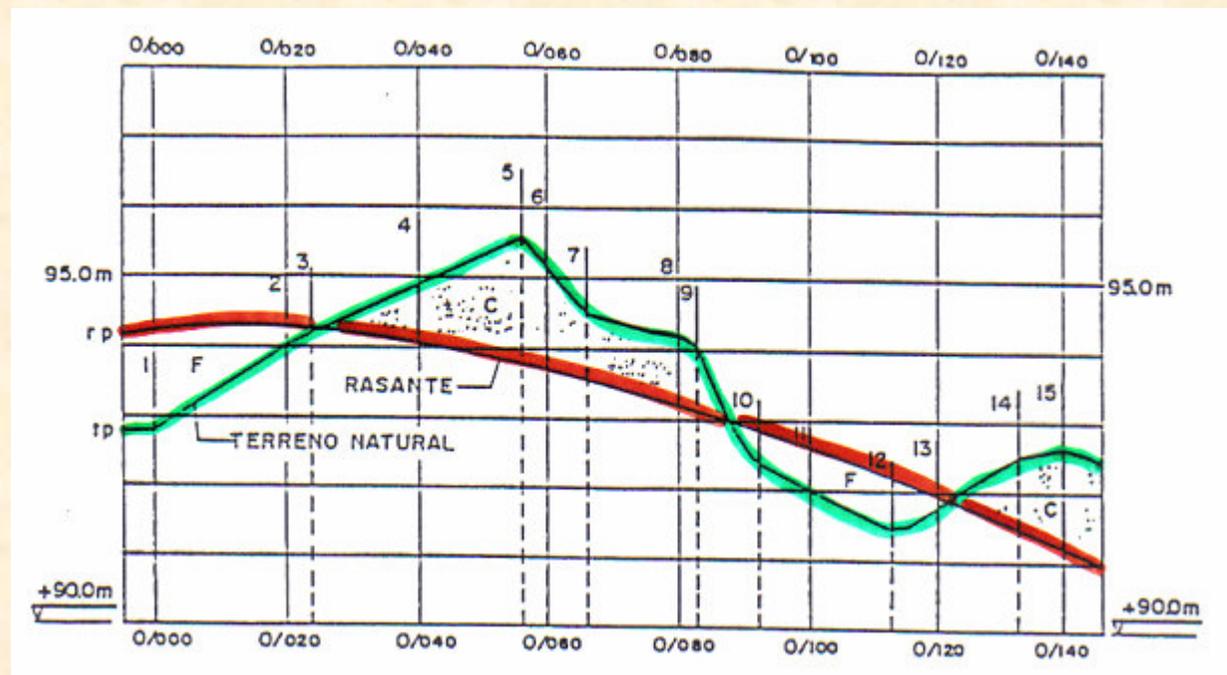


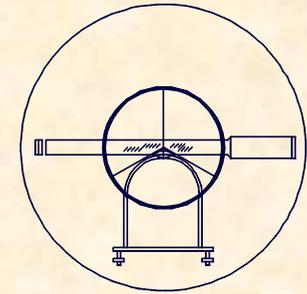


1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS
1.3.- LA MODELIZACIÓN DEL RELIEVE

CARACTERIZACIÓN DE LOS PERFILES LONGITUDINALES

Guitarra
característica
del perfil
longitudinal.

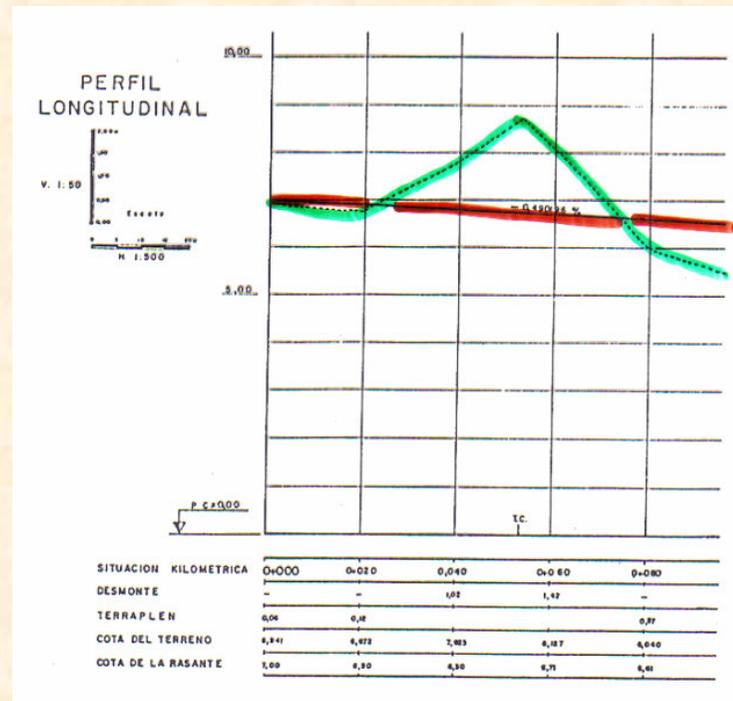




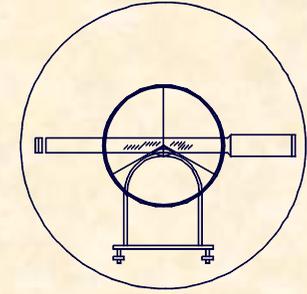
1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS
 1.3.- LA MODELIZACIÓN DEL RELIEVE

CARACTERIZACIÓN DE LOS PERFILES LONGITUDINALES

Guitarra característica del perfil longitudinal

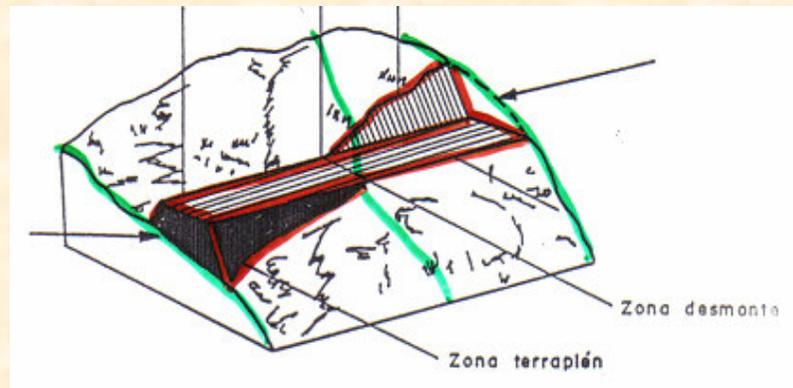


Identificación del perfil
 Distancia al origen
 Distancias parciales
 Cota del terreno
 Cota de la rasante
 Altura de desmonte
 Altura de terraplén

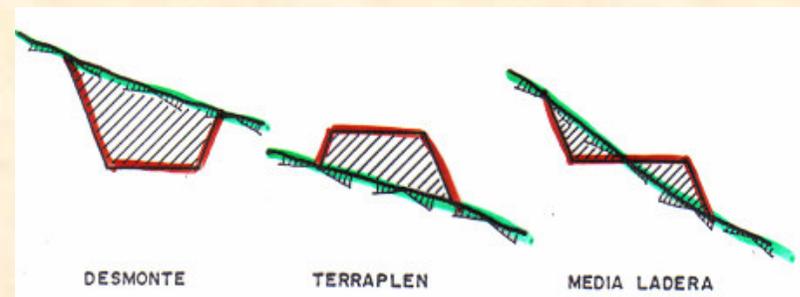


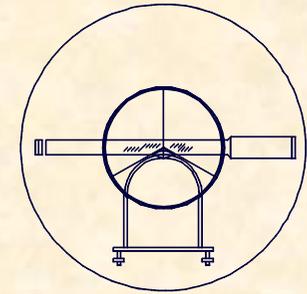
1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS
1.3.- LA MODELIZACIÓN DEL RELIEVE

CARACTERIZACIÓN DE LOS PERFILES TRANSVERSALES



**Definición y
Secciones Tipo**

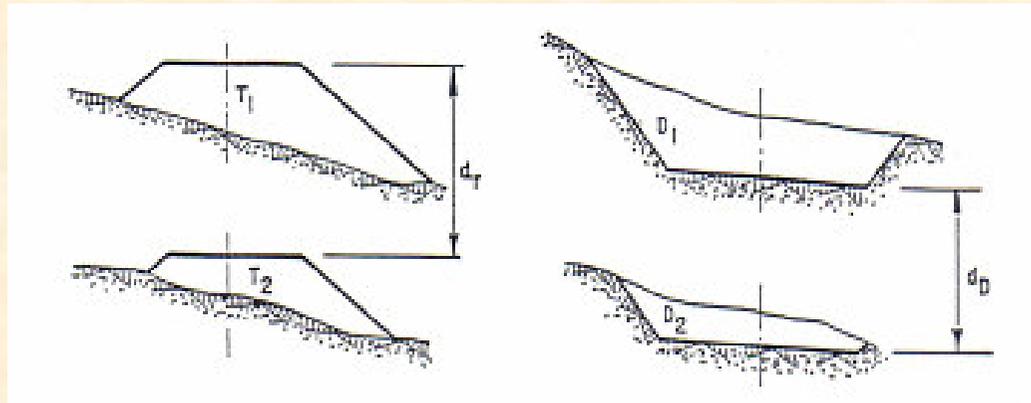




1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS
1.3.- LA MODELIZACIÓN DEL RELIEVE

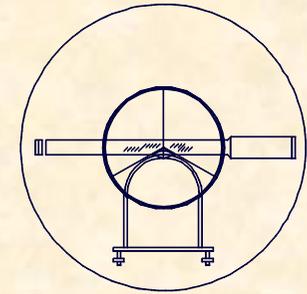
CÁLCULOS VOLUMÉTRICOS

$$V_T = \frac{d_T}{2} (T_1 + T_2)$$



$$V_D = \frac{d_D}{2} (D_1 + D_2)$$

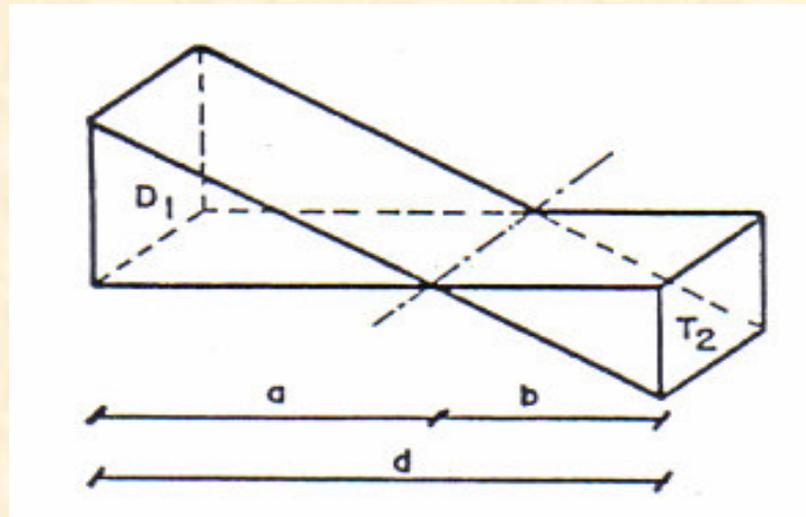
Perfiles consecutivos de igual configuración.



1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS
1.3.- LA MODELIZACIÓN DEL RELIEVE

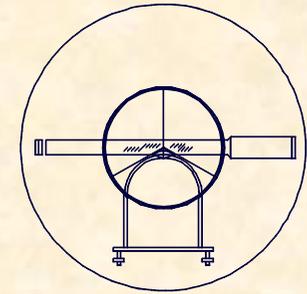
CÁLCULOS VOLUMÉTRICOS

$$V_D = \frac{a}{2} \cdot D_1$$



$$V_T = \frac{b}{2} \cdot T_2$$

Perfiles consecutivos en Desmote y Terraplén.

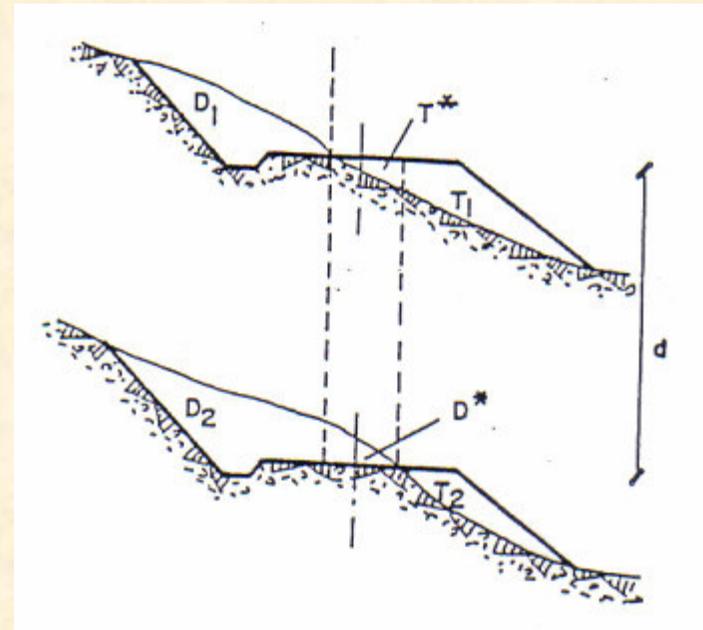


1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS
1.3.- LA MODELIZACIÓN DEL RELIEVE

CÁLCULOS VOLUMÉTRICOS

$$V_D = \frac{d}{2} \cdot (D_1 + D_2) + \frac{d}{2} \cdot \left(\frac{D^{*2}}{D^* + T^*} \right)$$

$$V_T = \frac{d}{2} \cdot (T_1 + T_2) + \frac{d}{2} \cdot \left(\frac{T^{*2}}{D^* + T^*} \right)$$



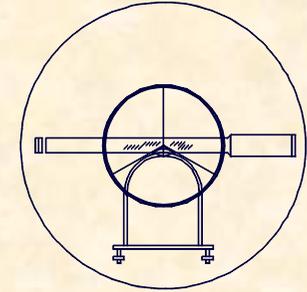
Sucesión de perfiles en media ladera.



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

**INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA**

E. U. INGENIERÍA TÉCNICA MINERA

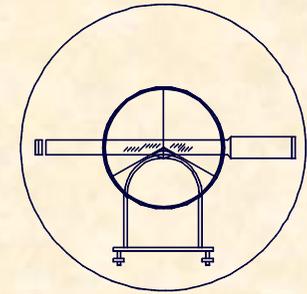


1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS

1.3.- LA MODELIZACIÓN DEL RELIEVE

APLICACIONES CARACTERIZADAS

- A.- Análisis altimétricos**
- B.- Determinación de cuencas de aportación**
- C.- Estudio de zonas vistas y ocultas**
- D.- Caracterización de trazados**
- E.- Cubicación de movimientos de tierras**
- F.- Análisis de pendientes**
- G.- Evaluación de volúmenes por estratos horizontales**
- H.- Volumen de excavación en túneles**



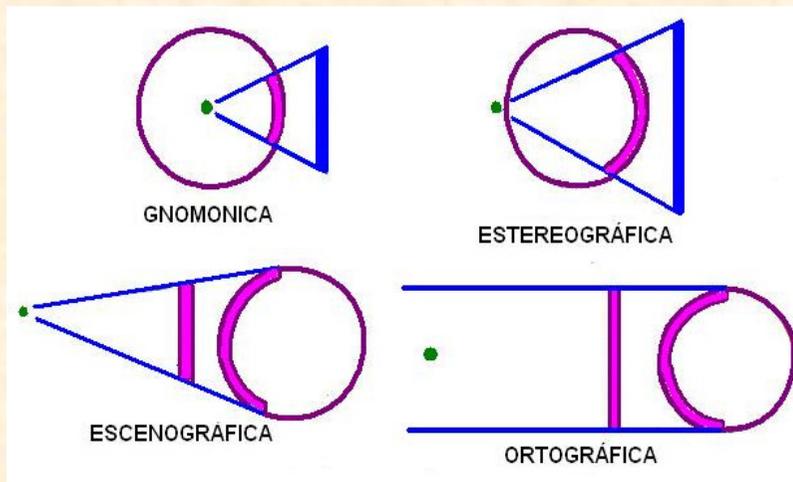
1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS

1.3.- LA MODELIZACIÓN DEL RELIEVE

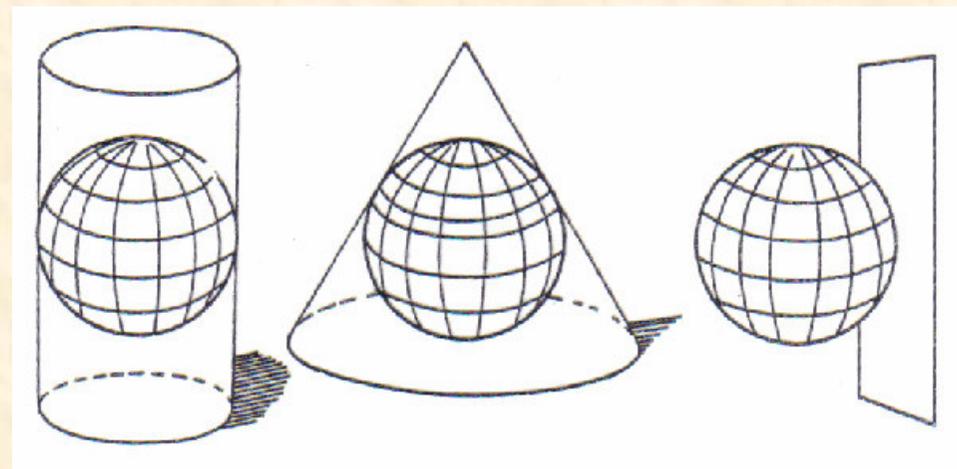
PROBLEMÁTICA DE LA REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA

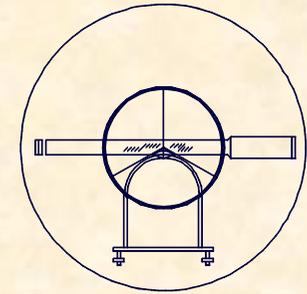
- **FIGURA NO DESARROLLABLE => PROYECCIONES CARTOGRÁFICAS**

A.- PROYECCIONES GEOMÉTRICAS



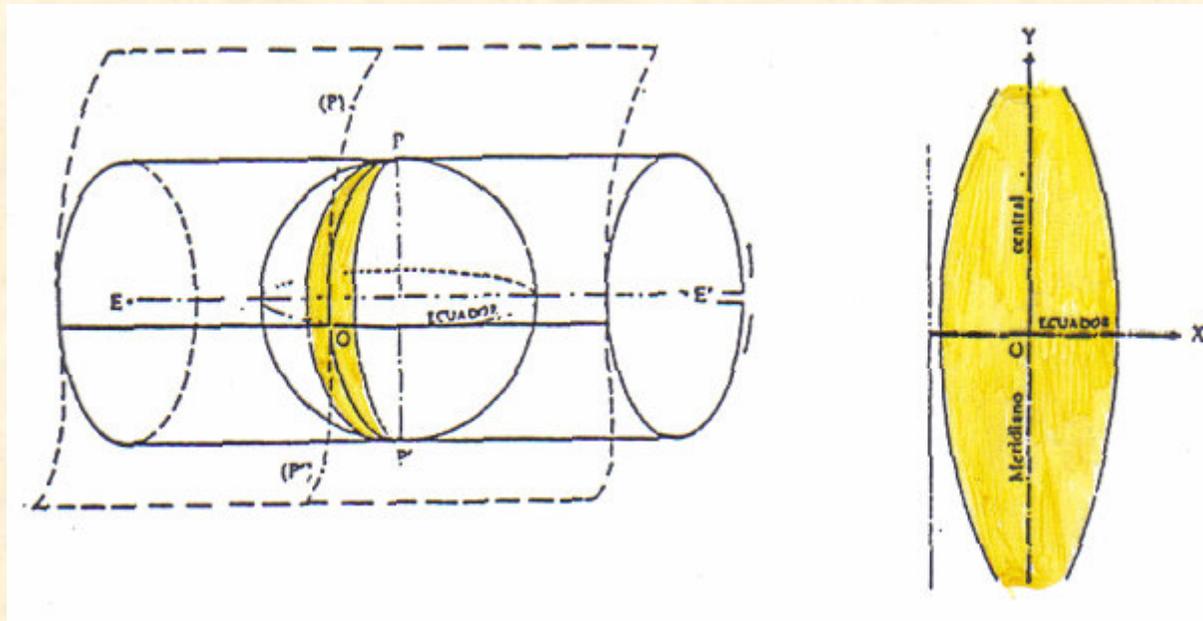
B.-DESARROLLOS CARTOGRÁFICOS





1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS
1.3.- LA MODELIZACIÓN DEL RELIEVE

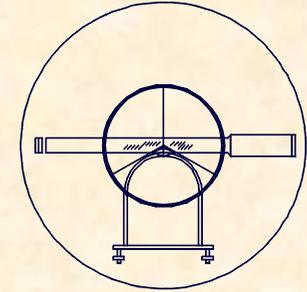
LA PROYECCIÓN UTM



Situación del Cilindro Transverso a la Tierra.



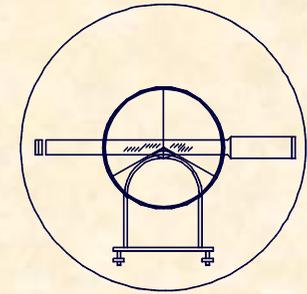
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA
E. U. INGENIERÍA TÉCNICA MINERA



1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS
1.3.- LA MODELIZACIÓN DEL RELIEVE

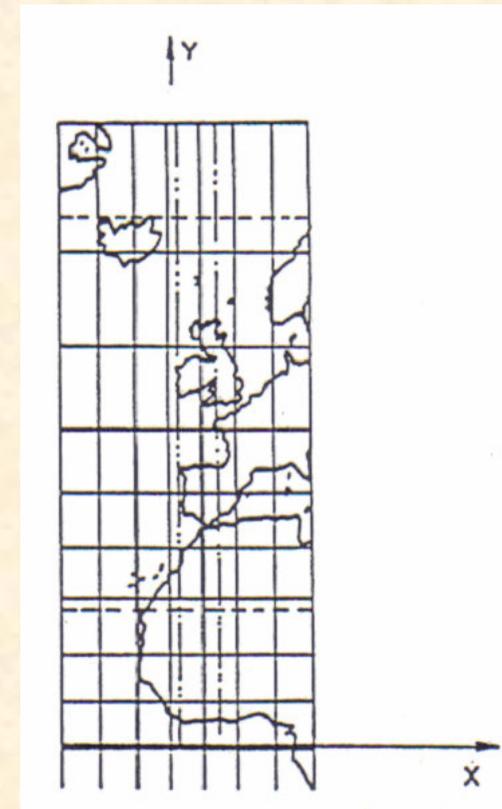
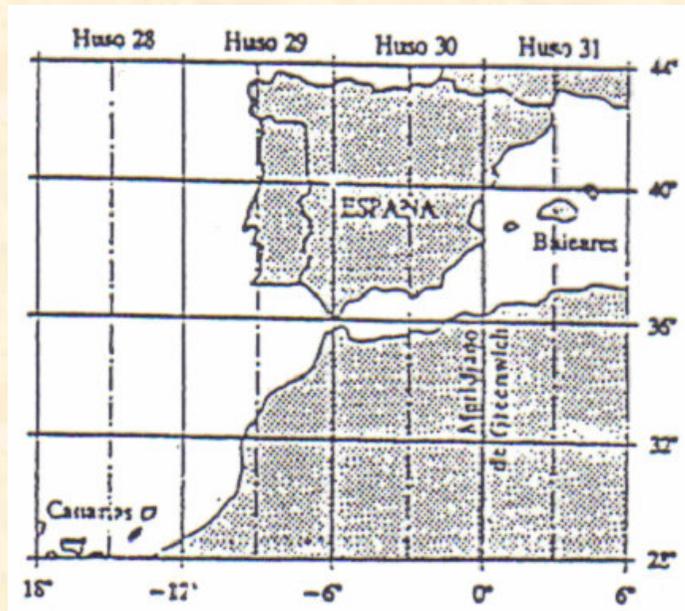
LA PROYECCIÓN UTM

- Proyección conforme.
- Meridiano central del huso, automecoico.
- El Ecuador y el meridiano central de cada uso se representan por líneas rectas.
- El origen de coordenadas es la intersección de Ecuador con el meridiano central del huso.



1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS
1.3.- LA MODELIZACIÓN DEL RELIEVE

LA PROYECCIÓN UTM



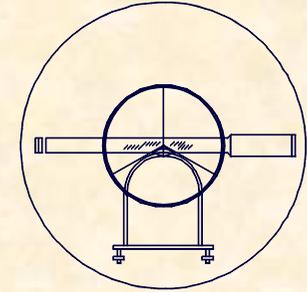
Referenciación de la UTM en España.



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

**INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA**

E. U. INGENIERÍA TÉCNICA MINERA



1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS

1.4.- LECTURA DE MAPAS DE PLANOS

SITUACIÓN CARTOGRÁFICA ACTUAL

INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL

PRINCIPALES MISIONES

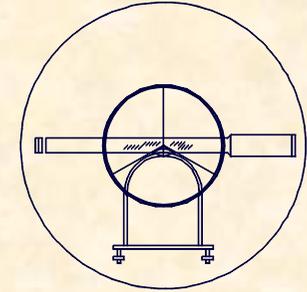
- Proyecto, observación y cálculo de la red geodésica.
- Proyecto observación y cálculo de la red de nivelación.
- Sistemas de información geográfica.
- Imágenes de satélites.
- Ortoimágenes.



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

**INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA**

E. U. INGENIERÍA TÉCNICA MINERA



1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS

1.4.- LECTURA DE MAPAS DE PLANOS

SITUACIÓN CARTOGRÁFICA ACTUAL

INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL

PRINCIPALES PUBLICACIONES

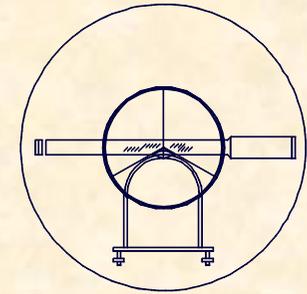
- Mapas Nacionales y Autonómicos.
- Mapa Topográfico Nacional 1/50.000 y 1/25.000
- Ortoimágenes.
- Mapas Temáticos.
- Cartografía Digital.



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA

E. U. INGENIERÍA TÉCNICA MINERA



1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS

1.4.- LECTURA DE MAPAS DE PLANOS

SITUACIÓN CARTOGRÁFICA ACTUAL

SERVICIO GEOGRÁFICO DEL EJÉRCITO

PRINCIPALES MISIONES

- Ejecución de "Cartografía militar", hoy día de libre difusión.

PRINCIPALES PUBLICACIONES

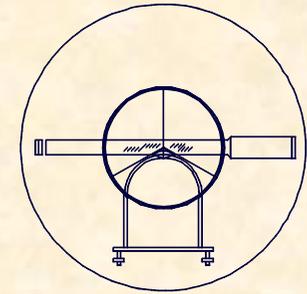
- Mapas Serie 5V, escala 1/25.000
- Mapa Serie L, escala 1/50.000
- Mapa Serie C, escala 1/100.000
- Mapas Serie 2C, escala 1/200.000



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA

E. U. INGENIERÍA TÉCNICA MINERA



1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS

1.4.- LECTURA DE MAPAS DE PLANOS

SITUACIÓN CARTOGRÁFICA ACTUAL

INSTITUTO HIDROGRÁFICO DE LA MARINA

PRINCIPALES MISIONES

- Obtener "Cartas Marinas" con el objetivo de proporcionar información náutica fiable

PRINCIPALES PUBLICACIONES

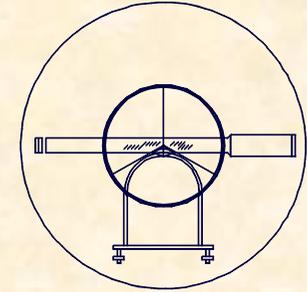
- PORTULANOS, escalas mayores de 1/25.000
- APROCHES, cartas marinas a escala 1/25.000
- CARTAS DE NAVEGACIÓN, escala 1/50.000-1/200.000
- ARRUMBAMIENTOS, escala 1/200.000-1/300.000



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA

E. U. INGENIERÍA TÉCNICA MINERA



1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS

1.4.- LECTURA DE MAPAS DE PLANOS

SITUACIÓN CARTOGRÁFICA ACTUAL

SERVICIO CARTOGRÁFICO Y FOTOGRÁFICO
DEL EJÉRCITO DEL AIRE

PRINCIPALES MISIONES

- Ejecución de planos a escala 1/2.000 de las áreas de influencia de los aeropuertos.
- Ejecución de "Cartas Aéreas", que permitir la navegación aérea.

PRINCIPALES PUBLICACIONES

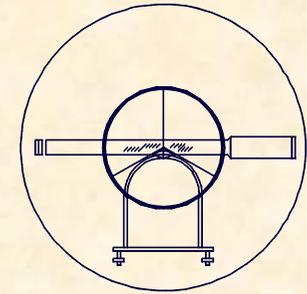
- Mapa aeronáutico de España, escalas 1/1.000.000
- Mapas de Aeropuertos, escalas 1/2.000



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA

E. U. INGENIERÍA TÉCNICA MINERA



1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS

1.4.- LECTURA DE MAPAS DE PLANOS

SITUACIÓN CARTOGRÁFICA ACTUAL

SERVICIOS CARTOGRÁFICOS REGIONALES

PRINCIPALES MISIONES

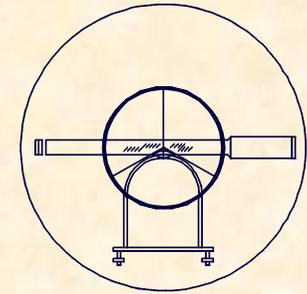
- Obtener "Cartografía Regional" que mejore las escalas del Mapa Topográfico Nacional.

PRINCIPALES PUBLICACIONES

- Mapa Autonómico a escala 1/5.000
- Mapa de Núcleos Urbanos 1/2.000
- Ortofotografías



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA
E. U. INGENIERÍA TÉCNICA MINERA



1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS
1.4.- LECTURA DE MAPAS DE PLANOS

SITUACIÓN CARTOGRÁFICA ACTUAL

CONSULTORES Y OFICINAS DE PROYECTOS

PRINCIPALES MISIONES

- En la redacción de proyectos, se hace necesaria la presencia de planos que permitan realizar las mediciones con suficiente grado de precisión.

PRINCIPALES PUBLICACIONES

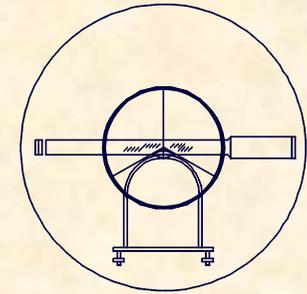
- Planos a escala 1/2.000
- Planos a escala 1/1.000
- Planos a escala 1/500



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA

E. U. INGENIERÍA TÉCNICA MINERA



1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS

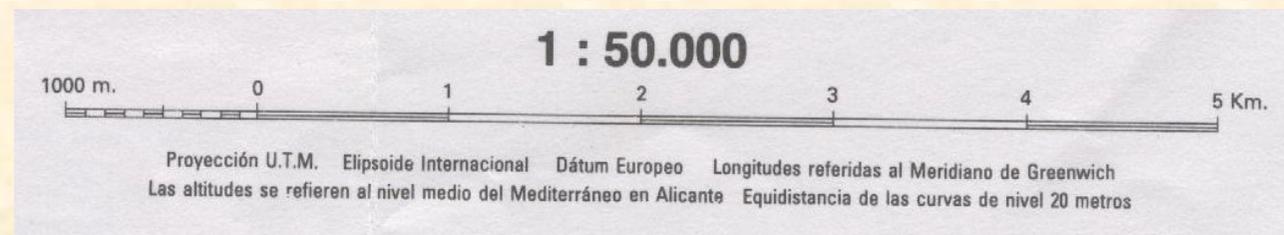
1.4.- LECTURA DE MAPAS DE PLANOS

SISTEMAS DE GEOREFERENCIACIÓN

Es muy usual referir las altitudes al nivel medio del Mar Mediterráneo en Alicante y emplear la Proyección Universal Transversal Mercator (UTM), utilizando el elipsoide de Hayford con Datum en Postdam.

REFERENCIACIÓN

1/50.000

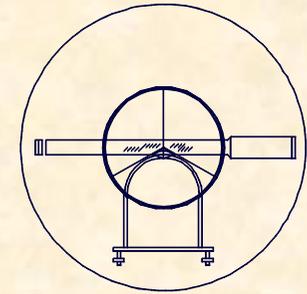




UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA

E. U. INGENIERÍA TÉCNICA MINERA



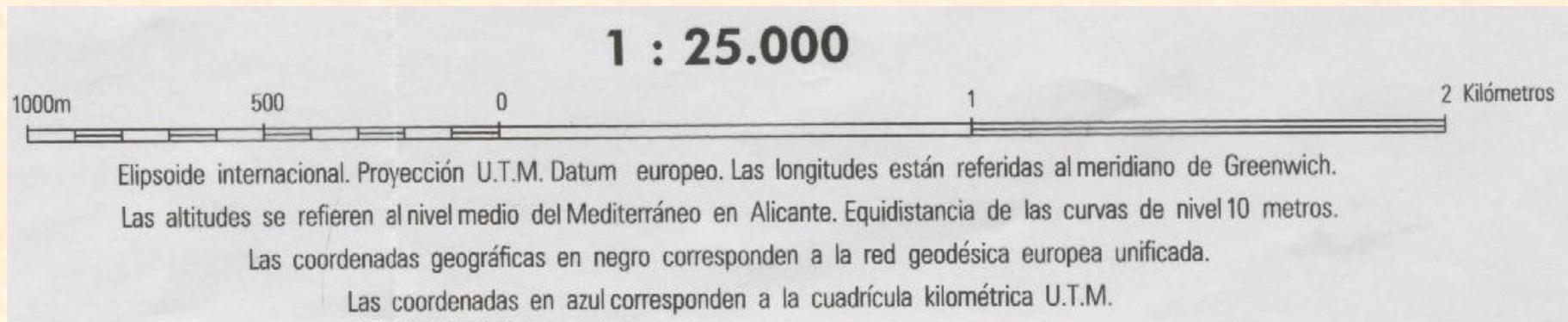
1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS

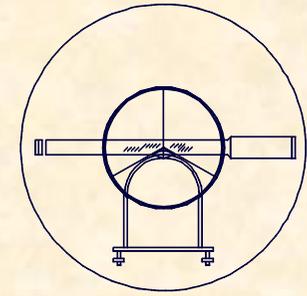
1.4.- LECTURA DE MAPAS DE PLANOS

SISTEMAS DE GEOREFERENCIACIÓN

REFERENCIACIÓN

1/25.000



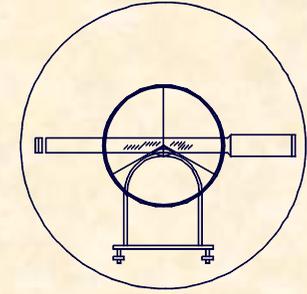


1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS
 1.4.- LECTURA DE MAPAS DE PLANOS

SISTEMAS DE GEOREFERENCIACIÓN

UBICACIÓN DEL
 MTN50 Y MTN25



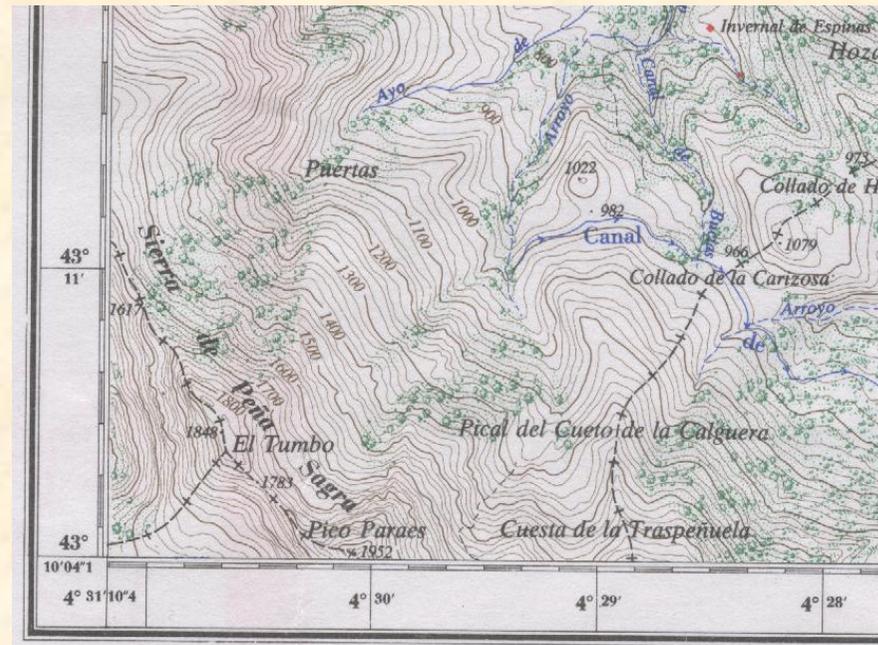


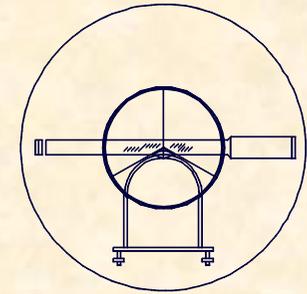
1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS

1.4.- LECTURA DE MAPAS DE PLANOS

SISTEMAS DE GEOREFERENCIACIÓN

COORDENADAS GEODÉSICAS DEL MTN50

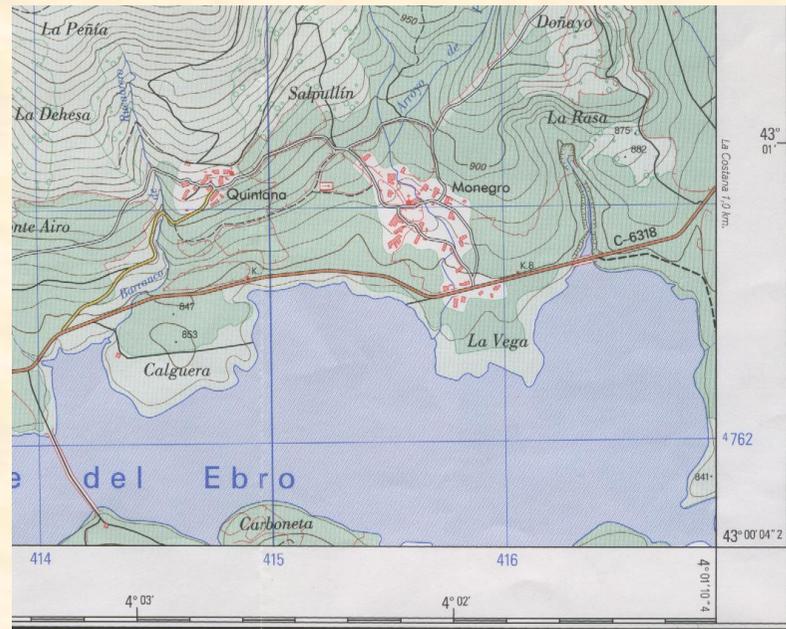




1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS
1.4.- LECTURA DE MAPAS DE PLANOS

SISTEMAS DE GEOREFERENCIACIÓN

COORDENADAS GEODÉSICAS DEL MTN25

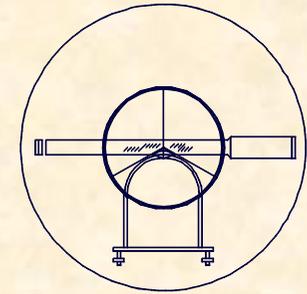




UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA

E. U. INGENIERÍA TÉCNICA MINERA



1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS

1.4.- LECTURA DE MAPAS DE PLANOS

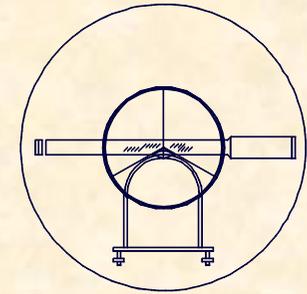
INFORMACIÓN GEOGRÁFICA ADICIONAL

DECLINACIÓN MAGNÉTICA

Informa, para un punto del territorio centrado en la hoja, el valor del ángulo entre el norte geográfico y el norte magnético, en una fecha concreta. También se informa de la variación de la misma.

CONVERGENCIA DE CUADRÍCULA

Ángulo para el centro de la hoja, que forma el eje de coordenadas del sistema referencial adoptado (usualmente la proyección UTM) con la dirección del norte geográfico.



1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS

1.4.- LECTURA DE MAPAS DE PLANOS

INFORMACIÓN GEOGRÁFICA ADICIONAL

DECLINACIÓN

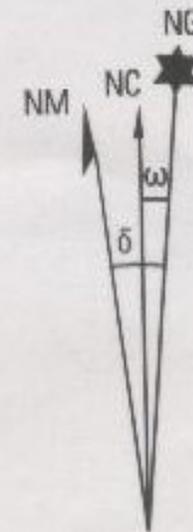
DATOS PARA EL CENTRO DE LA HOJA

Valor medio de la declinación magnética para el

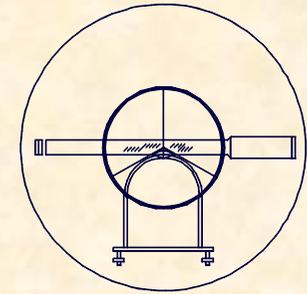
1 de Enero de 1995 $\delta = 4^{\circ} 05'$ Oeste

La declinación disminuye cada año 7,9'

Huso 30. Convergencia de la cuadrícula $\omega = -0^{\circ} 45' 10.14''$

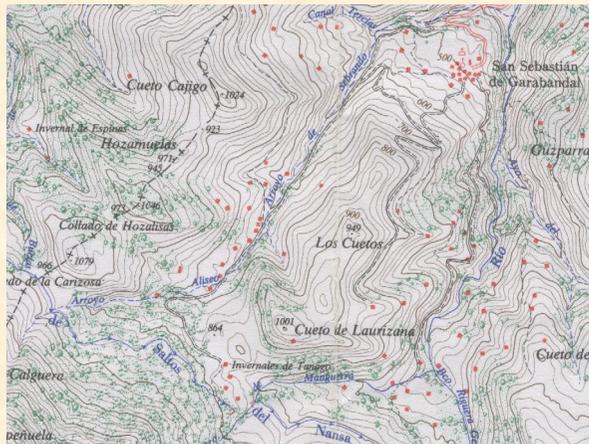


DETALLE DE LA DECLINACIÓN MAGNÉTICA Y CONVERGENCIA DE CUADRÍCULA

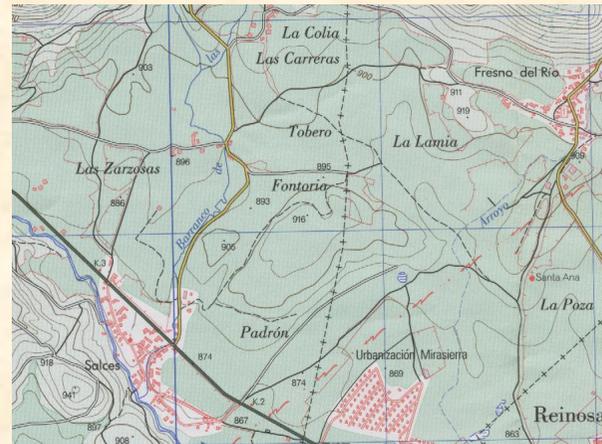


1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS
1.4.- LECTURA DE MAPAS DE PLANOS

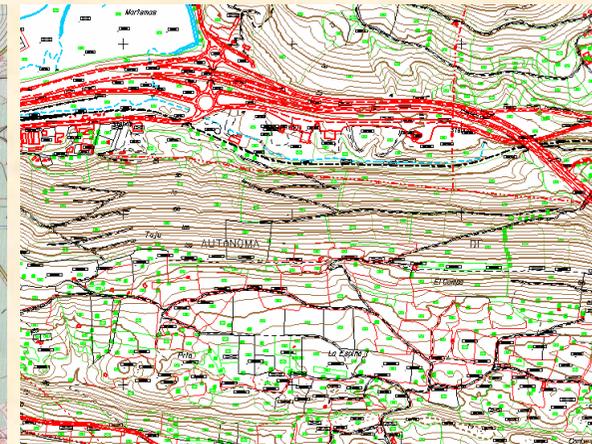
INFLUENCIA DE LA ESCALA EN EL MAPA O PLANO



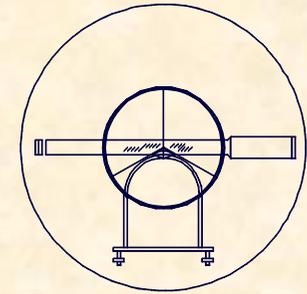
ESCALA 1/50.000



ESCALA 1/25.000

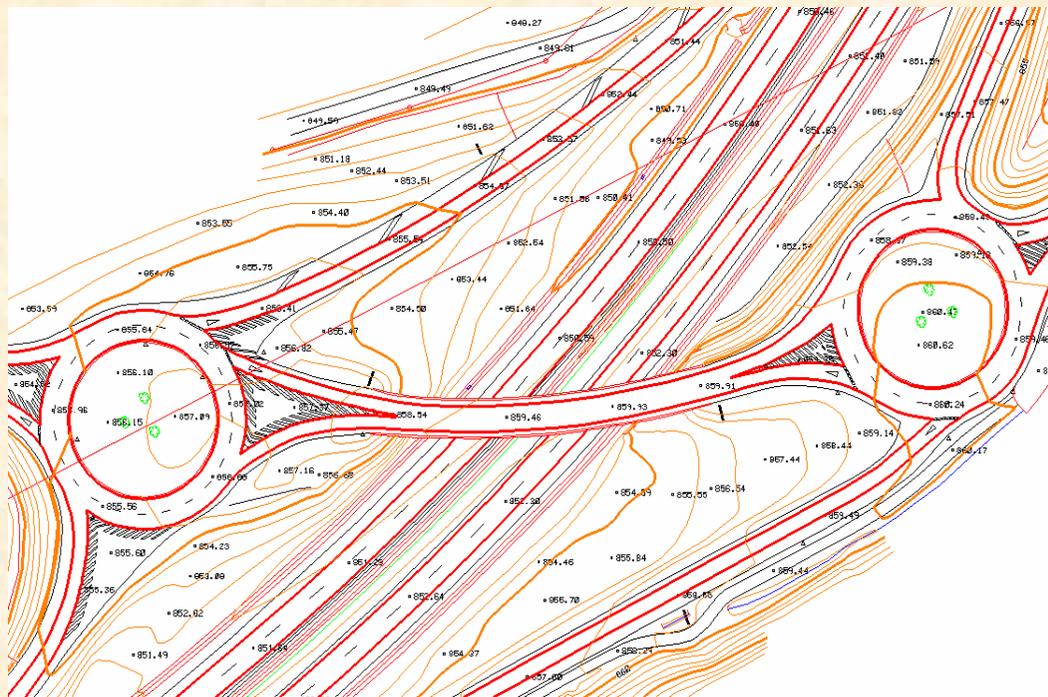


ESCALA 1/5.000

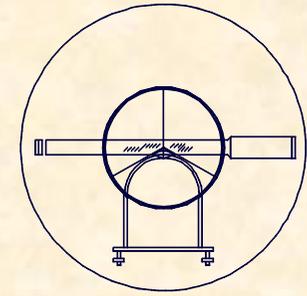


1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS
1.4.- LECTURA DE MAPAS DE PLANOS

INFLUENCIA DE LA ESCALA EN EL MAPA O PLANO

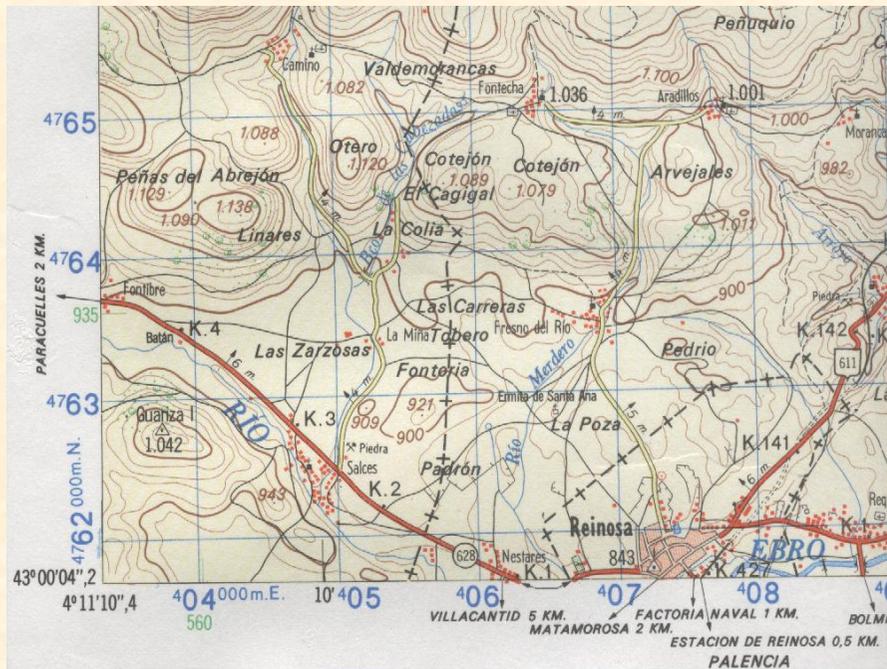


ESCALA 1/2.000

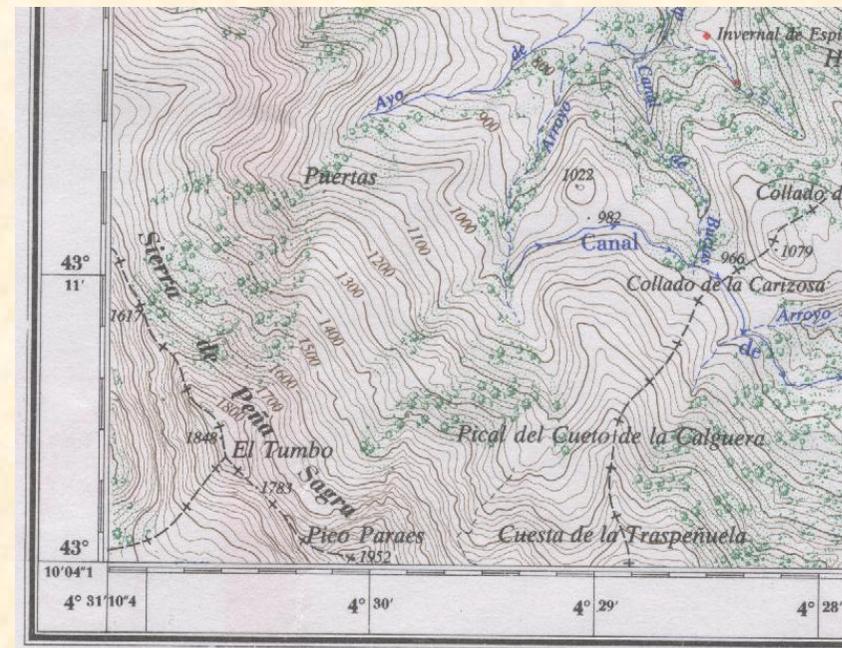


1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS
1.4.- LECTURA DE MAPAS DE PLANOS

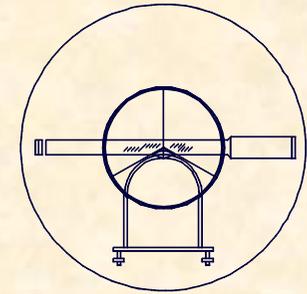
INFLUENCIA DEL OBJETIVO DE EJECUCIÓN



SGE



IGN



1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS
 1.4.- LECTURA DE MAPAS DE PLANOS

LEYENDA Y SIGNOS CONVENCIONALES

SIGNOS CONVENCIONALES

Carreteras	
Autopista, autovía. Nacional	
Comarcal. Local	
Particular, pista. Vía de urbanización	
Ferrocarriles	
Vía ancho normal: doble, sencilla	
Vía estrecha: doble, sencilla	
Electrificados	
Estación. Túnel. Kilómetro	
Paso a nivel. Superior. Inferior	
Caminos	
Camino carretero. Senda	
Vía pecuaria. Calzada romana	
Divisiones administrativas	
Nación, Comunidad autónoma	
Provincia. Municipio	

Hidrografía	
Río: permanente, intermitente	
Canal. Acequia	
Conducción subterránea. Curva batimétrica	
Altimetría	
Curvas de nivel. Auxiliar. Depresión	
Desmonte. Terraplén	
Signos especiales	
Vertices geodésicos: 1.º, 2.º y 3.º orden	
Cantera. Mina. Cueva	
Repetidor de telecomunicaciones. Torre de vigía	
Cementerios	
Iglesia. Ermita. Cruz aislada	
Molino: de viento, de agua	
Central eléctrica. Torre. Faro	
Castillo. Estanque, alberca o depósito	
Pozo. Fuente. Manantial	
Línea eléctrica. Muro o tapia	
Conducciones de combustible. Teleférico	

ESCALA 1/25.000

SIGNOS CONVENCIONALES

Límites de divisiones administrativas	
Nación. Autonomía.	
Provincia. Municipio.	
Vías fluviales	
Ríos: permanente, intermitente.	
Canales > 3m. Canales < 3m.	
Acequias. Curva batimétrica maestra.	
Rambals. Conducción subterránea	
Signos especiales	
Vertices geodésicos de 1.º orden y ROI	
Cantera. Mina. Mina a cielo abierto.	
Torre de observación. Cueva. Repetidor.	
Cruz aislada. Cementerios.	
Edificio religioso: cristiano, musulmán, otros.	

Carreteras	
Autopista. Autovía.	
Nacional (R.I.G.E.). Autónoma de 1.º orden.	
Autonómica de 2.º orden. Autónoma de 3.º orden.	
En construcción. Pistas y viales de urbanización.	
Caminos. Sendas.	
Vía pecuaria. Estación de Servicio.	
Ferrocarriles	
Vía ancho normal: doble, sencilla.	
Vía estrecha: doble, sencilla.	
Electrificado. En construcción.	
Abandonado. Teleférico.	
Estación. Túnel. Kilómetro.	
Paso a nivel, superior, inferior.	

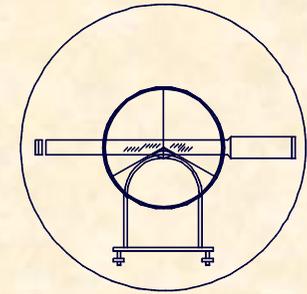
ESCALA 1/50.000



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA

E. U. INGENIERÍA TÉCNICA MINERA



1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS

1.4.- LECTURA DE MAPAS DE PLANOS

DIVISIONES ADMINISTRATIVAS

MADR	Capitales de provincia con más de 1.000.000 habitantes.
VALEN	Capitales de 200.000 a 1.000.000 habitantes.
TERUEL	Capitales con menos de 200.000 habitantes.
Cartagena	Otras poblaciones con más de 25.000 habitantes.
Tarancón	Poblaciones de 5.000 a 25.000 habitantes.
Ateca	Poblaciones de 2.000. a 5.000 habitantes
Bujaraloz	Poblaciones de 500 a 2.000 habitantes.
Malanquilla	Poblados de 20 a 500 habitantes.
Casa del Alto	Poblados con menos de 20 habitantes.

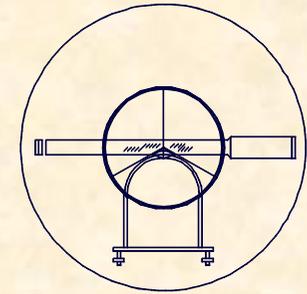




UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA

E. U. INGENIERÍA TÉCNICA MINERA



1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS

1.4.- LECTURA DE MAPAS DE PLANOS

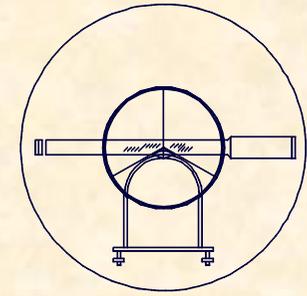
HIDROGRAFÍA MARINA Y EXTERNA

• STRAND:

- Zona del litoral que es batida por la marea. Depende de la pendiente del litoral y de la magnitud de la marea de la zona.

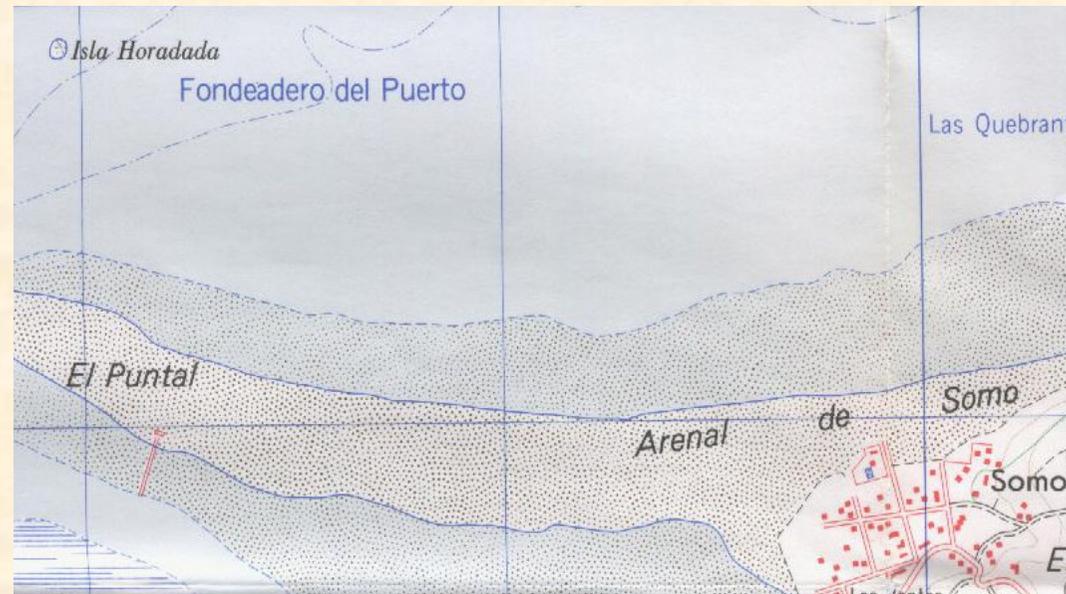
• LÍNEA MARÍTIMO-TERRESTRE:

- Línea de separación de zona marítimo-terrestre, línea posicionada físicamente en el terreno, tiene vigencia administrativa, aunque no tenga ninguna propiedad ni altimétrica ni planimétrica.

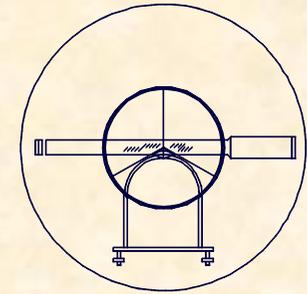


1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS
1.4.- LECTURA DE MAPAS DE PLANOS

HIDROGRAFÍA MARINA Y EXTERNA



**ZONAS DE MARISMA
Y PLAYA EN MTN25**



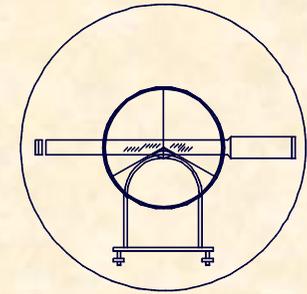
1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS

1.4.- LECTURA DE MAPAS DE PLANOS

HIDROGRAFÍA MARINA Y EXTERNA

Vías fluviales		
Ríos: perenne, intermitente		
Canales importantes		
Acequias: distribución, riego, drenaje		
Acueducto. Conducción subterránea		
Cauces secos o aluviones		

SÍMBOLOS USUALES EN HIDROGRAFÍA



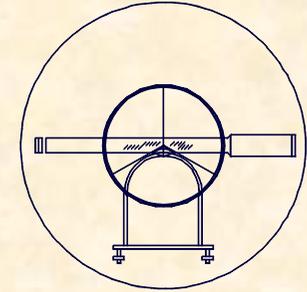
1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS
 1.4.- LECTURA DE MAPAS DE PLANOS

VEGETACIÓN Y USOS DEL SUELO





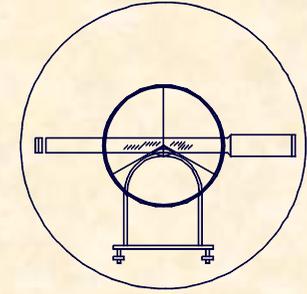
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA
E. U. INGENIERÍA TÉCNICA MINERA



1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS
1.4.- LECTURA DE MAPAS DE PLANOS

VEGETACIÓN Y USOS DEL SUELO

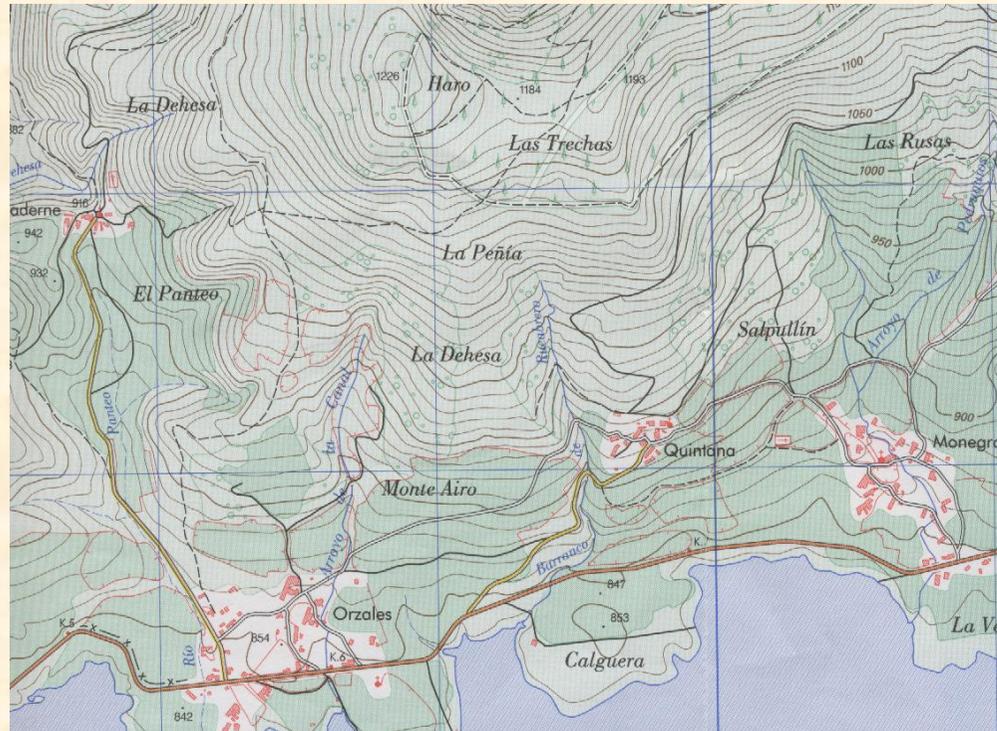
- **PROBLEMÁTICA EN SU REPRESENTACIÓN:**
 - Identificar el cultivo representativo de un lugar.
 - Usos susceptibles de cambios a corto plazo.
 - Confusión en la lectura dada la gran variedad de especies.

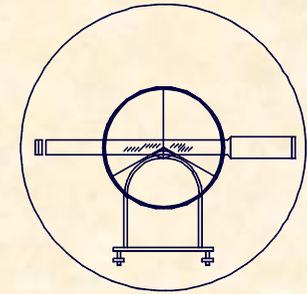


1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS
1.4.- LECTURA DE MAPAS DE PLANOS

VEGETACIÓN Y USOS DEL SUELO

**USOS DEL SUELO
Y CULTIVOS EN
EL MTN25**



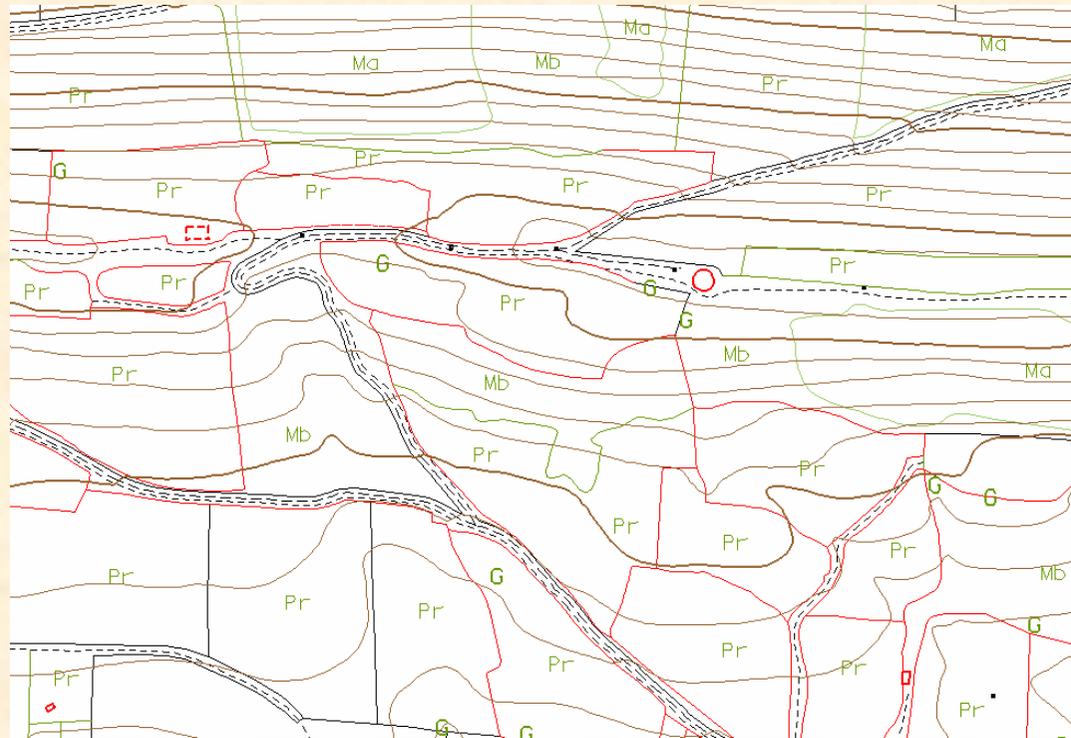


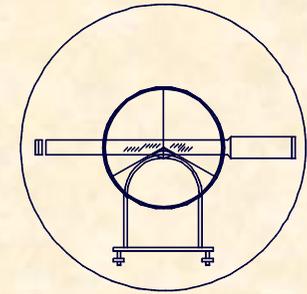
1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS

1.4.- LECTURA DE MAPAS DE PLANOS

VEGETACIÓN Y USOS DEL SUELO

**CULTIVOS
EN 1/5.000**





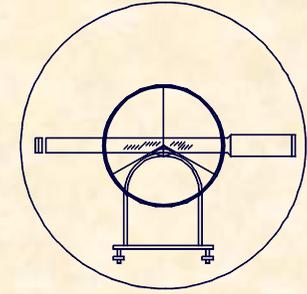
1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS

1.4.- LECTURA DE MAPAS DE PLANOS

INFORMACIÓN ADICIONAL

- Vértices geodésicos
- Canteras y minas
- Iglesias, ermitas, cementerios
- Molinos
- Torres, castillos y faros
- Centrales eléctricas
- Líneas eléctricas

Signos especiales			
Vértices geodésicos: 1º, 2º y 3º orden			
Cantera. Mina. A cielo abierto			
Torre de observación. Cueva. Repetidor TV.			
Cementerios			
Iglesia. Ermita. Cruz aislada			
Molino: de viento, de agua			
Castillo. Torre. Faro			
Edificio aislado. Corral. Ruinas			
Central eléctrica: hidráulica, térmica, nuclear			
Depósito: elevado, a nivel del suelo, subterráneo			
Pozo. Fuente. Manantial. Abrevadero			
Oleoducto. Teleférico			
Línea eléctrica. Alambreada			
Muro. Muro de contención (dique)			
Desmante. Terraplén			
Curva altimétrica, intercalada, hoyo			
Curva batimétrica. Salinas			



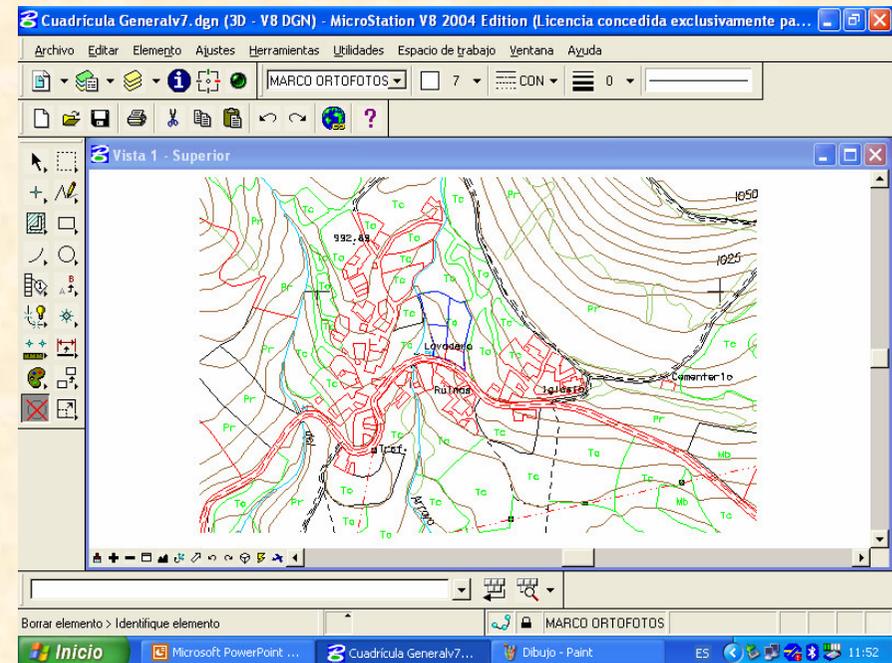
1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS

1.4.- LECTURA DE MAPAS DE PLANOS

BASES CARTOGRÁFICAS NUMÉRICAS

DEFINICIÓN:

Representación analítica de las características del terreno, mediante sistema Coordenadas y Atributos, almacenadas en un soporte para su posterior procesado, edición y explotación, consiguiendo la automatización del proceso.

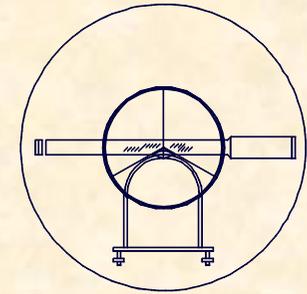




UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA

E. U. INGENIERÍA TÉCNICA MINERA



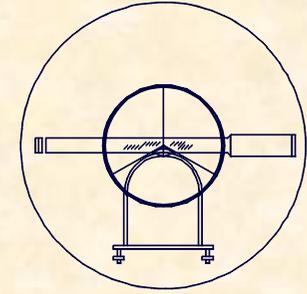
1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS

1.4.- LECTURA DE MAPAS DE PLANOS

BASES CARTOGRÁFICAS NUMÉRICAS

• VENTAJAS:

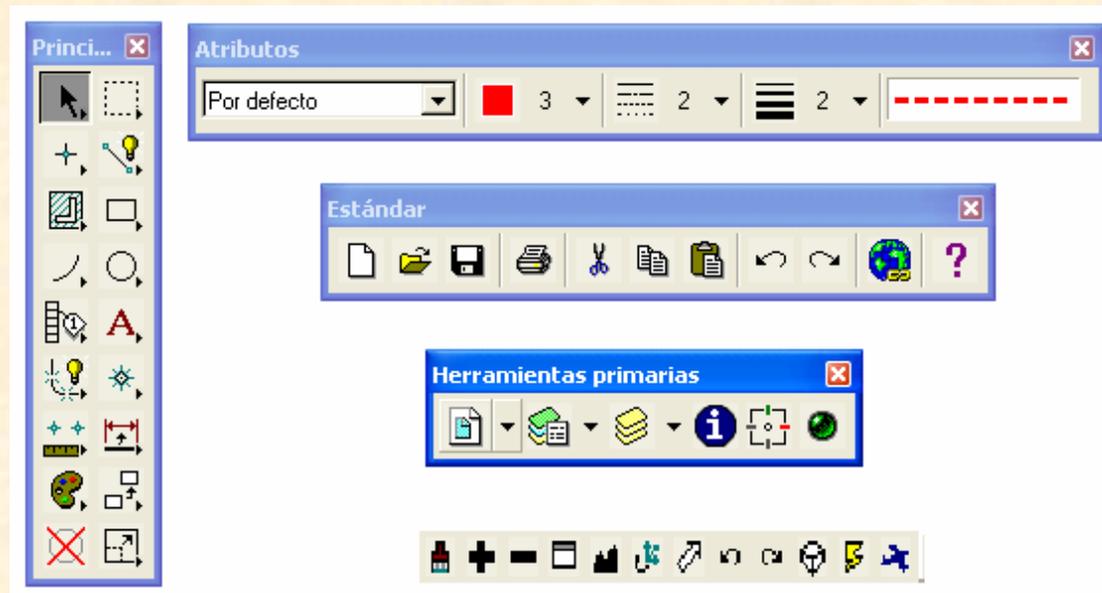
- Soporte de la información estable.
- Almacenamiento fácil, poco voluminoso, y mantiene la precisión geométrica.
- Puesta al día fácil y rápida.
- Posibilidad del cambio de los sistemas de referencia y de escala, posibilidad de realizar selecciones selectivas.
- Posibilidad de integrar la información en SIG.
- Eliminar partes tediosas como el dibujo de cajetines, simbología, rotulación, etc.

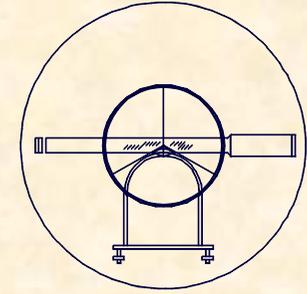


1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS
1.4.- LECTURA DE MAPAS DE PLANOS

BASES CARTOGRÁFICAS NUMÉRICAS

HERRAMIENTAS BÁSICAS

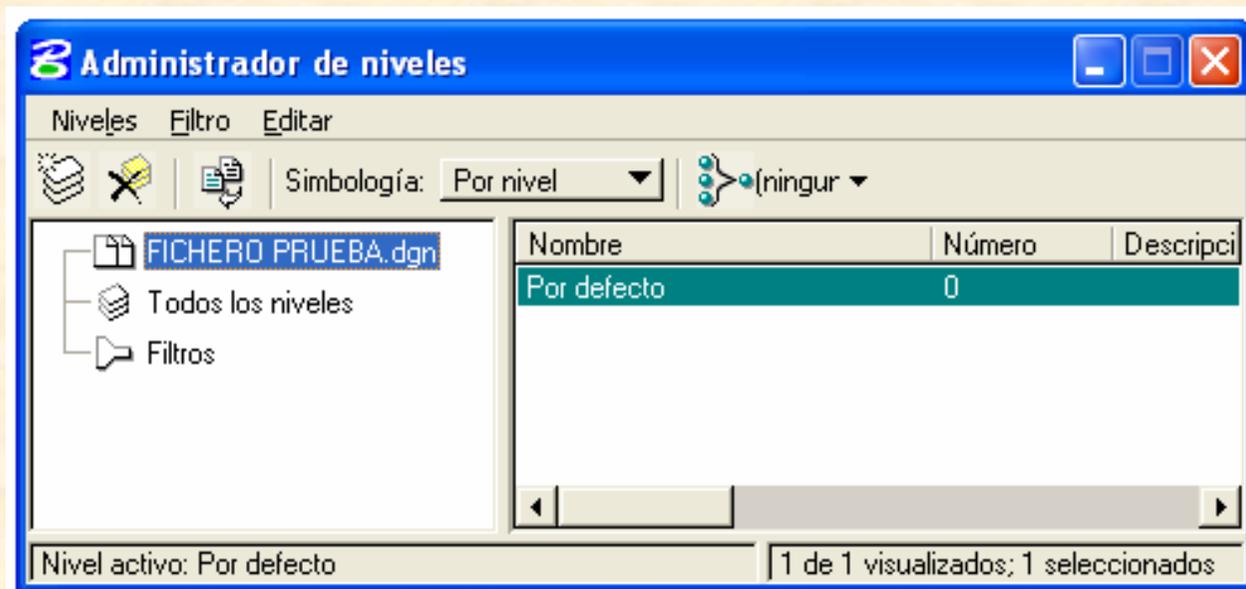


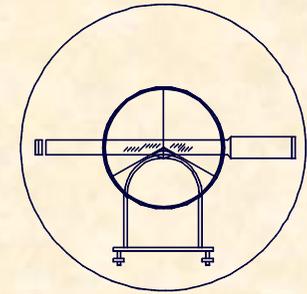


1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS
1.4.- LECTURA DE MAPAS DE PLANOS

BASES CARTOGRÁFICAS NUMÉRICAS

HERRAMIENTAS BÁSICAS

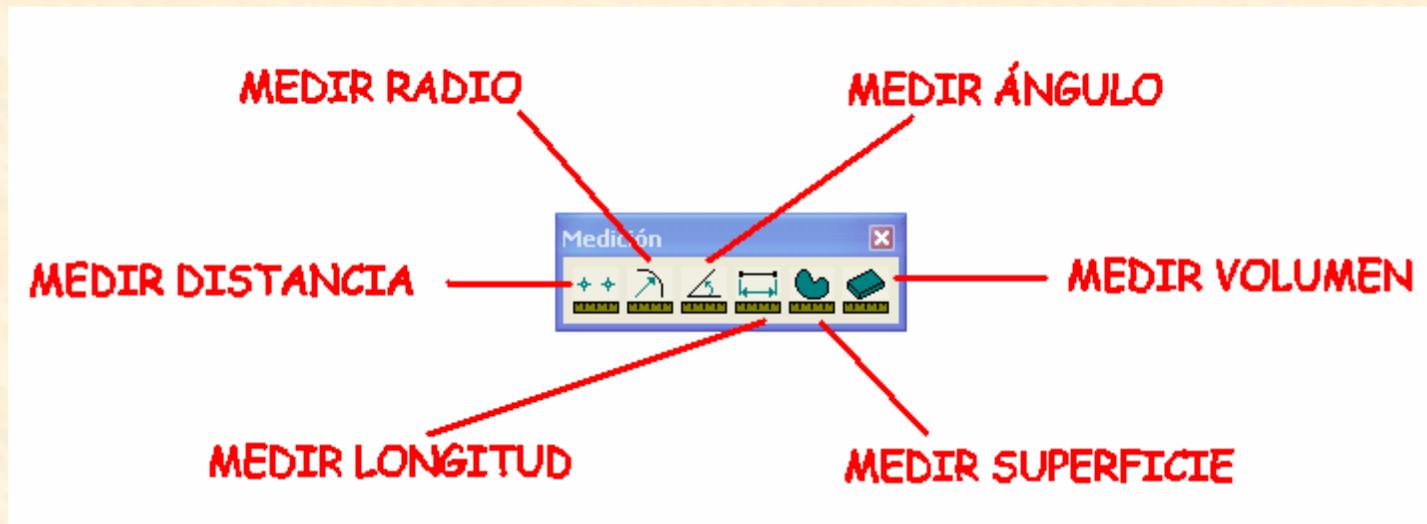


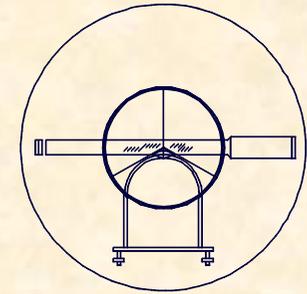


1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS
1.4.- LECTURA DE MAPAS DE PLANOS

BASES CARTOGRÁFICAS NUMÉRICAS

HERRAMIENTAS DE MEDIDA



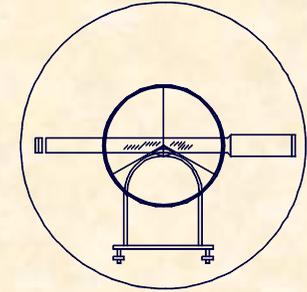


1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS
1.4.- LECTURA DE MAPAS DE PLANOS

BASES CARTOGRÁFICAS NUMÉRICAS

HERRAMIENTAS DE DIGITALIZACIÓN

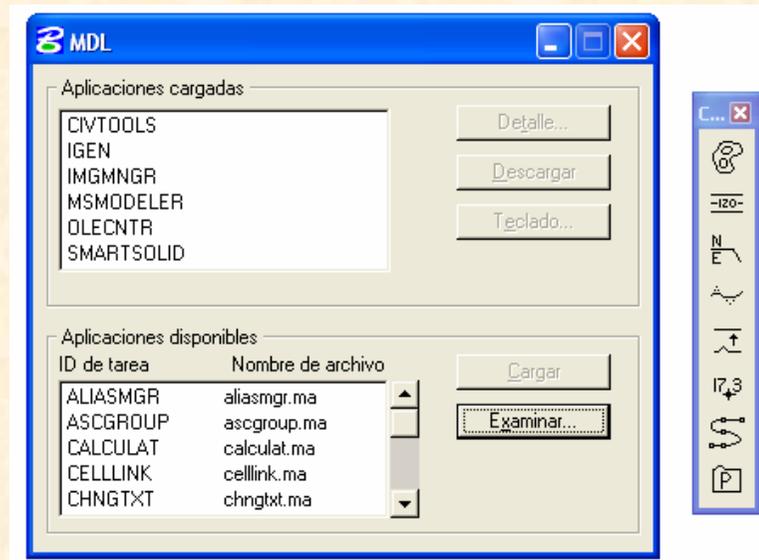


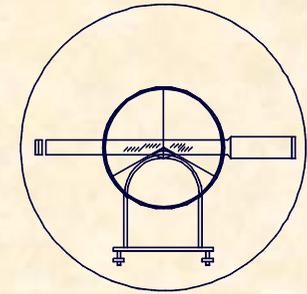


1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS
1.4.- LECTURA DE MAPAS DE PLANOS

BASES CARTOGRÁFICAS NUMÉRICAS

HERRAMIENTAS DE MODELIZACIÓN

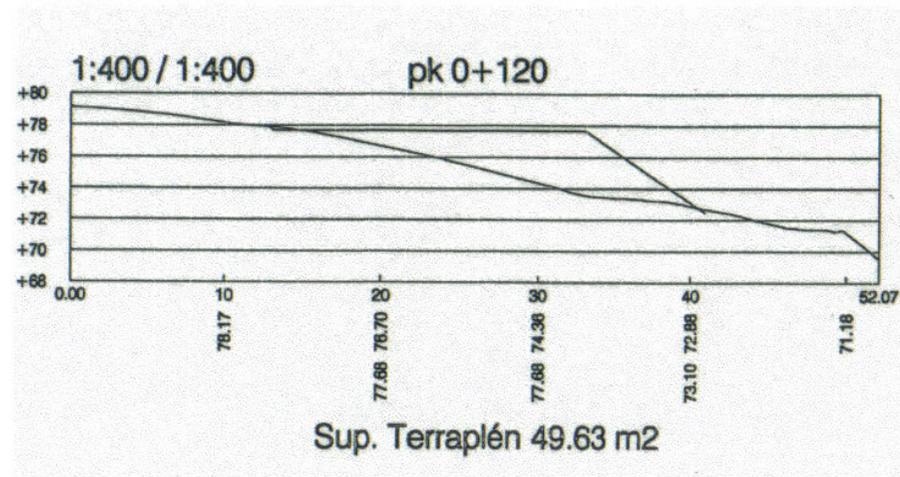
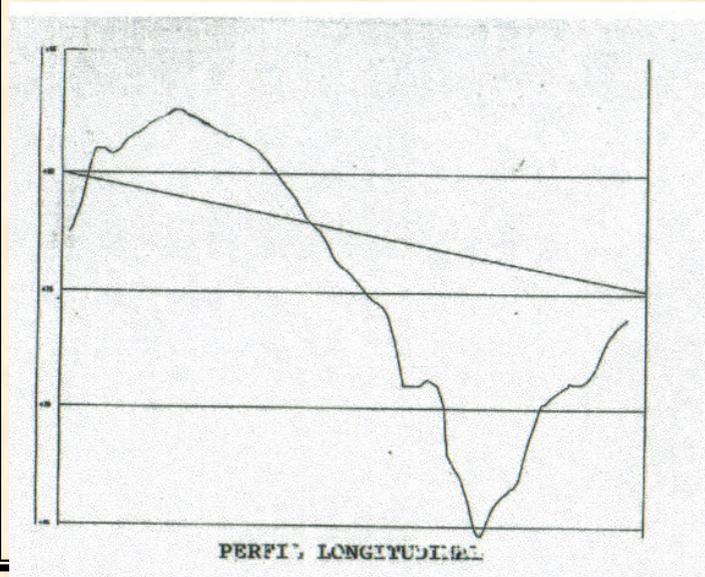


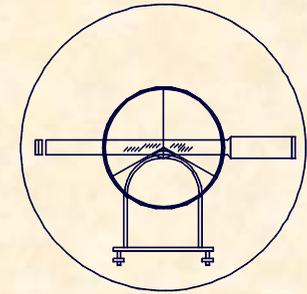


1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS
1.4.- LECTURA DE MAPAS DE PLANOS

BASES CARTOGRÁFICAS NUMÉRICAS

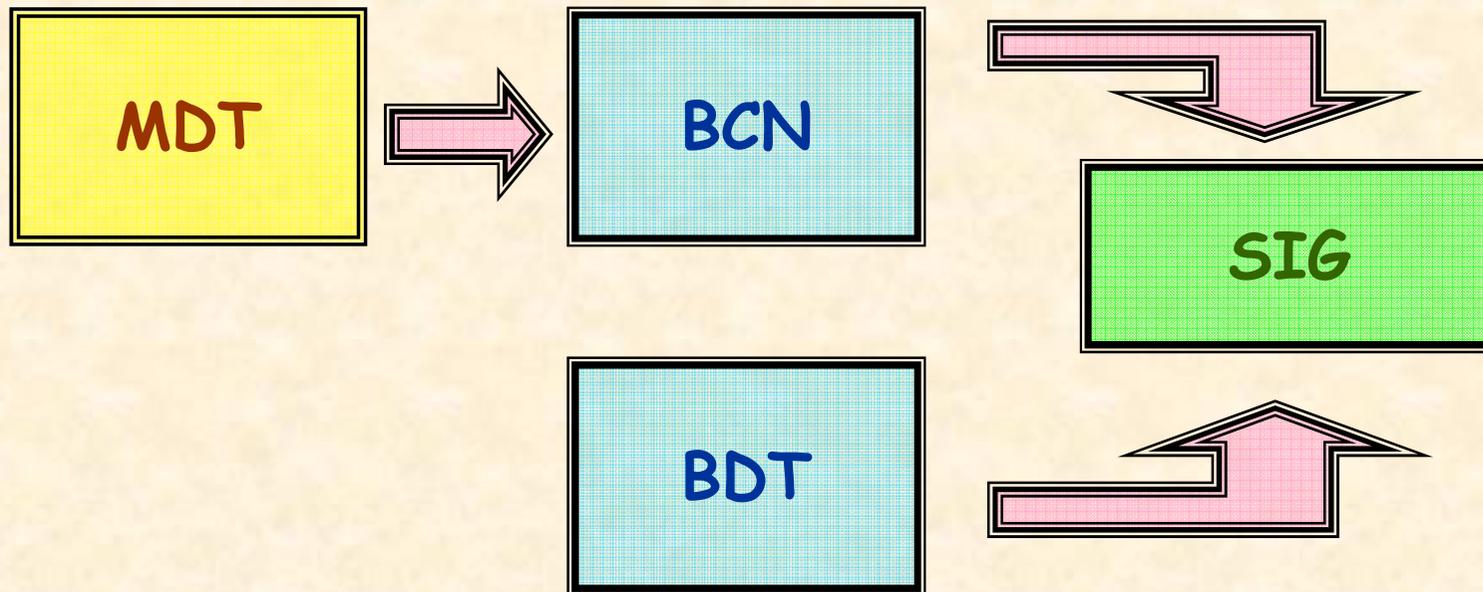
RESULTADOS



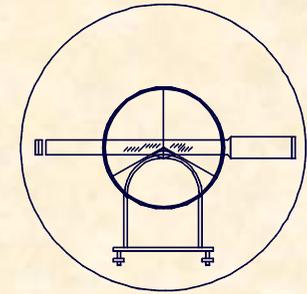


1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS
1.4.- LECTURA DE MAPAS DE PLANOS

BASES CARTOGRÁFICAS NUMÉRICAS



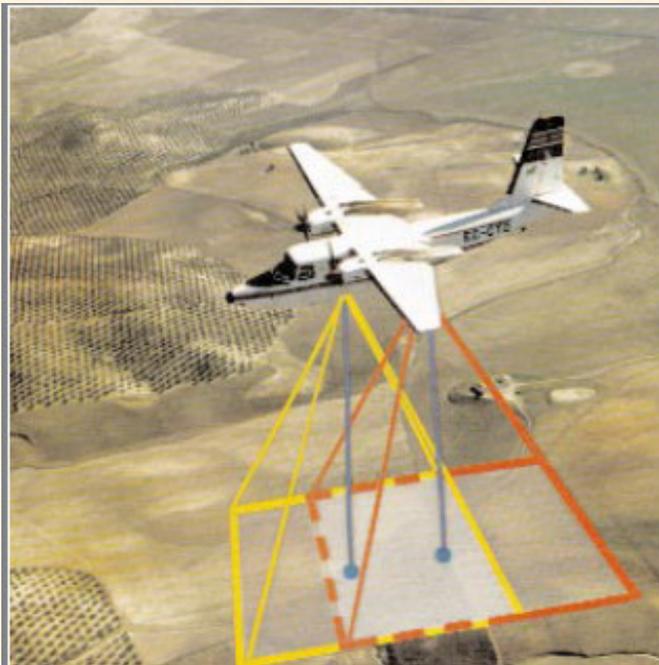
IMPORTANCIA DE LAS BCN

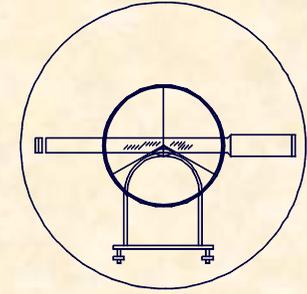


1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS

1.5.- ASPECTOS GEOMÉTRICOS E INTERPRETACIÓN DE FOTOS AÉREAS

INTRODUCCIÓN

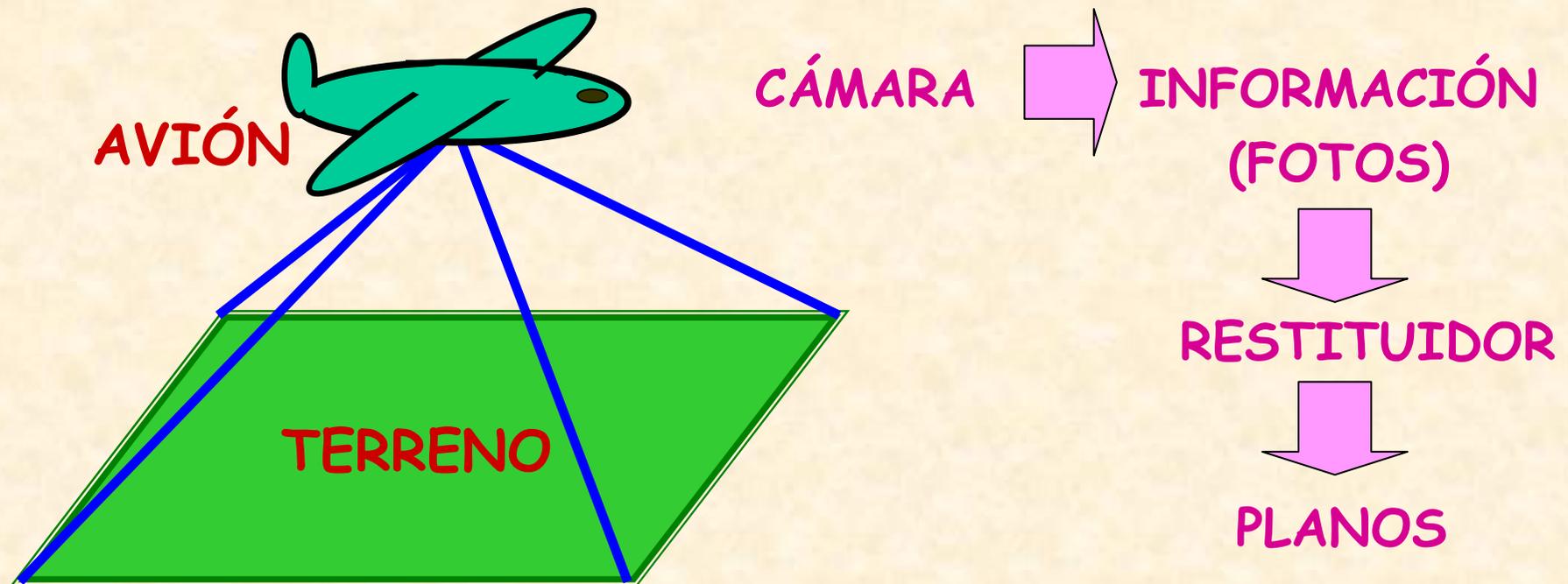




1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS

1.5.- ASPECTOS GEOMÉTRICOS E INTERPRETACIÓN DE FOTOS AÉREAS

INTRODUCCIÓN

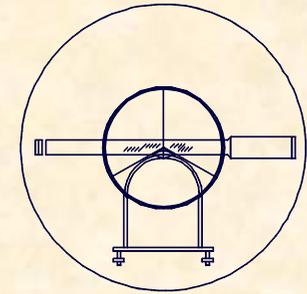




UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA

E. U. INGENIERÍA TÉCNICA MINERA



1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS

1.5.- ASPECTOS GEOMÉTRICOS E INTERPRETACIÓN DE FOTOS AÉREAS

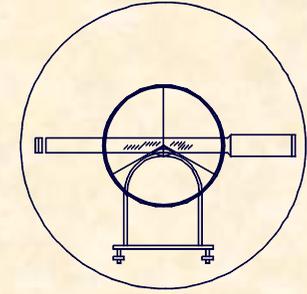
DIFERENCIAS ENTRE FOTO Y MAPA

A.- DIFERENCIAS DE CONTENIDO

- La cantidad de información en una fotografía es infinita y en un mapa es limitada.
- En la fotografía la información no está jerarquizada y en el mapa sí.

B.- DIFERENCIAS CUANTITATIVAS

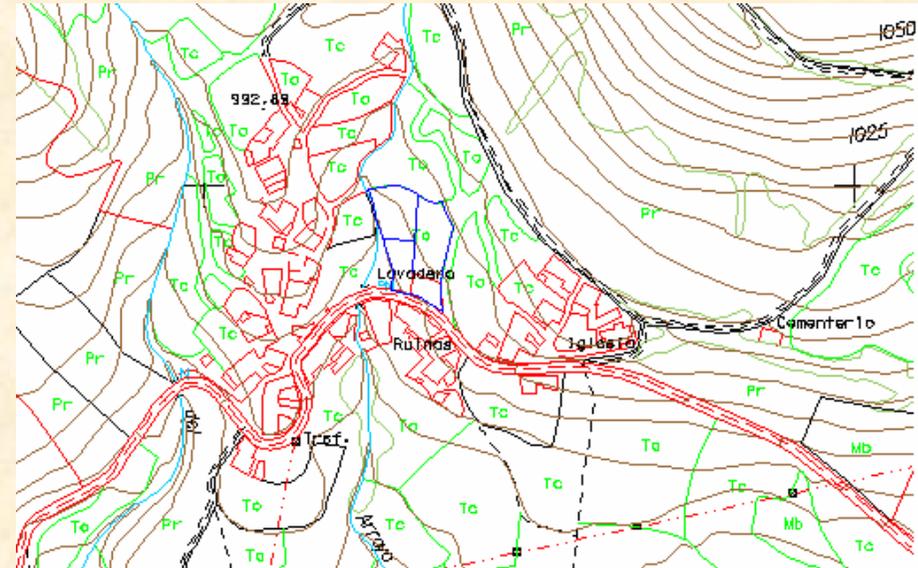
- El mapa es una proyección plana y la foto es una perspectiva.
- La foto no tiene escala uniforme.
- La foto no tiene información altimétrica fiable.

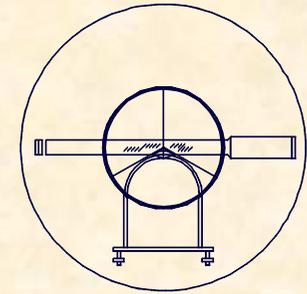


1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS

1.5.- ASPECTOS GEOMÉTRICOS E INTERPRETACIÓN DE FOTOS AÉREAS

DIFERENCIAS ENTRE FOTO Y MAPA

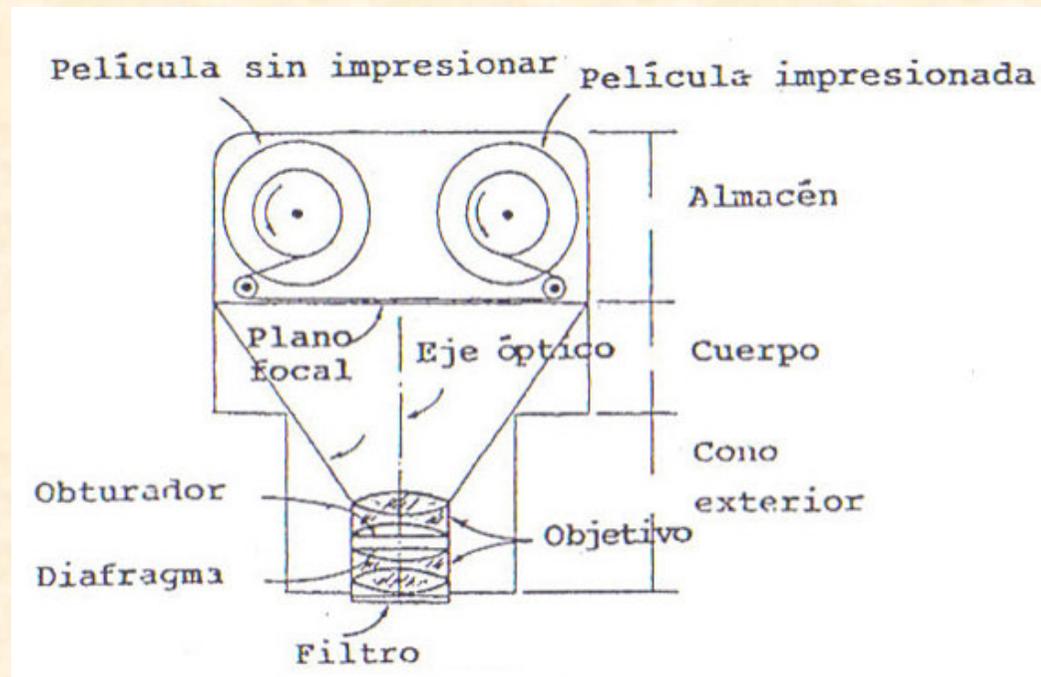




1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS

1.5.- ASPECTOS GEOMÉTRICOS E INTERPRETACIÓN DE FOTOS AÉREAS

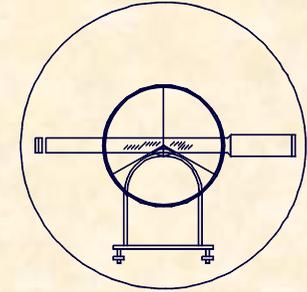
LA CÁMARA MÉTRICA



1.- CONO EXTERIOR

2.- CUERPO

3.- ALMACÉN



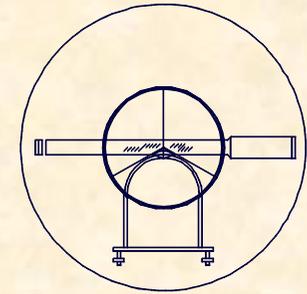
1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS

1.5.- ASPECTOS GEOMÉTRICOS E INTERPRETACIÓN DE FOTOS AÉREAS

LA CÁMARA MÉTRICA

1.- CONO EXTERIOR

- **FILTROS.**- Sirven para capturar determinadas tomas que exigen eliminar o realzar determinadas radiaciones.
- **OBJETIVO.**- Es el conjunto de lentes, diagrama, obturador que hace que los rayos luminosos se junten en el centro del objetivo, convirtiéndose en el vértice de la proyección.



1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS

1.5.- ASPECTOS GEOMÉTRICOS E INTERPRETACIÓN DE FOTOS AÉREAS

LA CÁMARA MÉTRICA

1.- CONO EXTERIOR, OBJETIVO:

OBTURADOR.-

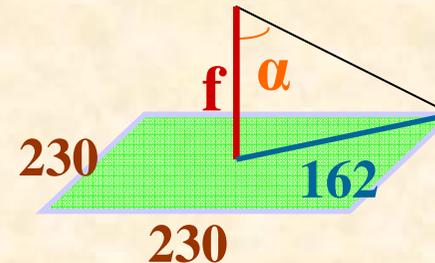
Mecanismo que mantiene cerrado el objetivo.

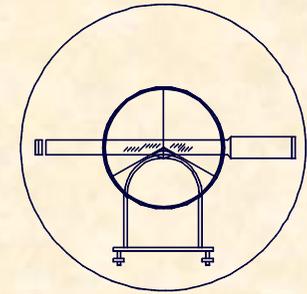
DIAFRAGMA.-

Permite graduar la apertura del objetivo. Limita la cantidad de luz que llega al plano focal.

LENTES.-

Se clasifican según su campo.





1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS

1.5.- ASPECTOS GEOMÉTRICOS E INTERPRETACIÓN DE FOTOS AÉREAS

LA CÁMARA MÉTRICA

1.- CONO EXTERIOR, OBJETIVO:

CAMPO. - Ángulo bajo el cuál se ve la diagonal del fotograma desde el objetivo

$$\text{CAMPO} = 2\alpha = 2 \text{Arctg}(162/f)$$

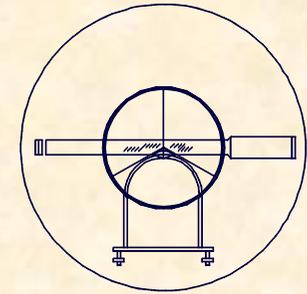
NOMBRE	CAMPO	FOCAL
ANGULO PEQUEÑO	60°	300mm
ANGULO NORMAL	80°	200mm
GRAN ANGULAR	90°	150mm
SUPER GRAN ANGULAR	120°	88mm



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA

E. U. INGENIERÍA TÉCNICA MINERA



1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS

1.5.- ASPECTOS GEOMÉTRICOS E INTERPRETACIÓN DE FOTOS AÉREAS

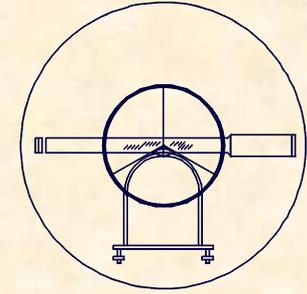
LA CÁMARA MÉTRICA

2.- CUERPO

Se encarga de mantener solidario el plano focal y el objetivo. Además define la Distancia Focal.

DISTANCIA FOCAL: Distancia que existe entre el objetivo y el plano focal.

PLANO FOCAL: Plano que soporta la película que es impresionada.



1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS

1.5.- ASPECTOS GEOMÉTRICOS E INTERPRETACIÓN DE FOTOS AÉREAS

LA CÁMARA MÉTRICA

3.- ALMACÉN

Protege la película que ha sido impresionada así como el motor que la arrastra.

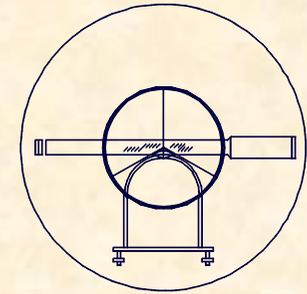




UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA

E. U. INGENIERÍA TÉCNICA MINERA



1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS

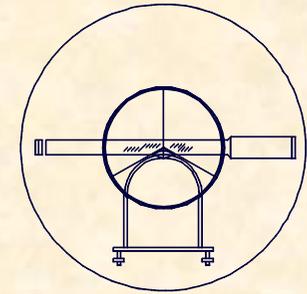
1.5.- ASPECTOS GEOMÉTRICOS E INTERPRETACIÓN DE FOTOS AÉREAS

EL PROCESO FOTOGRAFICO

- 1.- El objetivo se abre y forma sobre la emulsión una imagen óptica.
- 2.- Esa imagen óptica afecta a el bromuro de plata que lleva la emulsión de la propia película.
- 3.- El revelado hace visible la imagen dejando visible la plata afectada, aparece así el negativo.
- 4.- El fijado elimina las sales no afectadas.
- 5.- El lavado arrastra las sales no afectadas.
- 6.- El secado elimina el agua.



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA
E. U. INGENIERÍA TÉCNICA MINERA

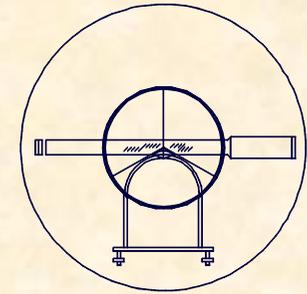


1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS

1.5.- ASPECTOS GEOMÉTRICOS E INTERPRETACIÓN DE FOTOS AÉREAS

LA PELÍCULA

- La película está formada por un soporte semirígido de celuloide cuyas superficies tienen por un lado la emulsión y por otro un material rígido y opaco denominado "ANTIHALO".
- La velocidad de impresión de la "EMULSIÓN" está relacionada con el tamaño de grano, que en cierta medida determina la sensibilidad de la película.



1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS

1.5.- ASPECTOS GEOMÉTRICOS E INTERPRETACIÓN DE FOTOS AÉREAS

LA PELÍCULA

• TIPOS DE EMULSIÓN

ORDINARIAS.-

Azul y Violeta.

ORTOCROMÁTICAS.-

Amarillo.

PANCROMÁTICAS.-

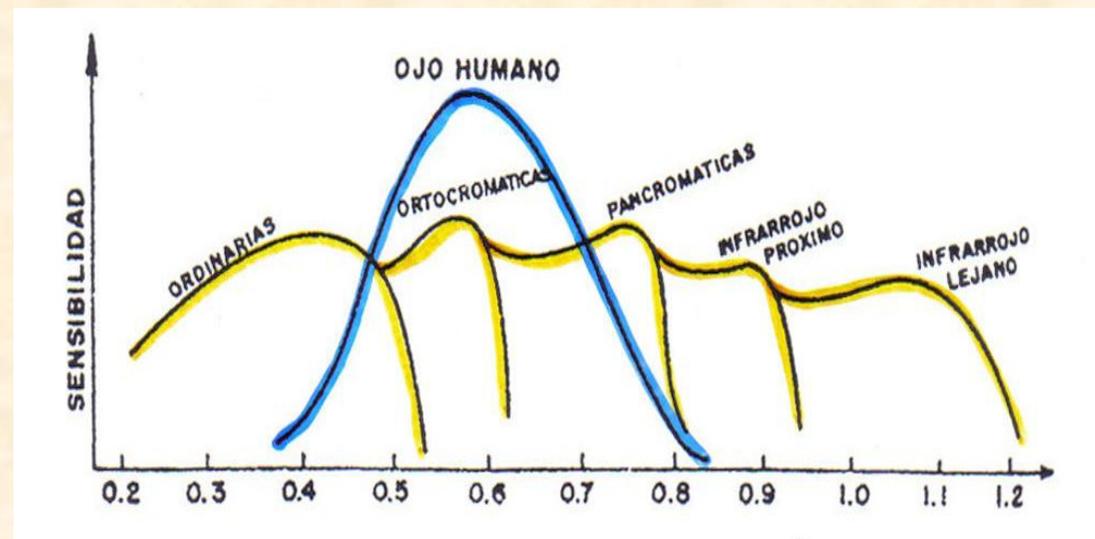
Todo espectro.

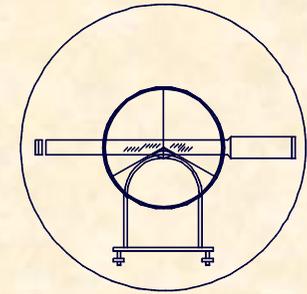
INFRARROJA PROXIMA.-

$\lambda=0,95\mu$

INFRARROJA LEJANA.-

$\lambda=1,25\mu$



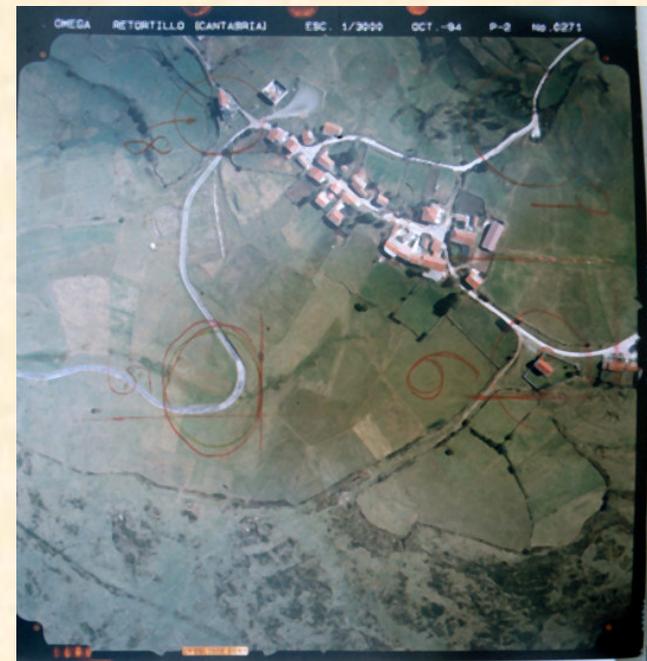


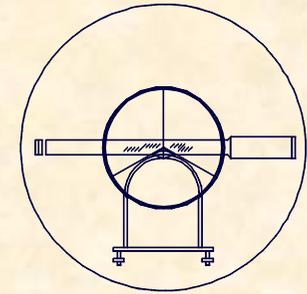
1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS

1.5.- ASPECTOS GEOMÉTRICOS E INTERPRETACIÓN DE FOTOS AÉREAS

INFORMACIÓN ADICIONAL EN EL FOTOGRAMA:

- **Marca y modelo de la cámara.**
- **Distancia focal.**
- **Nivel esférico.**
- **Altimétrico.**
- **Escala de la fotografía.**
- **Reloj.**
- **Contador automático.**
- **Fecha de vuelo**
- **Empresa que hace el vuelo.**



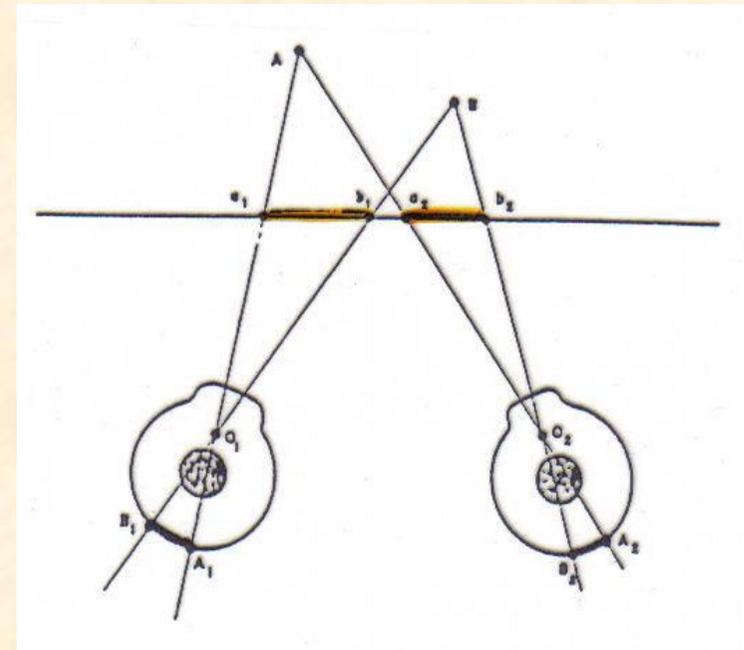


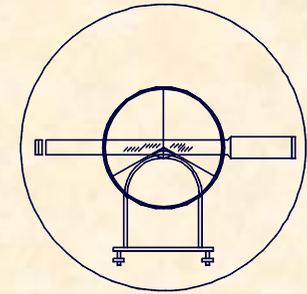
1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS

1.5.- ASPECTOS GEOMÉTRICOS E INTERPRETACIÓN DE FOTOS AÉREAS

LA VISIÓN ESTEREOSCÓPICA

Se basa en la propiedad humana de apreciar el relieve en **VISIÓN BINOCULAR**, para lo que es preciso obtener dos imágenes, una por cada ojo, que se unen en el cerebro en un proceso fisiológico y mental.

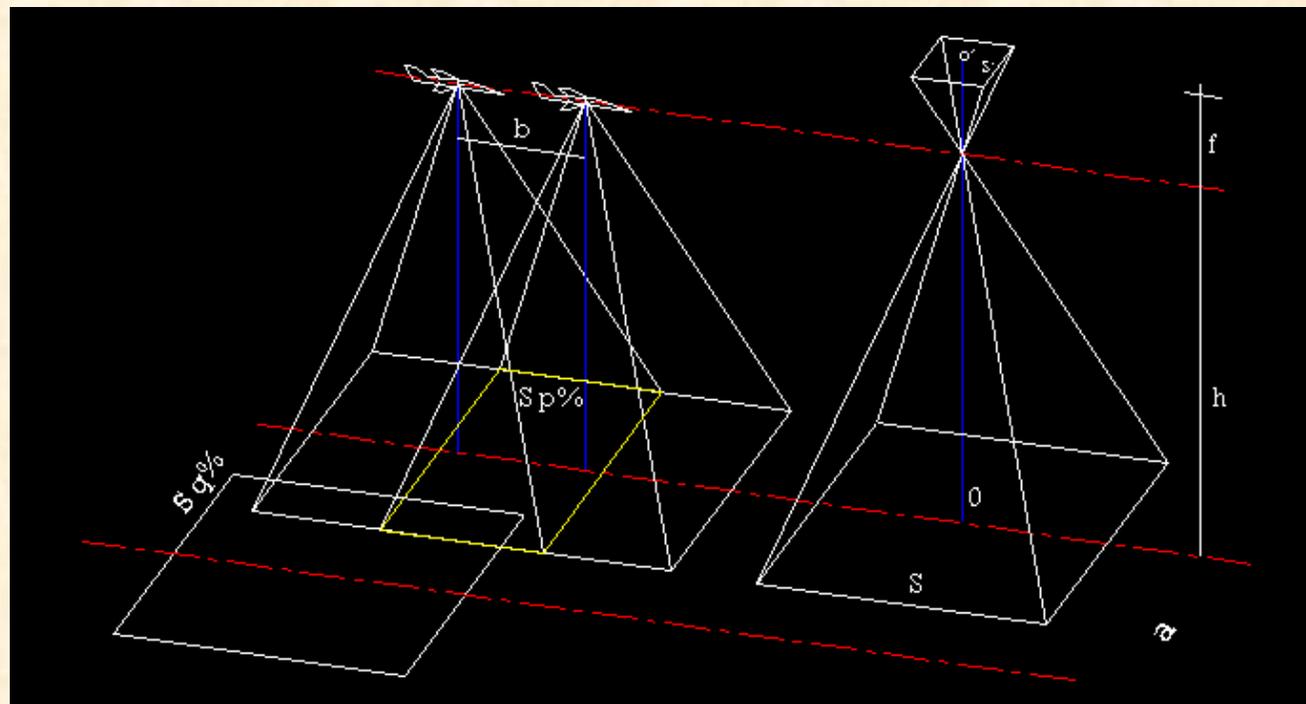


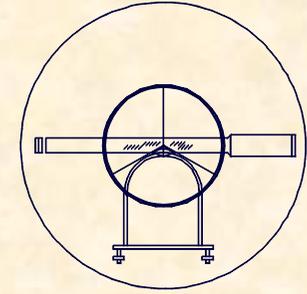


1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS

1.5.- ASPECTOS GEOMÉTRICOS E INTERPRETACIÓN DE FOTOS AÉREAS

LA VISIÓN ESTEREOSCÓPICA

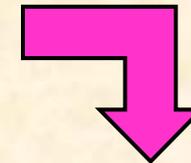


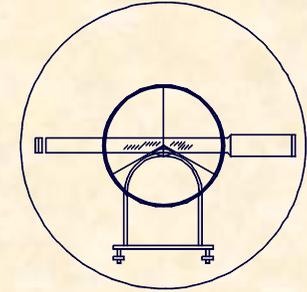


1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS

1.5.- ASPECTOS GEOMÉTRICOS E INTERPRETACIÓN DE FOTOS AÉREAS

LA VISIÓN ESTEREOSCÓPICA





1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS

1.5.- ASPECTOS GEOMÉTRICOS E INTERPRETACIÓN DE FOTOS AÉREAS

LA VISIÓN ESTEREOSCÓPICA

ESTEREÓSCOPO DE ESPEJOS

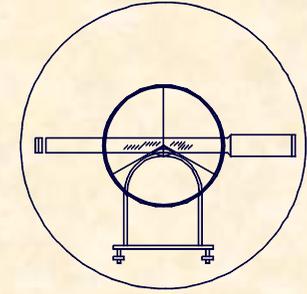
HIPERESTEREOSCOPIA.-

Exageración del relieve.

PSEUDOESTEREOSCOPIA.-

Inversión del relieve
producido por la inversión de
las fotos.



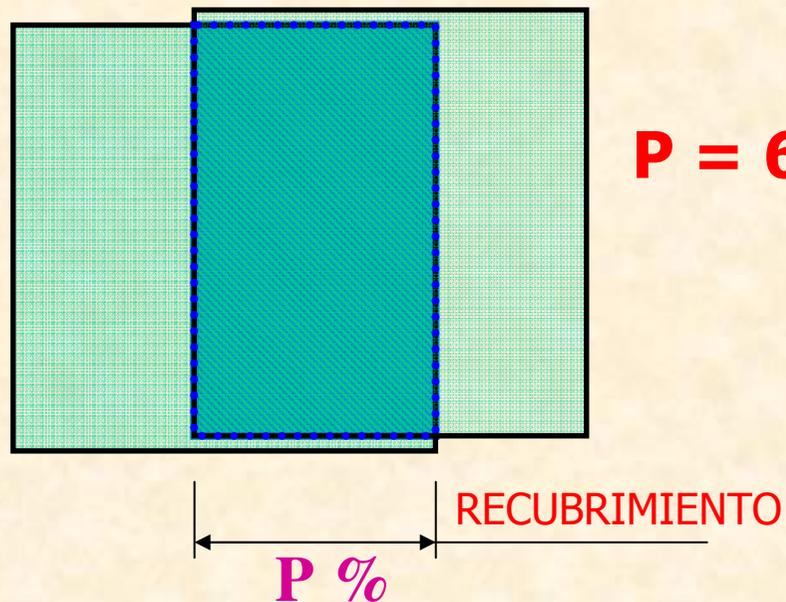


1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS

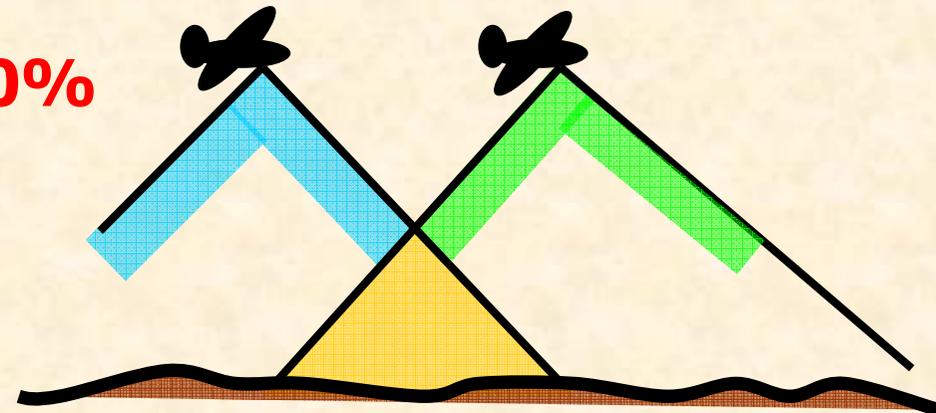
1.5.- ASPECTOS GEOMÉTRICOS E INTERPRETACIÓN DE FOTOS AÉREAS

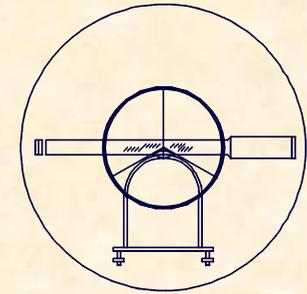
LA VISIÓN ESTEREOSCÓPICA

RECUBRIMIENTO LONGITUDINAL



P = 60%



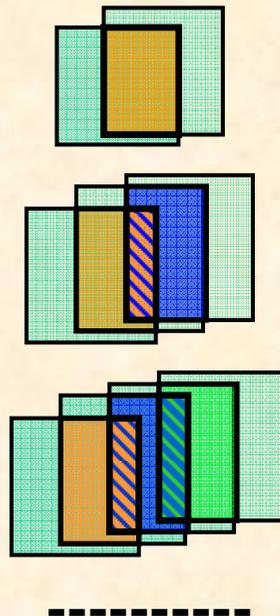


1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS

1.5.- ASPECTOS GEOMÉTRICOS E INTERPRETACIÓN DE FOTOS AÉREAS

LA VISIÓN ESTEREOSCÓPICA

RECUBRIMIENTO LONGITUDINAL

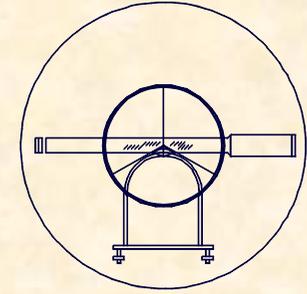


$$l_2 = \left(\frac{p}{100} \right) \cdot l$$

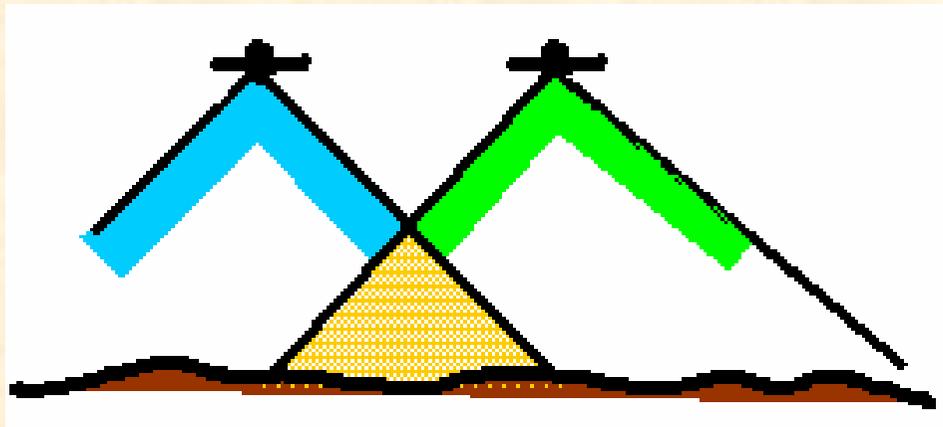
$$l_3 = \left(\frac{p}{100} \right) \cdot l + \left(\frac{100-p}{100} \right) \cdot l$$

$$l_4 = \left(\frac{p}{100} \right) \cdot l + 2 \cdot \left(\frac{100-p}{100} \right) \cdot l$$

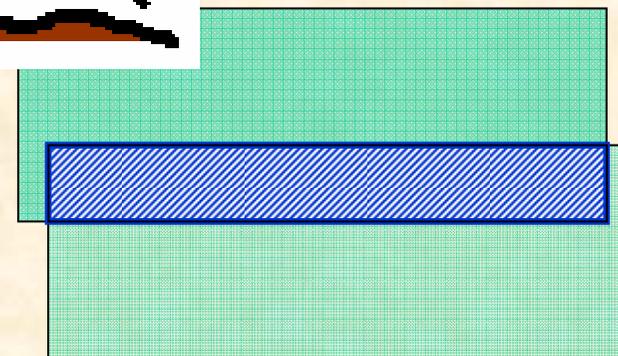
$$L_n = \left(\frac{p + (N-2) \cdot (100-p)}{100} \right) \cdot p \cdot l$$



1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS
1.5.- ASPECTOS GEOMÉTRICOS E INTERPRETACIÓN DE FOTOS AÉREAS
LA VISIÓN ESTEREOSCÓPICA



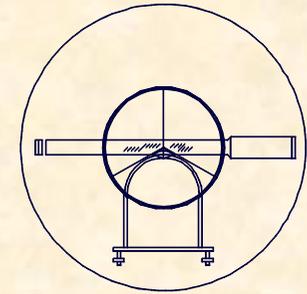
**RECUBRIMIENTO
TRANSVERSAL**



**RECUBRIMIENTO
TRANSVERSAL**

$q \%$

$Q = 20\%$



1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS

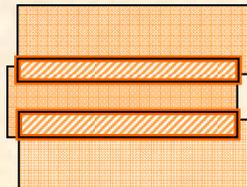
1.5.- ASPECTOS GEOMÉTRICOS E INTERPRETACIÓN DE FOTOS AÉREAS

LA VISIÓN ESTEREOSCÓPICA

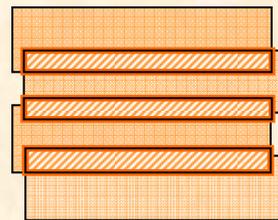
RECUBRIMIENTO TRANSVERSAL



$$l_2 = l \cdot \left(1 + \frac{100 - q}{100} \right)$$



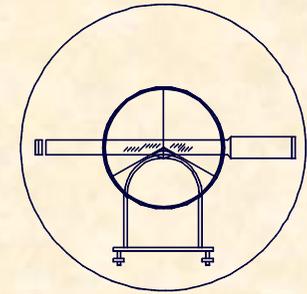
$$l_3 = l \cdot \left(1 + 2 \frac{100 - q}{100} \right)$$



$$l_4 = l \cdot \left(1 + 3 \frac{100 - q}{100} \right)$$



$$L_n = l \cdot \left(1 + (M - 1) \frac{100 - q}{100} \right)$$

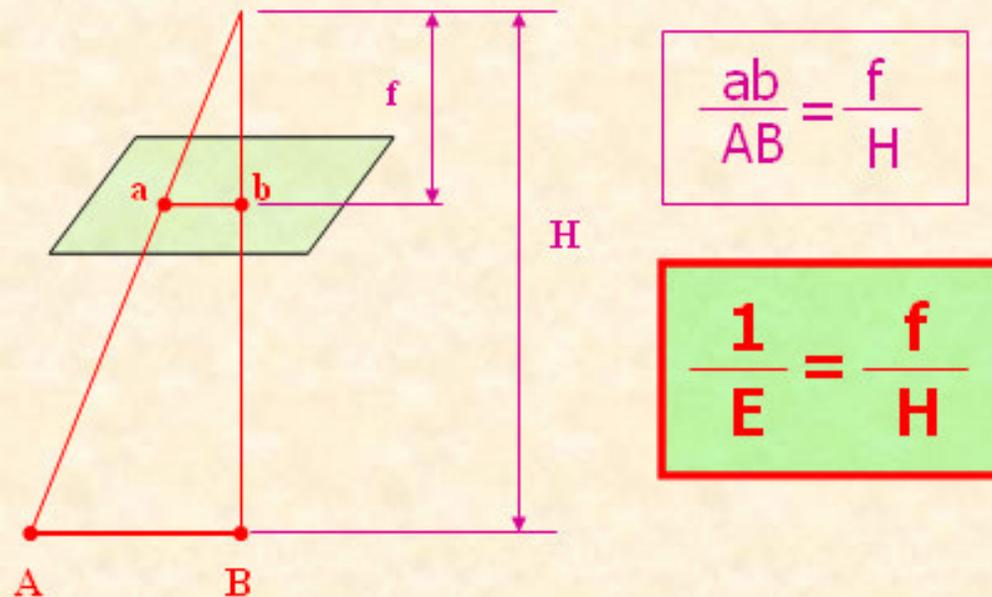


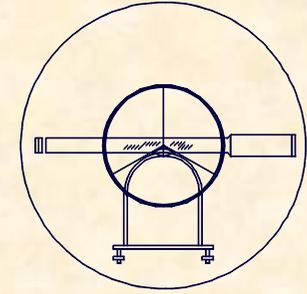
1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS

1.5.- ASPECTOS GEOMÉTRICOS E INTERPRETACIÓN DE FOTOS AÉREAS

ASPECTOS GEOMÉTRICOS DE LAS FOTOGRAFÍAS

ESCALA DE UNA FOTOGRAFÍA





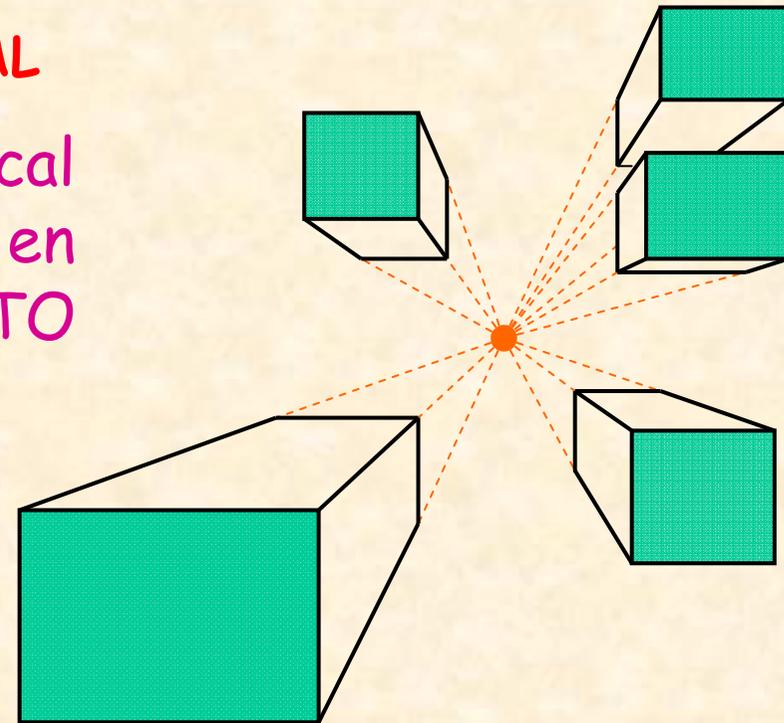
1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS

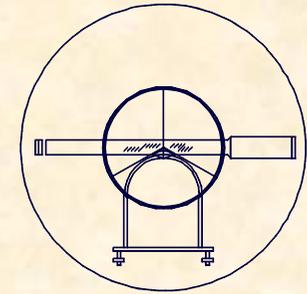
1.5.- ASPECTOS GEOMÉTRICOS E INTERPRETACIÓN DE FOTOS AÉREAS

ASPECTOS GEOMÉTRICOS DE LAS FOTOGRAFÍAS

PUNTO PRINCIPAL O NADIRAL

En una fotografía vertical todas las verticales fugan en un punto, denominado PUNTO PRINCIPAL O NADIRAL.





1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS

1.5.- ASPECTOS GEOMÉTRICOS E INTERPRETACIÓN DE FOTOS AÉREAS

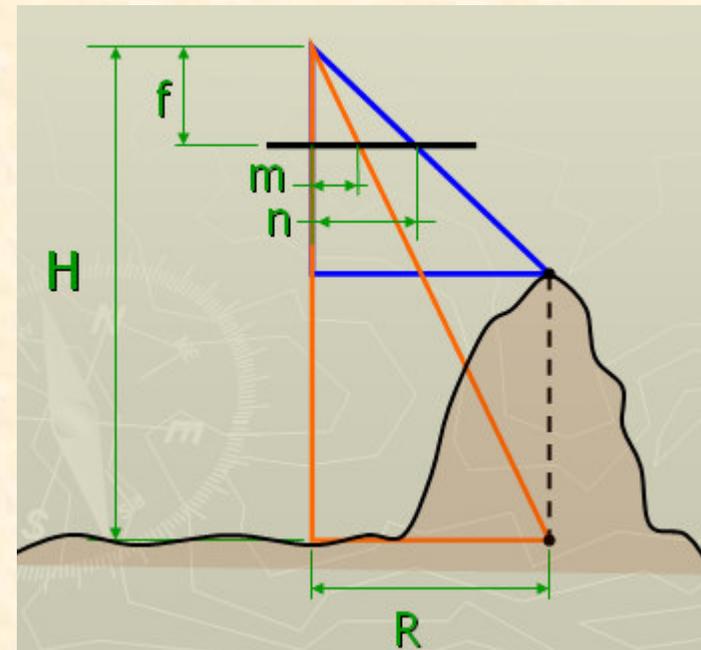
ASPECTOS GEOMÉTRICOS DE LAS FOTOGRAFÍAS

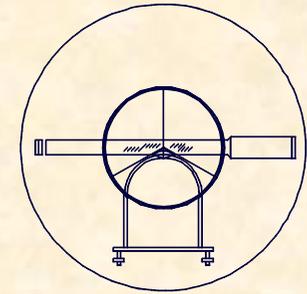
ALTURA DE OBJETOS

$$\left. \begin{aligned} \frac{n}{R} &= \frac{f}{H-h_a} \\ \frac{m}{R} &= \frac{f}{H} \end{aligned} \right\} \frac{n}{m} = \frac{H}{H-h_a}$$

$$h_A = \frac{n-m}{n} H$$

$$h_A = \frac{n-m}{n} f E$$



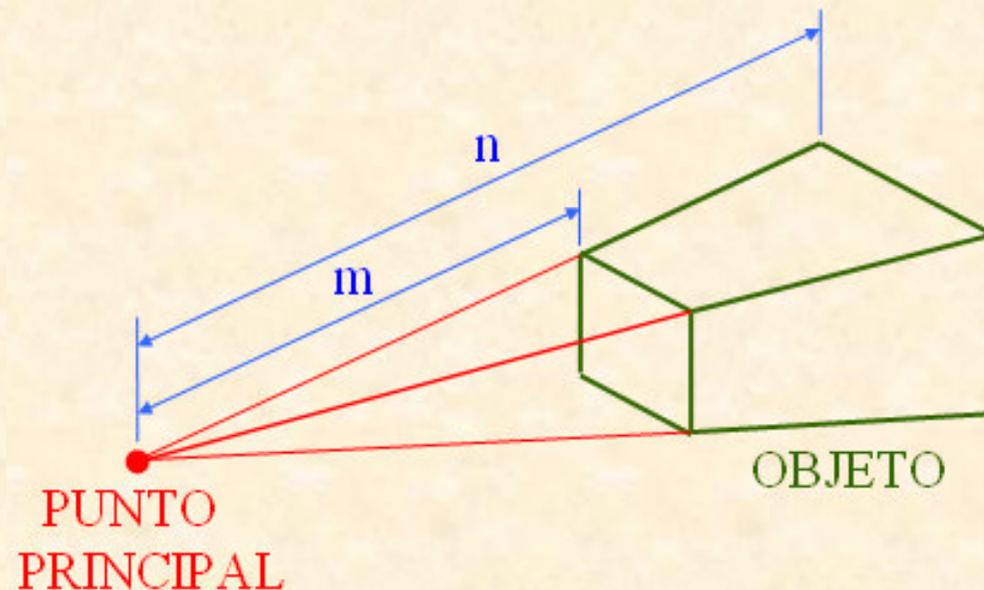


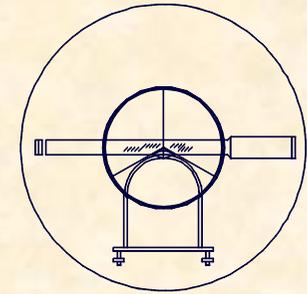
1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS

1.5.- ASPECTOS GEOMÉTRICOS E INTERPRETACIÓN DE FOTOS AÉREAS

ASPECTOS GEOMÉTRICOS DE LAS FOTOGRAFÍAS

MEDICIÓN DE DISTANCIAS



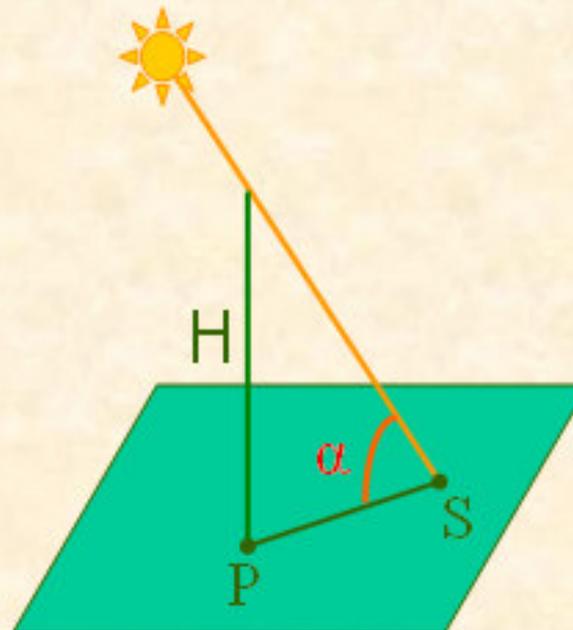


1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS

1.5.- ASPECTOS GEOMÉTRICOS E INTERPRETACIÓN DE FOTOS AÉREAS

ASPECTOS GEOMÉTRICOS DE LAS FOTOGRAFÍAS

ALTURA
DEL SOL

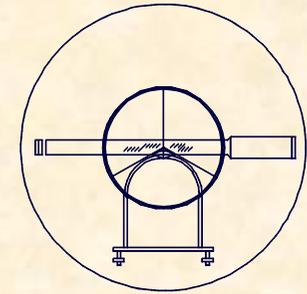


α = altura del sol

P = punto principal

S = punto sombra

$$\alpha = \text{Arctg} \frac{H}{PS}$$



1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS

1.5.- ASPECTOS GEOMÉTRICOS E INTERPRETACIÓN DE FOTOS AÉREAS

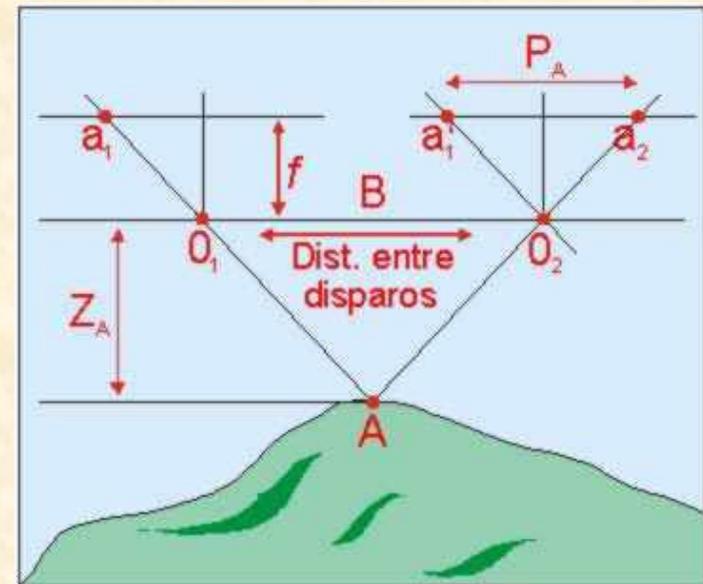
PARES ESTEREOSCÓPICOS

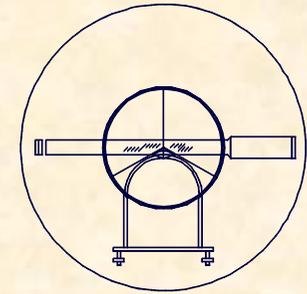
Dos fotografías aéreas consecutivas de una pasada, configuran un par estereoscópico, que permite ampliar las posibilidades métricas de la foto.

PARALAJE ESTEREOSCÓPICO:

Desplazamiento aparente de la posición de un objeto fijo, causado por el movimiento del observador.

$$\frac{Z_A}{f} = \frac{B}{P_A} \Rightarrow Z_A = \frac{B \cdot f}{P_A}$$



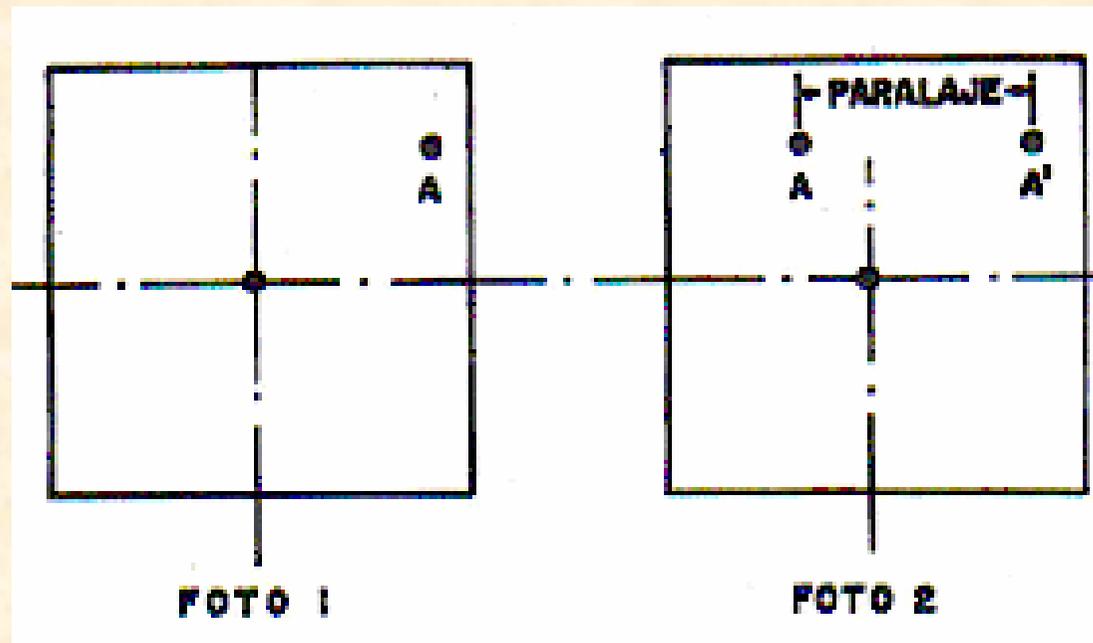


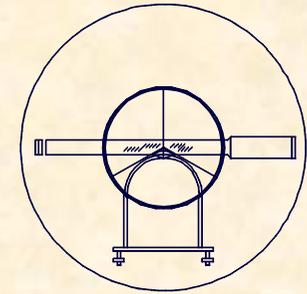
1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS

1.5.- ASPECTOS GEOMÉTRICOS E INTERPRETACIÓN DE FOTOS AÉREAS

PARES ESTEREOSCÓPICOS

PARALAJE ESTEREOSCÓPICO:



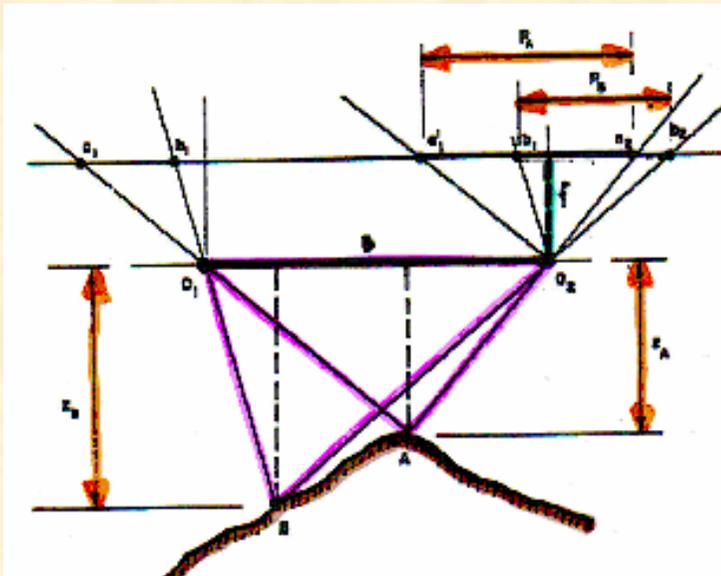


1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS

1.5.- ASPECTOS GEOMÉTRICOS E INTERPRETACIÓN DE FOTOS AÉREAS

PARES ESTEREOSCÓPICOS

La evaluación del paralaje de dos puntos permite establecer la diferencia de alturas entre dichos puntos.



$$\left. \begin{aligned} \frac{Z_A}{f} = \frac{B}{P_A} &\Rightarrow Z_A = \frac{B \cdot f}{P_A} \\ \frac{Z_B}{f} = \frac{B}{P_B} &\Rightarrow Z_B = \frac{B \cdot f}{P_B} \end{aligned} \right\} Z_A - Z_B = \frac{B \cdot f}{P_A} - \frac{B \cdot f}{P_B}$$

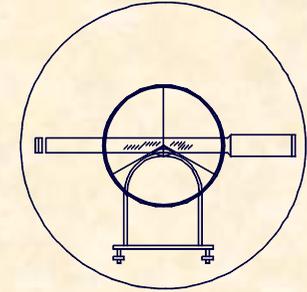
$$Z_A - Z_B = B \cdot f \cdot \left(\frac{1}{P_A} - \frac{1}{P_B} \right)$$



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA

E. U. INGENIERÍA TÉCNICA MINERA



1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS

1.5.- ASPECTOS GEOMÉTRICOS E INTERPRETACIÓN DE FOTOS AÉREAS

ORTOFOTOGRAFÍA

Una ortofotografía es una fotografía en proyección ortogonal en la que por tratamiento en cada uno de los puntos de la imagen, se ha logrado una escala uniforme en toda su superficie.

Sus principales ventajas son:

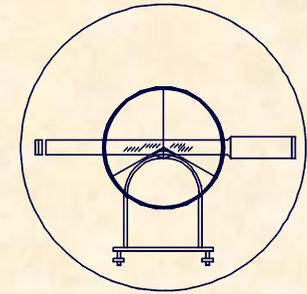
- Utilización como documento intermedio para la puesta al día de un mapa topográfico.
- Alternativa al mapa convencional en territorios que carecen de cartografía.
- Levantamientos catastrales.



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODESIA Y FOTOGAMETRÍA

E. U. INGENIERÍA TÉCNICA MINERA



1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS

1.5.- ASPECTOS GEOMÉTRICOS E INTERPRETACIÓN DE FOTOS AÉREAS

ORTOFOTOGRAFÍA

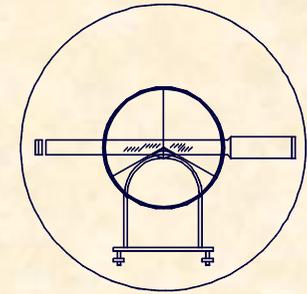




UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA

E. U. INGENIERÍA TÉCNICA MINERA



1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS

1.5.- ASPECTOS GEOMÉTRICOS E INTERPRETACIÓN DE FOTOS AÉREAS

IDENTIFICACIÓN DE OBJETOS EN FOTOS AÉREAS

ASPECTOS SIGNIFICATIVOS

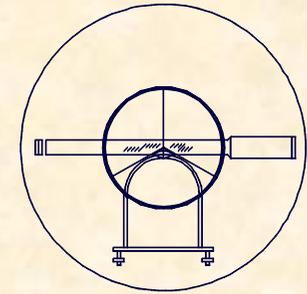
- **TONO:** En las fotografías pancromáticas en blanco y negro un dato de sumo interés es el tono de los grises.
- **FORMA:** El contorno de los objetos detona su procedencia natural o artificial.
- **SOMBRA:** Los objetos de forma vertical tienen sombras muy caracterizadas que colaboran a su identificación.
- **FECHA:** El día y la hora de vuelo permite conocer conductas en torno a la población.



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA

E. U. INGENIERÍA TÉCNICA MINERA



1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS

1.5.- ASPECTOS GEOMÉTRICOS E INTERPRETACIÓN DE FOTOS AÉREAS

IDENTIFICACIÓN DE OBJETOS EN FOTOS AÉREAS

ELEMENTOS DE LA GEOGRAFÍA HUMANA

CONSTRUCCIONES LINEALES CONSTRUCCIONES ZONALES

Vías de comunicación.

Canales

Líneas aéreas eléctricas

Líneas aéreas telefónicas

Teleféricos

Edificaciones

Núcleos urbanos

Terminales de transporte

Canteras

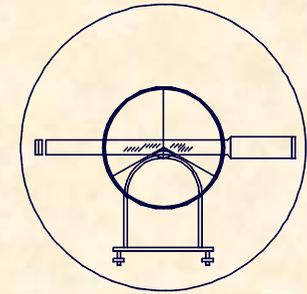
Embalses



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA

E. U. INGENIERÍA TÉCNICA MINERA



1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS

1.5.- ASPECTOS GEOMÉTRICOS E INTERPRETACIÓN DE FOTOS AÉREAS

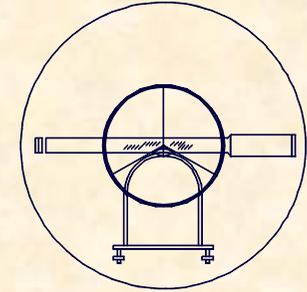
IDENTIFICACIÓN DE OBJETOS EN FOTOS AÉREAS

INTERPRÉTACIÓN DEL RELIEVE

- Los estudios de fotointerpretación se apoyan en un minucioso estudio de los pares por medio de estereoscopio, pero si hay que estudiar un único fotograma los aspectos más importantes a analizar son:
 - Configuración del relieve, escarpados, desmontes, terraplones, hoyas, arenales, etc.
 - Hidrografía, costas mares, ríos, lagos, embalses, albercas, canales, etc.
 - Vegetación y cultivos, monte, terrenos, despejados, viñedos, olivares, etc.



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA
E. U. INGENIERÍA TÉCNICA MINERA



1.- DEFINICIÓN DE ESCENARIOS

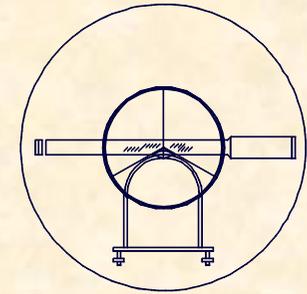
1.5.- ASPECTOS GEOMÉTRICOS E INTERPRETACIÓN DE FOTOS AÉREAS

APLICACIONES EN INGENIERÍA

- ESTABLECIMIENTO DE VÍAS DE COMUNICACIÓN
- PLANIFICACIÓN TERRITORIAL
- ANALISIS DE RECONOCIMIENTO GEOLÓGICO
- HIDROGRAFÍA
- ESTUDIO PARA CONFECCIONAR MAPAS TEMÁTICOS



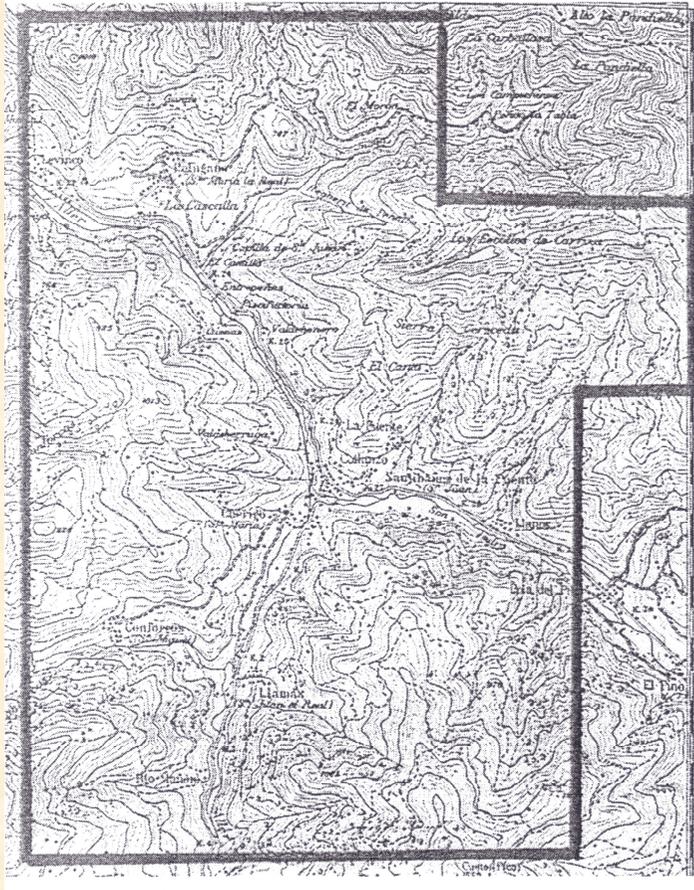
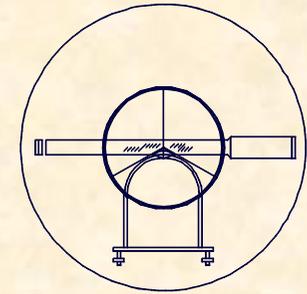
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA
E. U. INGENIERÍA TÉCNICA MINERA



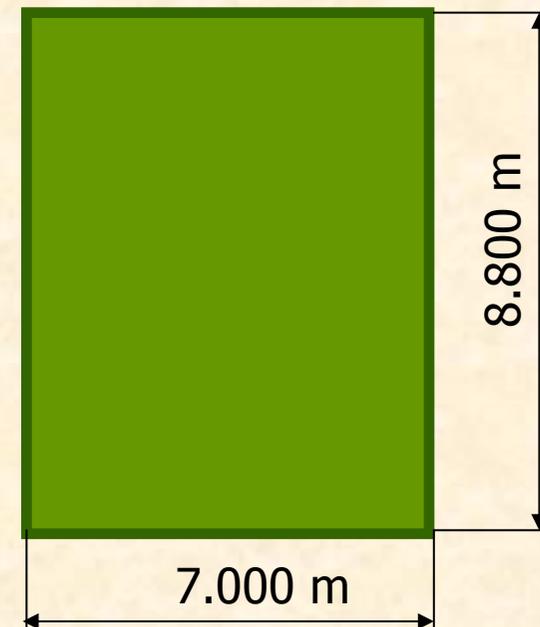
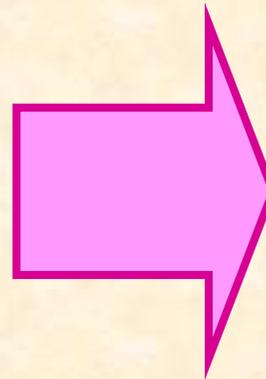
EJERCICIO PRÁCTICO Número 1.-

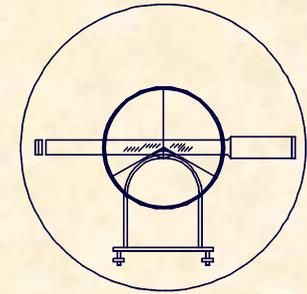
Sobre un mapa topográfico particular a escala 1/80.000 se marca el recinto de un futuro Permiso de Investigación del cuál se requiere obtener Cartografía mediante un levantamiento fotogramétrico. Obtener:

- A.- La mayor escala de la fotografía para lograr que el recinto marcado esté incluido en el par fotogramétrico.
- B.- En el supuesto anterior, calcular el espacio recorrido por el avión entre dos disparos fotogramétricos consecutivos.
- C.- La superficie territorial, en hectáreas, incluida en un par.

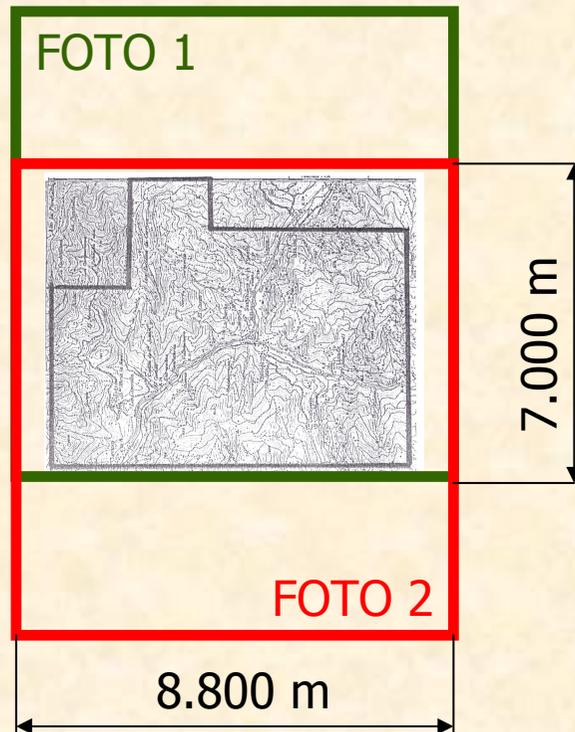


EJERCICIO PRÁCTICO Número 1.-





EJERCICIO PRÁCTICO Número 1.-



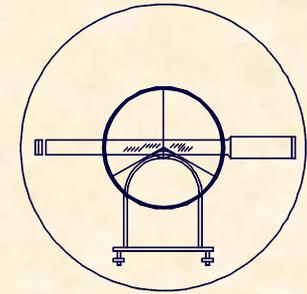
ESCALA HORIZONTAL.-

$$\left. \begin{array}{l} 0,23 \text{ ----- } 8.800 \\ 1 \text{ ----- } E_H \end{array} \right\} E_H = 38.260$$

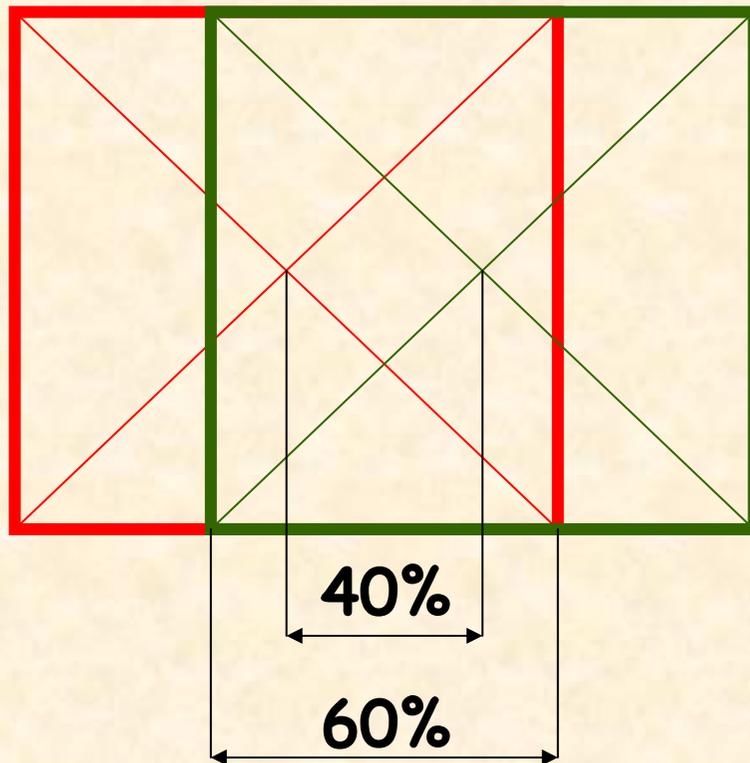
ESCALA VERTICAL.-

$$\left. \begin{array}{l} 0,23 \times 0,60 \text{ --- } 7.000 \\ 1 \text{ ----- } E_V \end{array} \right\} E_V = 50.724$$

Apartado A.-
ESCALA 1/50.724



EJERCICIO PRÁCTICO Número 1.-



BASE FOTOGRAMÉTRICA.-

$$\left. \begin{array}{l} 60\% \text{ ----- } 7.000 \\ 40\% \text{ ----- } B \end{array} \right\} \mathbf{B = 4.666 \text{ m.}}$$

Apartado B.-

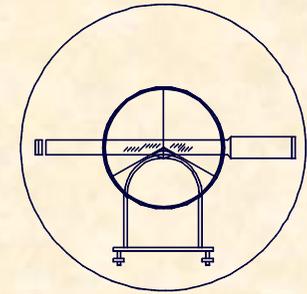
Base Fotogramétrica 4.666 m.

SUPERFICIE.-

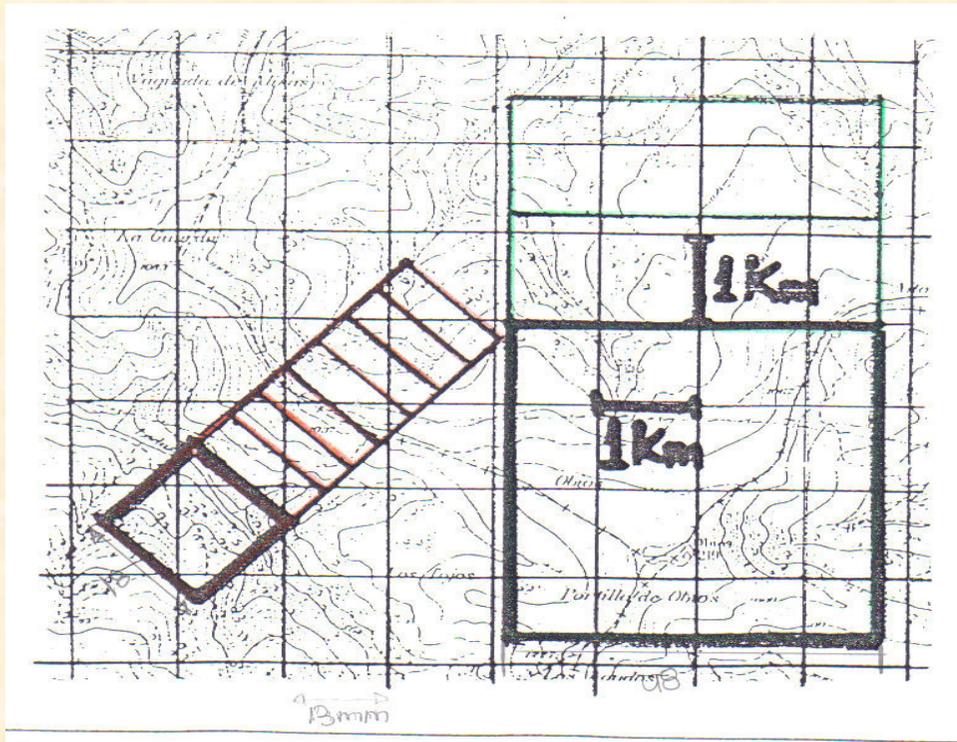
$$S = 0,23 \times 0,23 \times 0,6 \times 50.724^2 / 10.000 =$$

Apartado C.-

Superficie 8.166 ha.



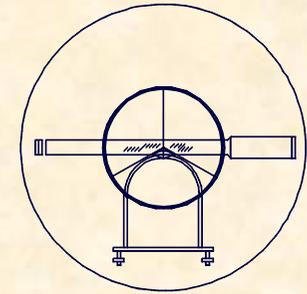
EJERCICIO PRÁCTICO Número 2.-



En el mapa adjunto se presentan dos vuelos, uno alto y otro bajo. Se da la escala gráfica y la Focal de la cámara empleada, 160 mm.

Obtener:

- * Relación entre Altura de Vuelo Alto y la Altura de Vuelo Bajo.
- * Superficie recubierta por un par estereoscópico del vuelo bajo.



EJERCICIO PRÁCTICO Número 2.-

RELACIÓN ALTURAS ENTRE EL VUELO ALTO Y BAJO

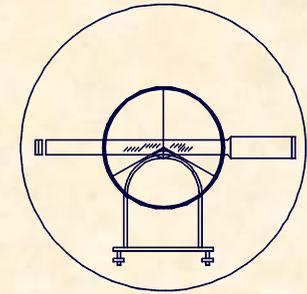
$$RELACIÓN = \frac{H_{ALTO}}{H_{BAJO}}$$

$$\frac{1}{E} = \frac{f}{H} \Rightarrow H = E \cdot f \Rightarrow$$

$$\frac{H_{ALTO}}{H_{BAJO}} = \frac{E_{ALTO} \cdot f}{E_{BAJO} \cdot f} = \frac{E_{ALTO}}{E_{BAJO}}$$

Escala del plano

$$\left. \begin{array}{l} 13 \text{ mm} \longrightarrow 1.000.000 \text{ mm} \\ 1 \longrightarrow E \end{array} \right\} E = 1/76.923$$



Escala vuelo bajo

EJERCICIO PRÁCTICO Número 2.-

$$\left. \begin{array}{l} 1 \longrightarrow 76.923 \\ 18 \text{ mm} \longrightarrow x \end{array} \right\} X = 1.384,60 \text{ m.}$$

$$\left. \begin{array}{l} 23 \text{ cm} \longrightarrow 138.460 \text{ cm} \\ 1 \longrightarrow E_{\text{BAJO}} \end{array} \right\} E_{\text{BAJO}} = 1/6.020$$

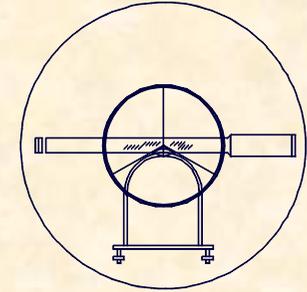
Escala vuelo alto

$$\left. \begin{array}{l} 1 \longrightarrow 76.923 \\ 48 \text{ mm} \longrightarrow x \end{array} \right\} X = 3.692,30 \text{ m.}$$

$$\left. \begin{array}{l} 23 \text{ cm} \longrightarrow 369.230 \text{ cm} \\ 1 \longrightarrow E_{\text{ALTO}} \end{array} \right\} E_{\text{ALTO}} = 1/16.053$$

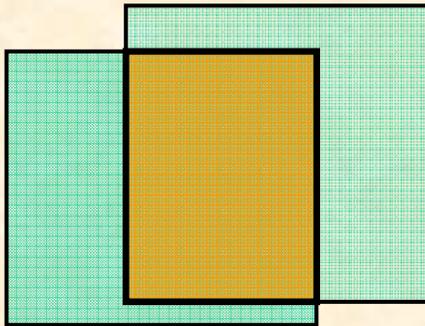
$$\frac{H_{\text{ALTO}}}{H_{\text{BAJO}}} = \frac{E_{\text{ALTO}}}{E_{\text{BAJO}}}$$

$$\frac{E_{\text{ALTO}}}{E_{\text{BAJO}}} = \frac{1}{\frac{16.053}{6.020}} = 0,375$$



EJERCICIO PRÁCTICO Número 2.-

SUPERFICIE RECUBIERTA POR UN PAR DEL VUELO BAJO.



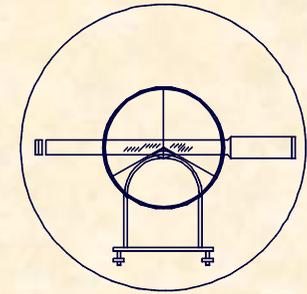
$$Superficie = \frac{0,23 \cdot 0,23 \cdot 0,6 \cdot 6.020^2}{10.000} = 115ha$$



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

**INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA**

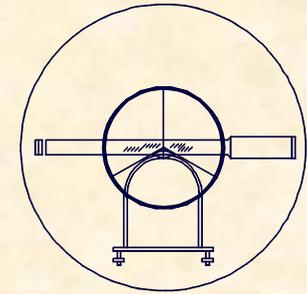
E. U. INGENIERÍA TÉCNICA MINERA



EJERCICIO PRÁCTICO Número 3.-

Dada una fotografía aérea a escala 1/1.000, tomada con una cámara métrica de 150mm. de distancia focal y en la que es visible la planta de un edificio hexagonal de 40 m. de lado y 70 m. de altura, sabiendo que el Punto Principal está en el centro geométrico del edificio y la sombra generada por el edificio en el instante en que se tomó la fotografía es otro hexágono idéntico al de la planta del edificio que tiene por centro uno de los vértices de la propia planta, Obtener:

- A.- Imagen de edificio
- B.- Punto de fuga de las sombras
- C.- Altura del Sol



$$\frac{1}{E} = \frac{f}{H} \Rightarrow H = E \cdot f = 1000 \cdot 150(\text{mm})$$

$$H = 150\text{m.}$$

$$h = \left(\frac{n-m}{n} \right) \cdot H$$

$$70 = \left(\frac{n-4}{n} \right) \cdot 150$$

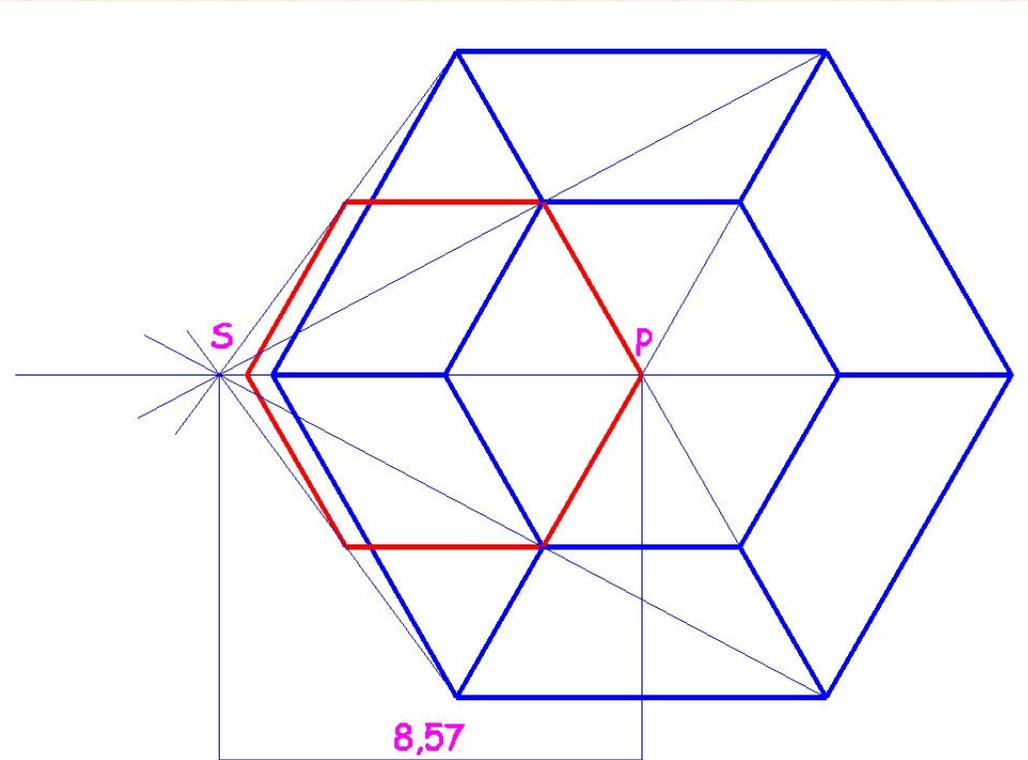
$$n = 7,5\text{cm}$$

$$\alpha = \text{Arctg} \left(\frac{H}{PS} \right) =$$

$$\alpha = \text{Arctg} \left(\frac{1000}{857} \right) =$$

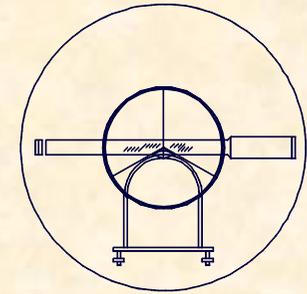
$$\alpha = 54,8927^{\circ}$$

EJERCICIO PRÁCTICO Número 3.-





UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA
E. U. INGENIERÍA TÉCNICA MINERA

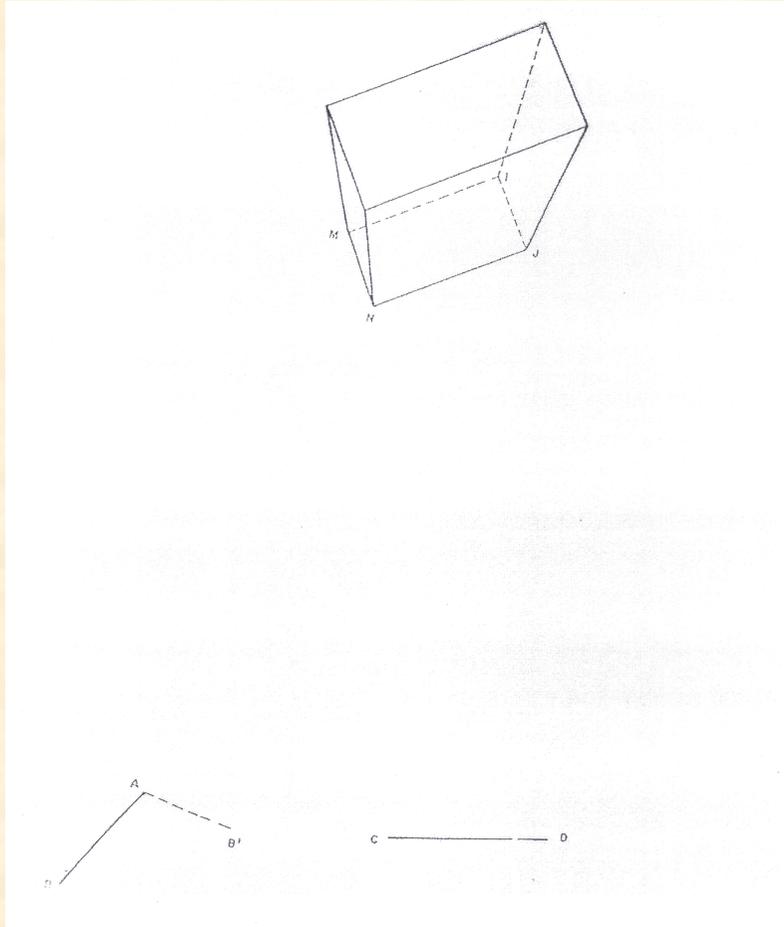
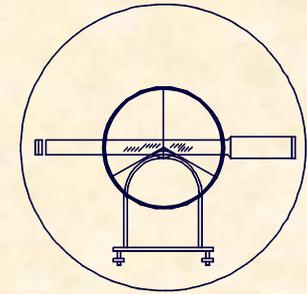


EJERCICIO PRÁCTICO Número 4.-

Una fotografía aérea a escala 1/3000 incluye un edificio de planta rectangular MNIJ, un poste AB y un segmento CD que representa sobre el terreno, la marca donde se cimentará un muro de 50m. de altura. Sabiendo que la focal de la cámara métrica es de 150mm. y que el poste AB tiene por sombra AB'

Se pide:

- A.- Volumen del edificio.
- B.- Sombra del edificio.
- C.- Altura del Sol.
- D.- Dibujar la imagen del muro



EJERCICIO PRÁCTICO Número 4.-

VOLUMEN DEL EDIFICIO

$$V = l \cdot a \cdot h$$

$$l = 84m \Rightarrow \text{foto}$$

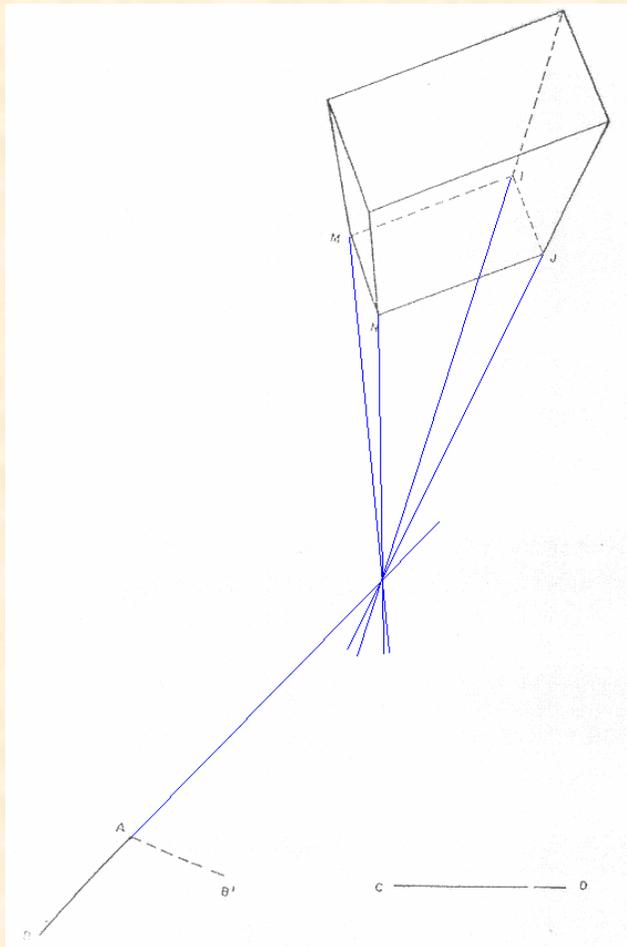
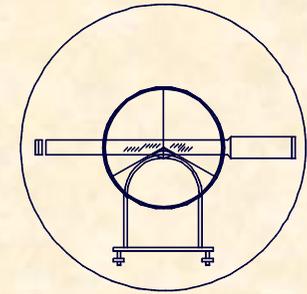
$$a = 42m \Rightarrow \text{foto}$$

Altura de vuelo:

$$\frac{1}{E} = \frac{f}{H} \Rightarrow H = E \cdot f$$

$$H = 3.000 \cdot 150 = 450.000mm$$

$$H = 450m$$



EJERCICIO PRÁCTICO Número 4.-

Altura del edificio:

$$h = \left(\frac{n - m}{n} \right) \cdot H$$

$$h = \left(\frac{95 - 65}{95} \right) \cdot 450$$

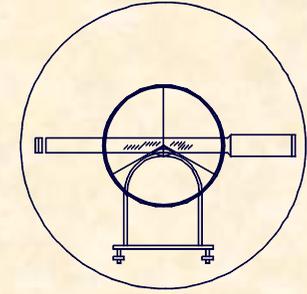
$$n = 142m$$

VOLUMEN DEL EDIFICIO

$$V = l \cdot a \cdot h$$

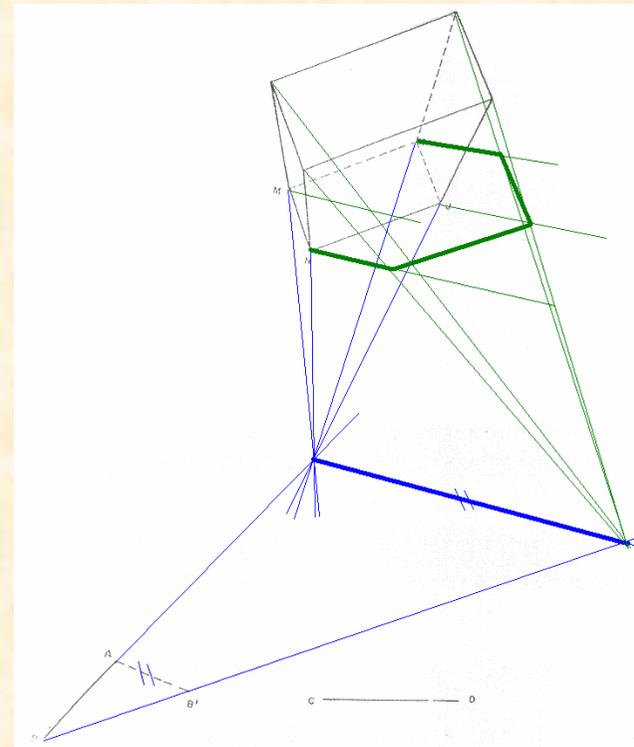
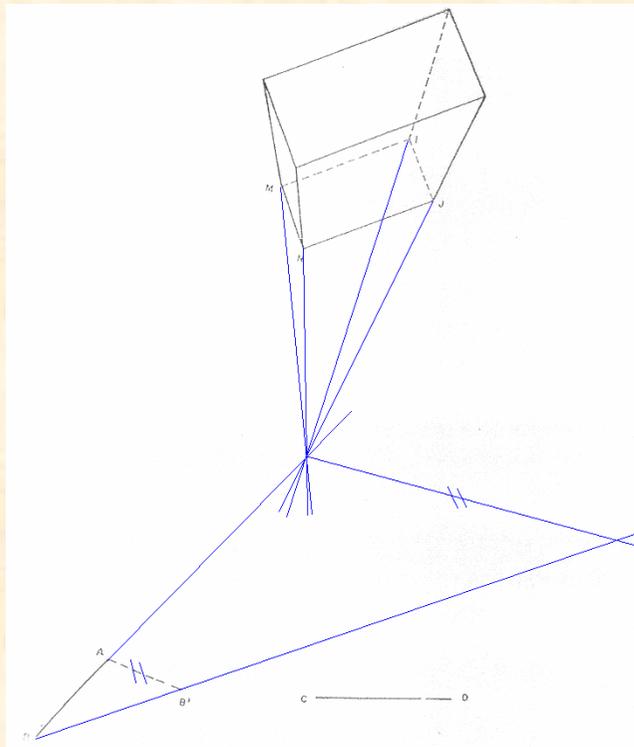
$$V = 84 \cdot 42 \cdot 142$$

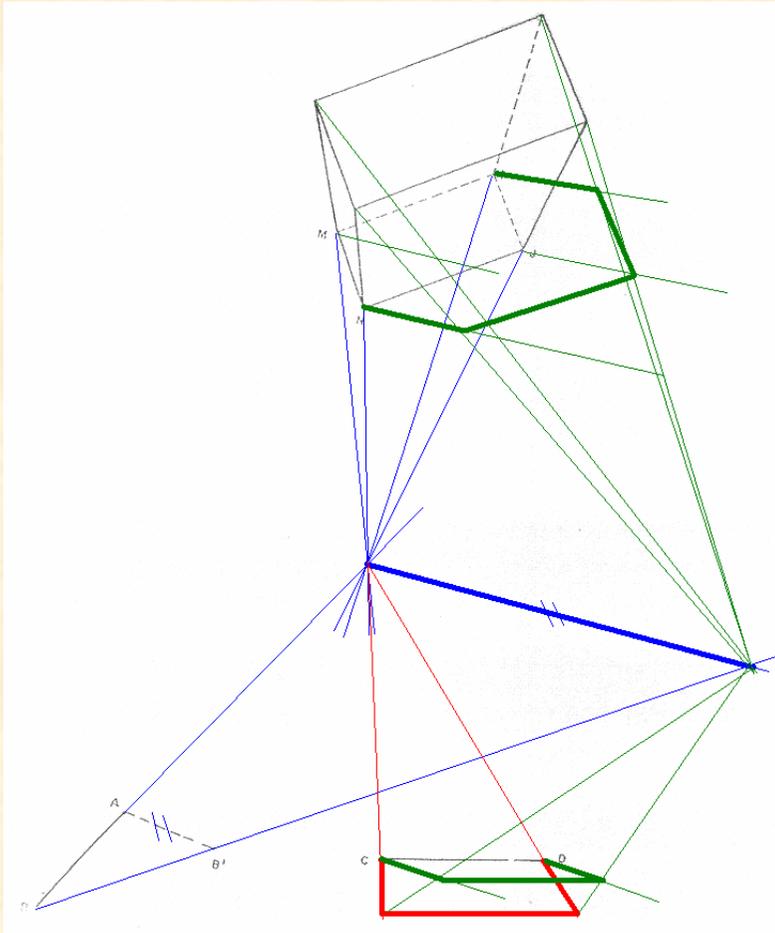
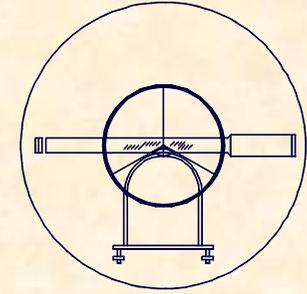
$$V = 500.976m^3$$



EJERCICIO PRÁCTICO Número 4.-

SOMBRA DEL EDIFICIO





EJERCICIO PRÁCTICO Número 4.-
ALTURA DEL SOL

$$\alpha = \text{Arctg} \left(\frac{H}{PS} \right) =$$

$$\alpha = \text{Arctg} \left(\frac{450}{180} \right) =$$

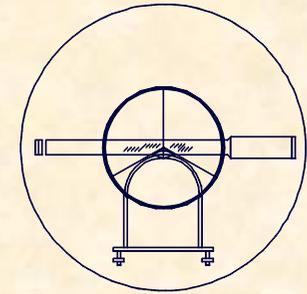
$$\alpha = 75,7762^{\circ}$$

IMAGEN Y SOMBRA DEL MURO

$$h = \left(\frac{n-m}{n} \right) \cdot H$$

$$50 = \left(\frac{n-5,2}{n} \right) \cdot 450$$

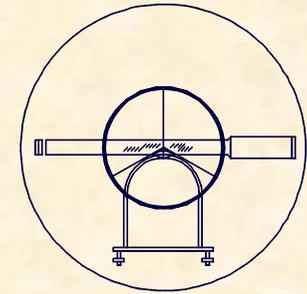
$$n = 5,8 \text{ cm}$$



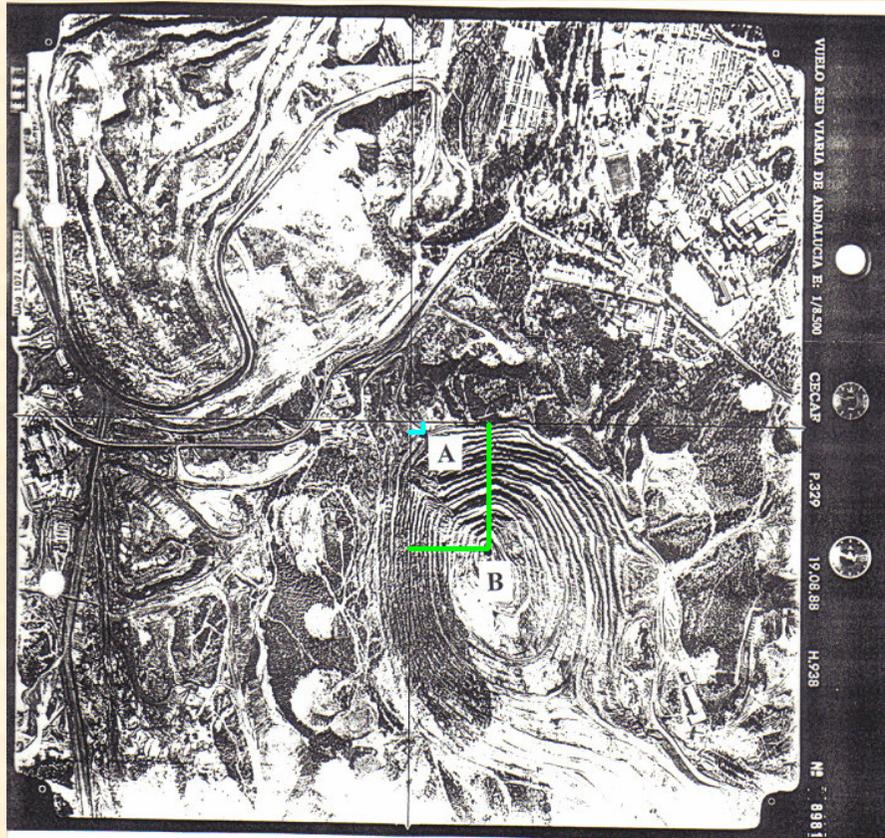
EJERCICIO PRÁCTICO Número 5.-

Dadas dos fotografías aéreas consecutivas tomadas en un vuelo fotogramétrico y sabiendo las coordenadas de los detalles A y B suministradas en el propio documento, calcular el desnivel existente entre ambos puntos.





EJERCICIO PRÁCTICO Número 5.-

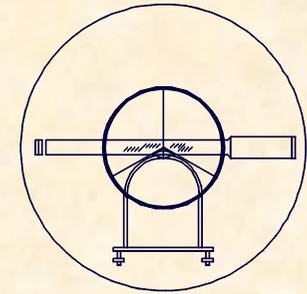


**COORDENADAS LOCALES
DE LOS PUNTOS**

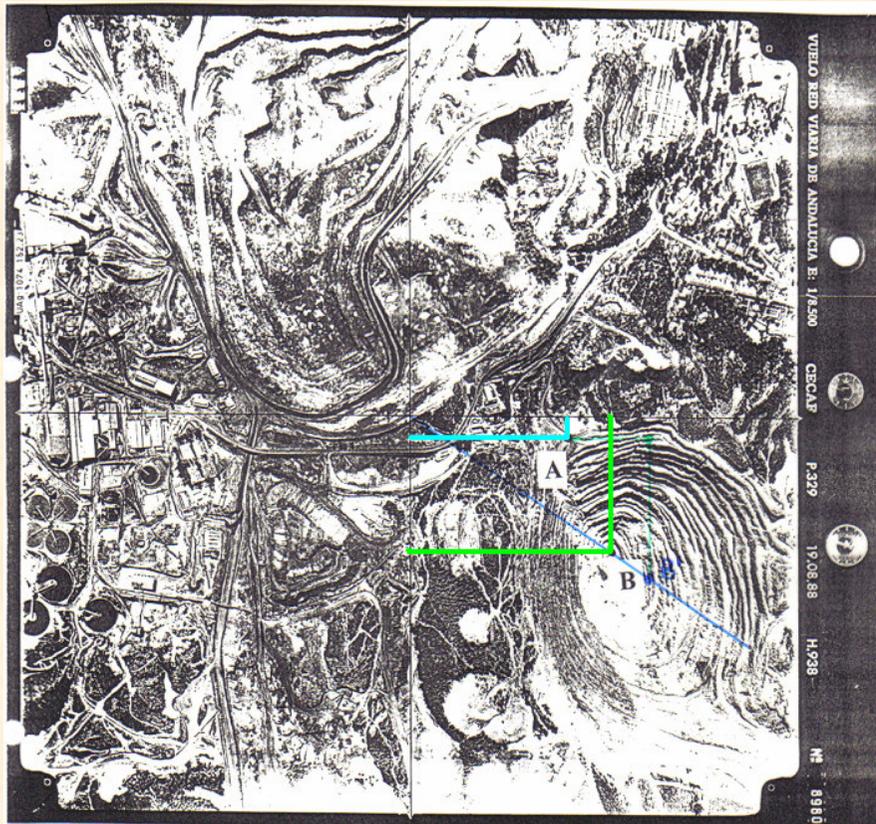
P [0,0]
A [1/1]
B [9/13]

ESCALA
 $230/89=2,584$

P [0,0]
A [2,6/2,6]
B [23,3/33,6]



EJERCICIO PRÁCTICO Número 5.-

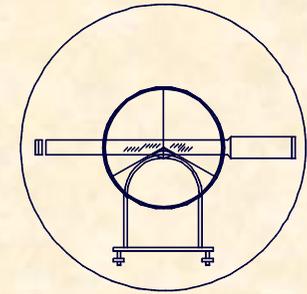


**COORDENADAS LOCALES
DE LOS PUNTOS**

P [17/0]
A [18/2]
B [23/16]

ESCALA
 $230/89=2,584$

P [43,9/0]
A [46,5/5,2]
B [59,4/41,3]



PARALAJE DEL PUNTO A

$$\left. \begin{array}{l} \Delta X = 46,5 - 2,6 = 43,9 \\ \Delta Y = 5,2 - 2,6 = 2,6 \end{array} \right\} \text{Paralaje} = \sqrt{43,9^2 + 2,6^2} = 44\text{mm.}$$

EJERCICIO PRÁCTICO Número 5.-

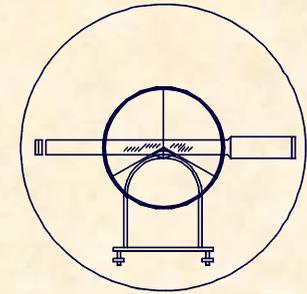
PARALAJE DEL PUNTO B

$$\left. \begin{array}{l} \Delta X = 59,4 - 23,3 = 36,1 \\ \Delta Y = 41,3 - 33,6 = 7,7 \end{array} \right\} \text{Paralaje} = \sqrt{36,1^2 + 7,7^2} = 36,9\text{mm.}$$

ALTURA DE VUELO

Escala	1/8.500	}	$\frac{1}{E} = \frac{f}{H} \Rightarrow H = E \cdot f$
Distancia Focal	152,23 mm		

$$H = 8.500 \cdot 152,23 = 1.302.455\text{mm} = 1.302,455\text{m}$$



EJERCICIO PRÁCTICO Número 5.-

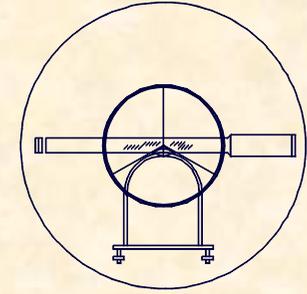
BASE FOTOGAMÉTRICA

$$\left. \begin{array}{l} \Delta X = 43,9 - 0 = 43,9 \\ \Delta Y = 0 - 0 = 0 \end{array} \right\} Base = \sqrt{43,9^2 + 0^2} = 43,9mm.$$

$$Base = B = 43,9 \cdot 8.500 = 373.150mm.$$

DESNIVEL ENTRE PUNTOS

$$\left. \begin{array}{l} Z_A - Z_B = B \cdot f \cdot \left(\frac{1}{P_A} - \frac{1}{P_B} \right) = \\ Z_A - Z_B = 373,150 \cdot 152,23 \cdot \left(\frac{1}{44} - \frac{1}{36,9} \right) = \end{array} \right\} \text{Desnivel} = -248,406 \text{ m.}$$



EJERCICIO PRÁCTICO Número 5.-

DISTANCIA REDUCIDA

$$h = \left(\frac{n-m}{n} \right) \cdot H$$

$$248,406 = \left(\frac{n-30}{n} \right) \cdot 1.302,455$$

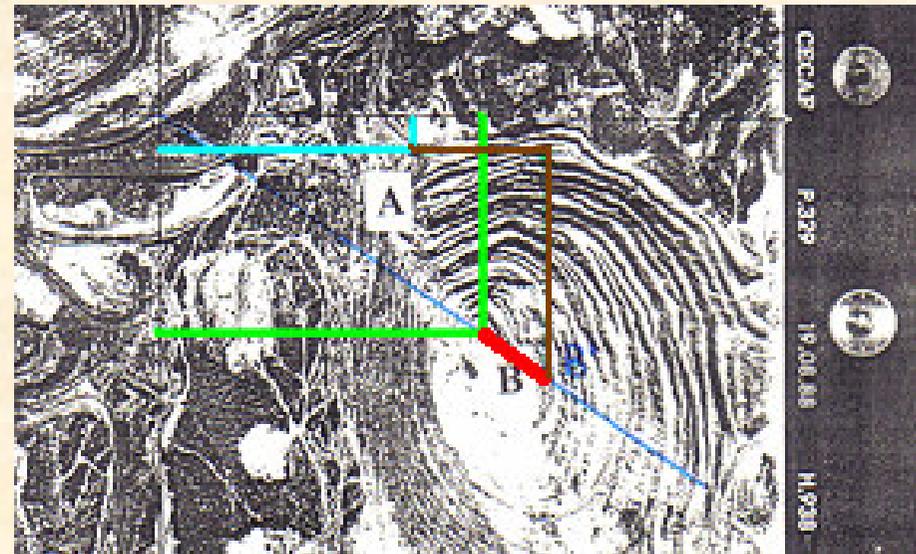
$$n = 37 \text{ mm.} \Rightarrow B'$$

Distancia entre A y B' = 20 mm.

$$D_A^B = 20 \cdot 2,584 \cdot 8.500$$

2,2584 = Reducción _ Fotocopiadora

8.500 = Escala _ Fotografía _ Aérea



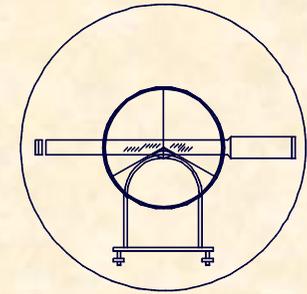
Distancia = 439,28 m.



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA

E. U. INGENIERÍA TÉCNICA MINERA



EJERCICIO PRÁCTICO Número 6.-

Sobre una fotografía aérea a escala 1/5.000 llevada a cabo con una cámara métrica de distancia focal 160mm. se representan la base de tres antenas de 100m de altura que forman un triángulo equilátero de 600m. de lado así como una nave industrial de planta cuadrada de 100m de lado y 100m de altura. Ubicada de forma que el centro de la nave está en la intersección de las mediatrices de cualquier lado, siendo los lados de la nave paralelos o normales al lado del triángulo.

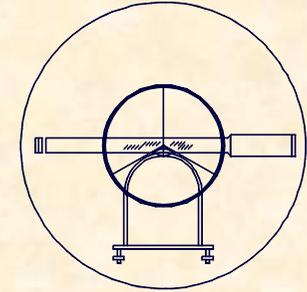
Sabiendo que el punto principal de la fotografía pasa por el centro geométrico del triángulo y el punto de fuga de las sombras se considera cualquiera de las dos esquinas de la nave situadas fuera del triángulo. **OBTENER:**

Imagen de las antenas

Sombra de las antenas

Imagen de la nave industrial

Sombra de la nave industria



EJERCICIO PRÁCTICO Número 6.-

ALTURA DE VUELO

$$\left. \begin{array}{ll} \text{Escala} & 1/8.500 \\ \text{Distancia Focal} & 152,23 \text{ mm} \end{array} \right\}$$

$$\frac{1}{E} = \frac{f}{H} \Rightarrow H = E \cdot f$$

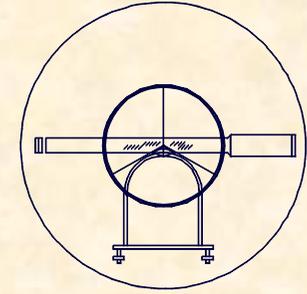
$$H = 5.000 \cdot 160,00 = 800.000 \text{ mm} = 800 \text{ m}$$

REPRESENTACIÓN ANTENAS

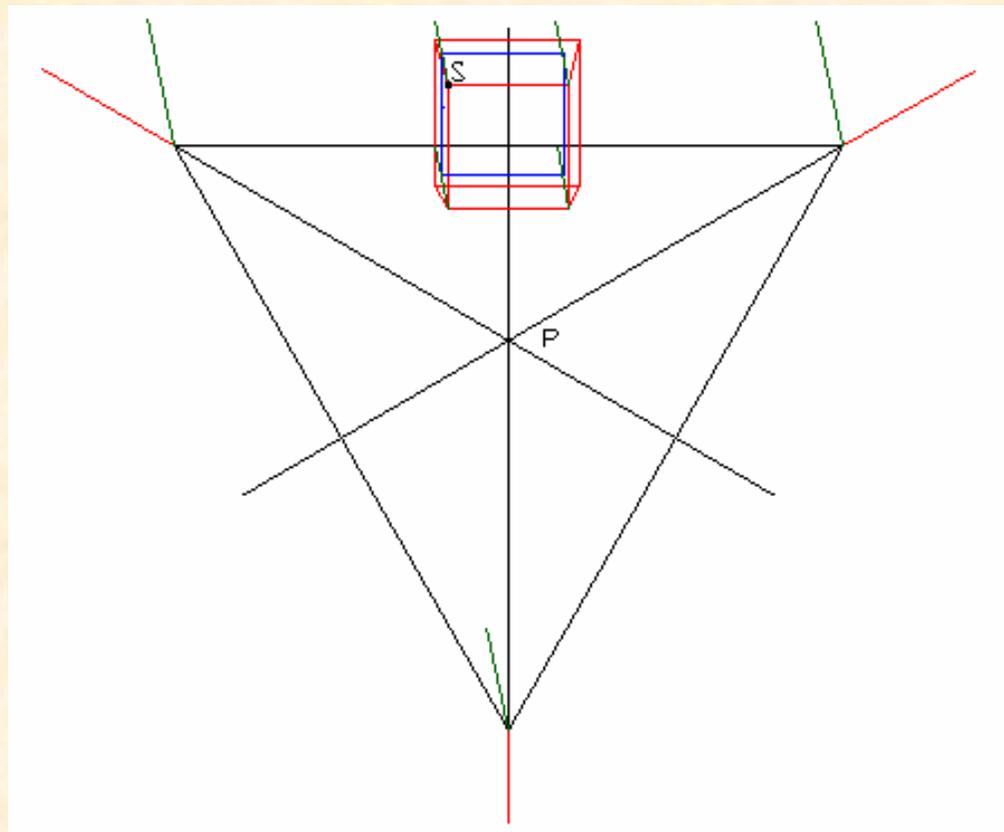
$$h = \left(\frac{n-m}{n} \right) \cdot H \Leftrightarrow 100 = \left(\frac{n-70}{n} \right) \cdot 800 \Rightarrow n = 80 \text{ mm.}$$

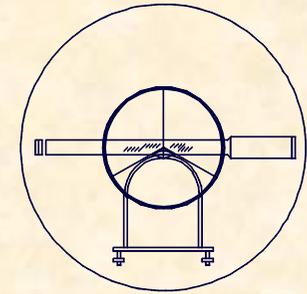
REPRESENTACIÓN EDIFICIO

$$h = \left(\frac{n-m}{n} \right) \cdot H \Leftrightarrow 100 = \left(\frac{n-27}{n} \right) \cdot 800 \Rightarrow n = 30,8 \text{ mm.}$$



EJERCICIO PRÁCTICO Número 6.-

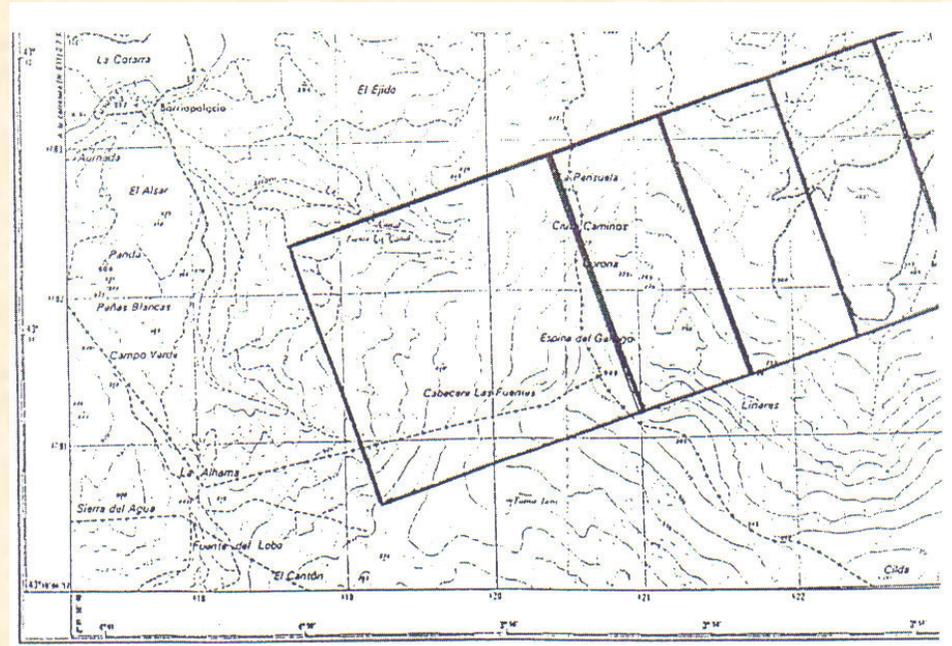


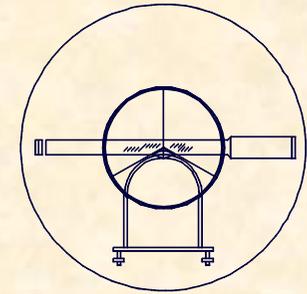


EJERCICIO PRÁCTICO Número 7.-

Dado el mapa topográfico sobre el que se representa el esquema de un vuelo fotogramétrico llevado a cabo con una cámara métrica de 152,41mm. **OBTENER:**

- 1.- Altura de vuelo.
- 2.- Escala de la fotografía.
- 3.- Superficie recubierta en un par estereoscópico.
- 4.- Que longitud de pasada recubierta tendrá la pasada suponiendo los parámetros habituales y que ésta tenga 10 fotogramas.





EJERCICIO PRÁCTICO Número 7.-

ESCALA DEL MAPA

20 mm → 1.000.000 mm

1 → E_{MAPA}

$$E_{MAPA} = 1/50.000$$

ESCALA DE LA FOTO

1 → 50.000

35 mm. → L_{FOTO}

$$L_{FOTO} = 1.750 \text{ m.}$$

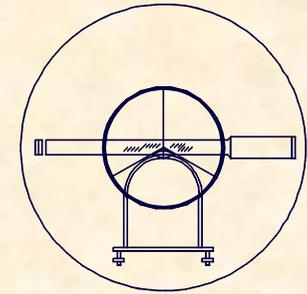
230 mm. → 1.750.000

1 → E_{FOTO}

$$E_{FOTO} = 7.608$$

E_{FOTO}

1/7.600



ALTURA DE VUELO

Escala 1/7.600
Distancia Focal 152,41 mm

EJERCICIO PRÁCTICO Número 7.-

$$\frac{1}{E} = \frac{f}{H} \Rightarrow H = E \cdot f$$

$$H = 7.600 \cdot 152,41 = 1.158.316 \text{ mm} = 1.158,316 \text{ m}$$

SUPERFICIE RECUBIERTA

$$\text{Superficie} = \frac{0,23 \cdot 0,23 \cdot 0,6 \cdot 7.600^2}{10.000} = 183,3 \text{ ha}$$

LONGITUD RECUBIERTA

$$L_n = \frac{L}{100} [P + (N - 2) \cdot (100 - P)] =$$

$$L_n = \frac{0,23 \cdot 7600}{100} [60 + (10 - 2) \cdot (100 - 60)] =$$

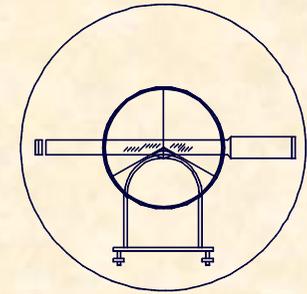
$$L_n = 6.642,40 \text{ m.}$$



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA

E. U. INGENIERÍA TÉCNICA MINERA



2.- TEORÍA DE ERRORES APLICADA A LA TOPOGRAFÍA

2.1.- NECESIDAD Y LIMITES DE SU ESTUDIO

INEVITABILIDAD Y CAUSAS DE ERROR

Toda técnica de medida está sometida a la inevitable dependencia de los errores. Como principales causas del error se pueden establecer:

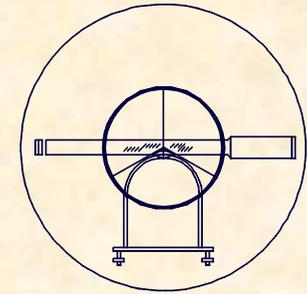
- A.- LIMITACIÓN DE LOS SENTIDOS
- B.- CONDICIONES INSTRUMENTALES
- C.- CONDICIONES AMBIENTALES



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA

E. U. INGENIERÍA TÉCNICA MINERA



2.- TEORÍA DE ERRORES APLICADA A LA TOPOGRAFÍA

2.1.- NECESIDAD Y LIMITES DE SU ESTUDIO

TIPOS DE ERROR

•GROSEROS O EQUIVOCACIONES.-

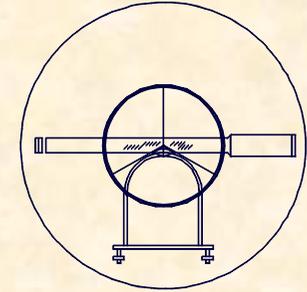
- No son admisibles y fácilmente evitables, suelen representar variaciones sustanciales frente a la magnitud real.

•SISTEMÁTICOS.-

- Se presentan al realizar una medida y proceden de una causa permanente que obliga a cometerlo siguiendo una tendencia marcada, son evitables con una metodología adecuada.

•ACCIDENTALES.-

- Proviene de todas las causas posibles no siguiendo ninguna tendencia marcada, se pueden acotar pero no evitar.

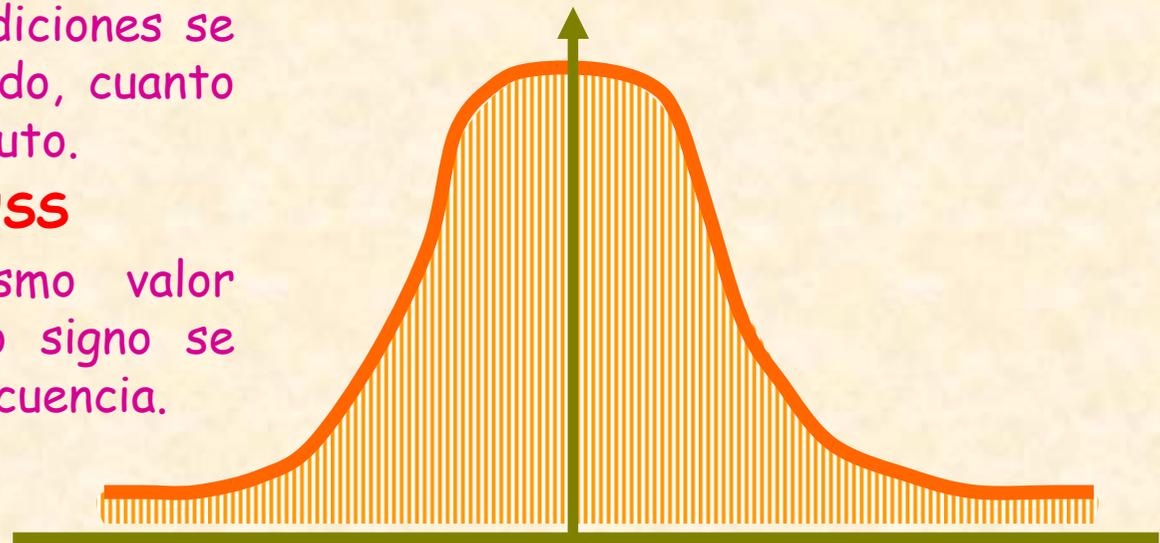


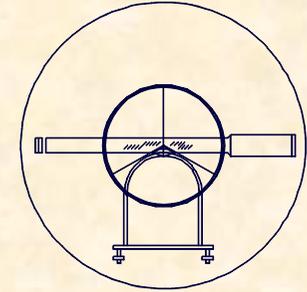
2.- TEORÍA DE ERRORES APLICADA A LA TOPOGRAFÍA

2.1.- NECESIDAD Y LIMITES DE SU ESTUDIO

PROBABILIDAD MATEMÁTICA

- **1º POSTULADO DE GAUSS**
 - Los errores en las mediciones se presentan más a menudo, cuanto menor es su valor absoluto.
- **2º POSTULADO DE GAUSS**
 - Los errores del mismo valor absoluto pero distinto signo se presentan con igual frecuencia.





2.- TEORÍA DE ERRORES APLICADA A LA TOPOGRAFÍA

2.2.- ERRORES EN LAS MEDICIONES DIRECTAS

EL VALOR MÁS PROBABLE

$$\bar{X} = \mu = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$$

EL ERROR MEDIO CUADRÁTICO

$$R_1 = \bar{X} - x_1$$

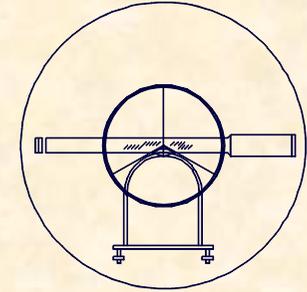
$$R_2 = \bar{X} - x_2$$

$$R_3 = \bar{X} - x_3$$

.....

$$R_n = \bar{X} - x_n$$

$$e_c = \sqrt{\frac{\sum R^2}{(n-1)}}$$



2.- TEORÍA DE ERRORES APLICADA A LA TOPOGRAFÍA
2.2.- ERRORES EN LAS MEDICIONES DIRECTAS

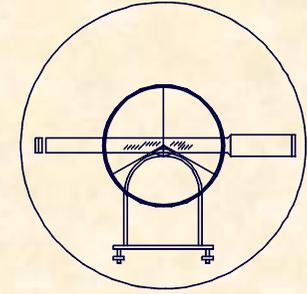
EL ERROR MEDIO CUADRÁTICO DE LA MEDIA

$$e_c^\mu = \frac{e_c}{\sqrt{n}}$$

PRECISIÓN DE UNA MEDIDA AISLADA

$$x_1 \pm e_c \Leftrightarrow x_2 \pm e_c$$

$$x_3 \pm e_c \dots \dots x_n \pm e_c$$



2.- TEORÍA DE ERRORES APLICADA A LA TOPOGRAFÍA

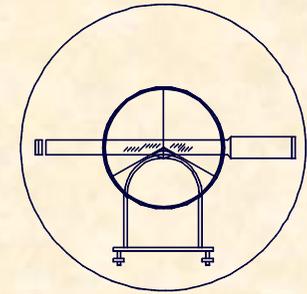
2.2.- ERRORES EN LAS MEDICIONES DIRECTAS

PRECISIÓN DEL VALOR MÁS PROBABLE

$$\bar{X} \pm e_c^\mu = \mu \pm e_c^\mu$$

ERROR MÁXIMO

$$e_a = 2,5 \cdot e_c$$

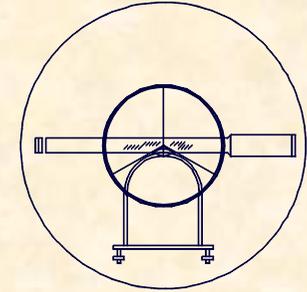


2.- TEORÍA DE ERRORES APLICADA A LA TOPOGRAFÍA

2.3.- EL ERROR COMO VARIABLE ALEATORIA

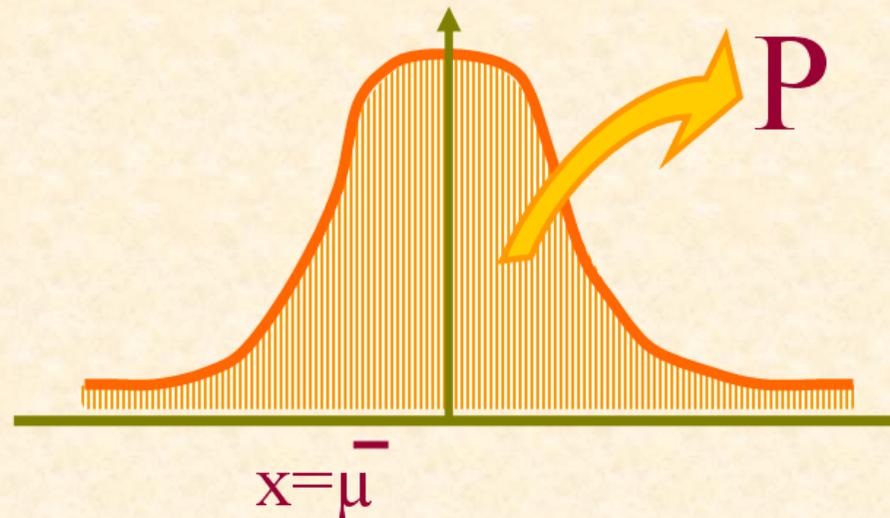
COMPORTAMIENTO DEL ERROR

- A.- Todas las observaciones fluctúan alrededor de un valor centrado.
- B.- Las desviaciones positivas y negativas se producen con igual frecuencia.
- C.- Las pequeñas desviaciones son más frecuentes que las grandes.
- D.- Se puede por lo tanto encerrar la probabilidad en una curva que represente la probabilidad mediante el área encerrada. (campana de GAUSS)

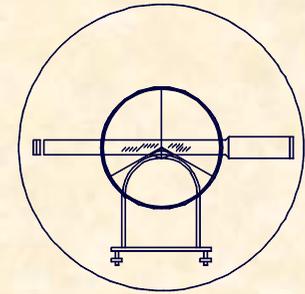


2.- TEORÍA DE ERRORES APLICADA A LA TOPOGRAFÍA
2.3.- EL ERROR COMO VARIABLE ALEATORIA

CAMPANA DE GAUSS



- El área encerrada representa el total de la probabilidad.
- La curva es simétrica respecto a μ .



2.- TEORÍA DE ERRORES APLICADA A LA TOPOGRAFÍA

2.3.- EL ERROR COMO VARIABLE ALEATORIA

NORMALIZACIÓN DE LA CAMPANA DE GAUSS

$$F_X(X) = P(X \leq x) = \frac{1}{\sqrt{2 \cdot \pi}} \cdot \int_{-\infty}^x e^{-\frac{x^2}{2}} dx$$

$$F(x) = \frac{VP - \bar{X}}{e_c}$$

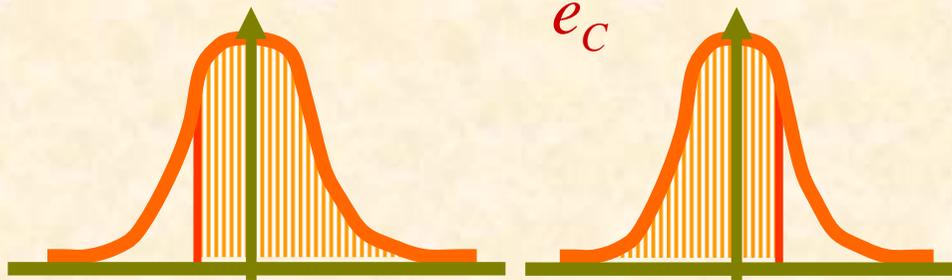
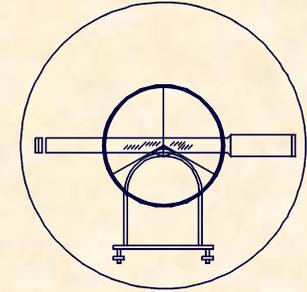


TABLA DE LA DISTRIBUCION NORMAL N(0, 1)

$$F_x(x) = P[X \leq x] = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-t^2/2} dt$$

Valores de $F(x)$

x	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,0	0,5000	0,5040	0,5080	0,5120	0,5160	0,5199	0,5239	0,5279	0,5319	0,5359
0,1	0,5398	0,5438	0,5478	0,5517	0,5557	0,5596	0,5636	0,5675	0,5714	0,5753
0,2	0,5793	0,5832	0,5871	0,5910	0,5948	0,5987	0,6026	0,6064	0,6103	0,6141
0,3	0,6179	0,6217	0,6255	0,6293	0,6331	0,6368	0,6406	0,6443	0,6480	0,6517
0,4	0,6554	0,6591	0,6628	0,6664	0,6700	0,6736	0,6772	0,6808	0,6844	0,6879
0,5	0,6915	0,6950	0,6985	0,7019	0,7054	0,7088	0,7123	0,7157	0,7190	0,7224
0,6	0,7257	0,7291	0,7324	0,7357	0,7389	0,7422	0,7454	0,7486	0,7517	0,7549
0,7	0,7580	0,7611	0,7642	0,7673	0,7704	0,7734	0,7764	0,7794	0,7823	0,7852
0,8	0,7881	0,7910	0,7939	0,7967	0,7995	0,8023	0,8051	0,8078	0,8106	0,8133
0,9	0,8159	0,8186	0,8212	0,8238	0,8264	0,8289	0,8315	0,8340	0,8365	0,8389
1,0	0,8413	0,8438	0,8461	0,8485	0,8508	0,8531	0,8554	0,8577	0,8599	0,8621
1,1	0,8643	0,8665	0,8686	0,8708	0,8729	0,8749	0,8770	0,8790	0,8810	0,8830
1,2	0,8849	0,8869	0,8888	0,8907	0,8925	0,8944	0,8962	0,8980	0,8997	0,9015
1,3	0,9032	0,9049	0,9066	0,9082	0,9099	0,9115	0,9131	0,9147	0,9162	0,9177
1,4	0,9192	0,9207	0,9222	0,9236	0,9251	0,9265	0,9279	0,9292	0,9306	0,9319
1,5	0,9332	0,9345	0,9357	0,9370	0,9382	0,9394	0,9406	0,9418	0,9429	0,9441
1,6	0,9452	0,9463	0,9474	0,9484	0,9495	0,9505	0,9515	0,9525	0,9535	0,9545
1,7	0,9554	0,9564	0,9573	0,9582	0,9591	0,9599	0,9608	0,9616	0,9625	0,9633
1,8	0,9641	0,9649	0,9656	0,9664	0,9671	0,9678	0,9686	0,9693	0,9699	0,9706
1,9	0,9713	0,9719	0,9726	0,9732	0,9738	0,9744	0,9750	0,9756	0,9761	0,9767
2,0	0,9772	0,9778	0,9783	0,9788	0,9793	0,9798	0,9803	0,9808	0,9812	0,9817
2,1	0,9821	0,9826	0,9830	0,9834	0,9838	0,9842	0,9846	0,9850	0,9854	0,9857
2,2	0,9861	0,9864	0,9868	0,9871	0,9875	0,9878	0,9881	0,9884	0,9887	0,9890
2,3	0,9893	0,9896	0,9898	0,9901	0,9904	0,9906	0,9909	0,9911	0,9913	0,9916
2,4	0,9918	0,9920	0,9922	0,9925	0,9927	0,9929	0,9931	0,9932	0,9934	0,9936
2,5	0,9938	0,9940	0,9941	0,9943	0,9945	0,9946	0,9948	0,9949	0,9951	0,9952
2,6	0,9953	0,9955	0,9956	0,9957	0,9959	0,9960	0,9961	0,9962	0,9963	0,9964
2,7	0,9965	0,9966	0,9967	0,9968	0,9969	0,9970	0,9971	0,9972	0,9973	0,9974
2,8	0,9974	0,9975	0,9976	0,9977	0,9977	0,9978	0,9979	0,9979	0,9980	0,9981
2,9	0,9981	0,9982	0,9982	0,9983	0,9984	0,9984	0,9985	0,9985	0,9986	0,9986
3,0	0,9987	0,9987	0,9987	0,9988	0,9988	0,9989	0,9989	0,9989	0,9990	0,9990
3,1	0,9990	0,9991	0,9991	0,9991	0,9992	0,9992	0,9992	0,9992	0,9993	0,9993
3,2	0,9993	0,9993	0,9994	0,9994	0,9994	0,9994	0,9994	0,9995	0,9995	0,9995
3,3	0,9995	0,9995	0,9995	0,9996	0,9996	0,9996	0,9996	0,9996	0,9996	0,9997
3,4	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9998
3,6	0,9998	0,9998	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999



2.- TEORÍA DE ERRORES APLICADA A LA TOPOGRAFÍA

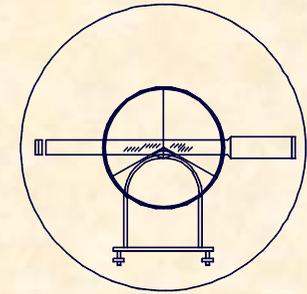
2.4.- OBSERVACIONES CON DIFERENTE PESO

PESO DE UNA OBSERVACIÓN

$$P_A = \left(\frac{1}{e_{C_A}^\mu} \right)^2 ; P_B = \left(\frac{1}{e_{C_B}^\mu} \right)^2$$

MEDIA PONDERADA

$$\mu_F = \frac{X_A \cdot P_A + X_B \cdot P_B}{P_A + P_B}$$



2.- TEORÍA DE ERRORES APLICADA A LA TOPOGRAFÍA
2.4.- OBSERVACIONES CON DIFERENTE PESO

ERROR EN LA MEDIA PONDERADA

$$E = \sqrt{\frac{\sum_i^n \delta^2 \cdot P_i}{(n-1) \sum_i^n P_i}}$$

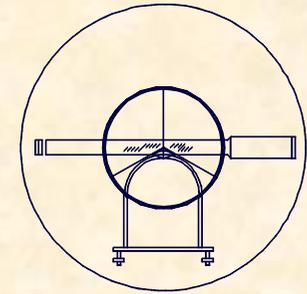
$$\delta_A = \bar{X}_A - \mu_F$$

$$\delta_B = \bar{X}_B - \mu_F$$

$$\delta_C = \bar{X}_C - \mu_F$$

.....

$$\delta_n = \bar{X}_n - \mu_F$$



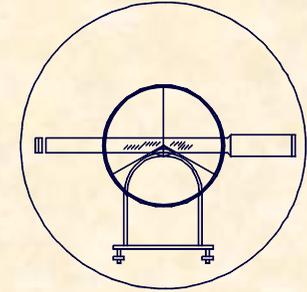
EJERCICIO PRÁCTICO Número 8.-

A.- Para medir 2.000 m. se utiliza una cinta métrica de 25m. midiendo tramos de 20m. cada uno . Sabiendo que el error en cada tramo es de 1,5 cm. Calcular el error total en la medición.

$$e_{TOTAL} = e_{TRAMO} \cdot \sqrt{n}$$

$$e_{TOTAL} = 1,5 \cdot \sqrt{\frac{2000}{20}}$$

$$e_{TOTAL} = 15cm$$



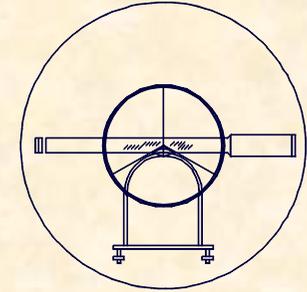
EJERCICIO PRÁCTICO Número 8.-

B.- El error cuadrático en la determinación de un ángulo es de 5^{cc} . Evaluar el error sabiendo que se han efectuado cuatro lecturas.

$$e_{\text{TRAMO}} = \frac{e_{\text{TOTAL}}}{\sqrt{n}}$$

$$e_{\text{TRAMO}} = \frac{5}{\sqrt{4}}$$

$$e_{\text{TRAMO}} = 2,5^{\text{cc}}$$



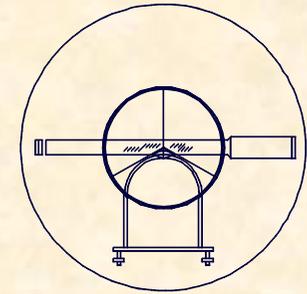
EJERCICIO PRÁCTICO Número 8.-

C.- El error angular cenital depende de tres circunstancias independientes. El error medio cuadrático de las tres es 4^{cc}, 10^{cc} y 8^{cc} respectivamente. Calcular el error medio cuadrático final.

$$e_c = \sqrt{e_1^2 + e_2^2 + \dots + e_n^2}$$

$$e_c = \sqrt{4^2 + 10^2 + 8^2}$$

$$e_c = 13,4^{cc}$$



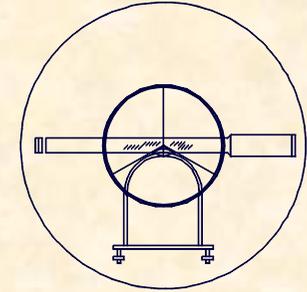
EJERCICIO PRÁCTICO Número 9.-

Una distancia se mide con un determinado instrumento, obteniéndose los siguientes resultados:

52,3 52,2 52,2 51,8 52,7
51,7 51,9 52,4 52,1 51,7

Calcular:

- A.- El valor más probable.
- B.- El error medio cuadrático
- C.- Precisión de una medida aislada.
- D.- Precisión del valor más probable.
- E.- Probabilidad de que el valor resulte inferior a 52,4
- F.- Probabilidad de que el valor resulte mayor que 52



EJERCICIO PRÁCTICO Número 9.-

VALOR MÁS PROBABLE

$$\bar{x} = \frac{52,3 + 52,2 + 52,7 + 51,9 + 52,1 + 52,2 + 51,8 + 52,4 + 51,7}{10}$$

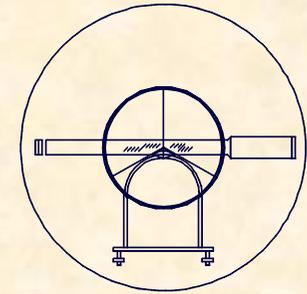
$$\bar{x} = \mu = 52,10$$

ERROR MEDIO CUADRÁTICO

$$\sum R = 0; \sum R^2 = 0,96 \quad \Rightarrow \quad e_c = \sqrt{\frac{0,96}{(10-1)}} = 0,3266$$

ERROR MEDIO CUADRÁTICO DE LA MEDIA

$$e_c^\mu = \frac{e_c}{\sqrt{n}} = \frac{0,3266}{\sqrt{10}} = 0,1032$$



EJERCICIO PRÁCTICO Número 9.-

PRECISIÓN DE UNA MEDIDA AISLADA

$$X_i \pm e_c$$

$$52,3 \pm 0,33$$

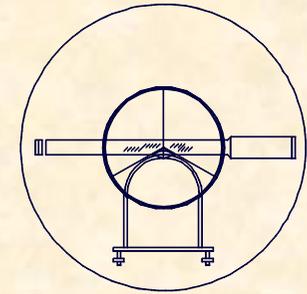
$$52,2 \pm 0,33$$

.....

PRECISIÓN DEL VALOR MÁS PROBABLE

$$\bar{X} \pm e_c^{\mu}$$

$$52,10 \pm 0,11$$



EJERCICIO PRÁCTICO Número 9.-

PROBABILIDAD < 52,4

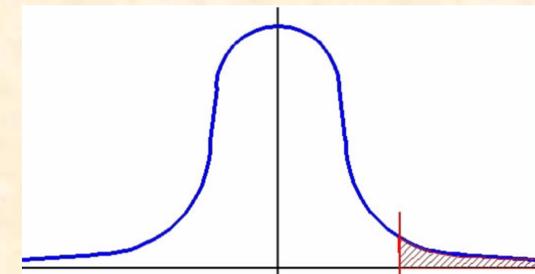
$$TABLA = \frac{VP - \bar{X}}{e_c} = \frac{52,4 - 52,1}{0,3266} = 0,92$$

TABLA DE LA DISTRIBUCIÓN NORMAL $N(0, 1)$

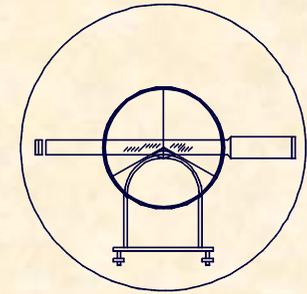
$$F_z(x) = P[X \leq x] = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{1}{2}t^2} dt$$

Valores de $F(x)$

x	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,0	0,5000	0,5040	0,5080	0,5120	0,5160	0,5199	0,5239	0,5279	0,5319	0,5359
0,1	0,5398	0,5438	0,5478	0,5517	0,5557	0,5596	0,5636	0,5675	0,5714	0,5753
0,2	0,5793	0,5832	0,5871	0,5910	0,5948	0,5987	0,6026	0,6064	0,6103	0,6141
0,3	0,6179	0,6217	0,6255	0,6293	0,6331	0,6368	0,6406	0,6443	0,6480	0,6517
0,4	0,6554	0,6591	0,6628	0,6664	0,6700	0,6736	0,6772	0,6808	0,6844	0,6879
0,5	0,6915	0,6950	0,6985	0,7019	0,7054	0,7088	0,7123	0,7157	0,7190	0,7224
0,6	0,7257	0,7291	0,7324	0,7357	0,7389	0,7422	0,7454	0,7486	0,7517	0,7549
0,7	0,7580	0,7611	0,7642	0,7673	0,7704	0,7734	0,7764	0,7794	0,7823	0,7852
0,8	0,7881	0,7910	0,7939	0,7967	0,7995	0,8023	0,8051	0,8078	0,8106	0,8133
0,9	0,8159	0,8186	0,8212	0,8238	0,8264	0,8289	0,8315	0,8340	0,8365	0,8389



En la tabla se obtiene 0,8212 es decir **82,12%**



EJERCICIO PRÁCTICO Número 9.-

PROBABILIDAD >52,0

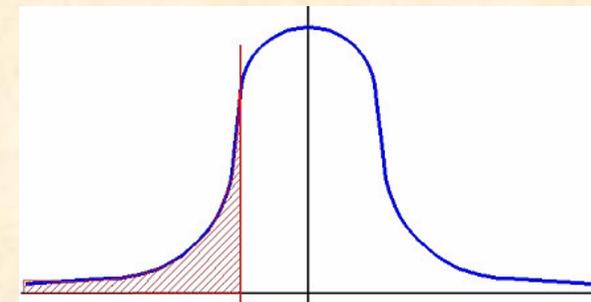
$$TABLA = \frac{VP - \bar{X}}{e_c} = \frac{52,0 - 52,1}{0,3266} = -0,31$$

TABLA DE LA DISTRIBUCION NORMAL N(0, 1)

$$F_x(x) = P(X \leq x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-t^2/2} dt$$

Valores de F(x)

x	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,0	0,5000	0,5040	0,5080	0,5120	0,5160	0,5199	0,5239	0,5279	0,5319	0,5359
0,1	0,5398	0,5438	0,5478	0,5517	0,5557	0,5596	0,5636	0,5675	0,5714	0,5753
0,2	0,5793	0,5832	0,5871	0,5910	0,5948	0,5987	0,6026	0,6064	0,6103	0,6141
0,3	0,6179	0,6217	0,6255	0,6293	0,6331	0,6368	0,6406	0,6443	0,6480	0,6517
0,4	0,6554	0,6591	0,6628	0,6664	0,6700	0,6736	0,6772	0,6808	0,6844	0,6879
0,5	0,6915	0,6950	0,6985	0,7019	0,7054	0,7088	0,7123	0,7157	0,7190	0,7224
0,6	0,7257	0,7291	0,7324	0,7357	0,7389	0,7422	0,7454	0,7486	0,7517	0,7549
0,7	0,7580	0,7611	0,7642	0,7673	0,7704	0,7734	0,7764	0,7794	0,7823	0,7852
0,8	0,7881	0,7910	0,7939	0,7967	0,7995	0,8023	0,8051	0,8078	0,8106	0,8133
0,9	0,8159	0,8186	0,8212	0,8238	0,8264	0,8289	0,8314	0,8340	0,8365	0,8389



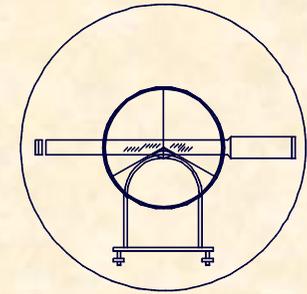
En la tabla se obtiene 0,6217 es decir **62,17%**



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA

E. U. INGENIERÍA TÉCNICA MINERA



EJERCICIO PRÁCTICO Número 10.-

Un equipo topográfico evalúa un cierto ángulo horizontal obteniendo los siguientes valores:

48°15'20"

48°14'40"

48°15'40"

48°15'10"

48°14'50"

48°15'20"

48°14'50"

48°16'10"

48°16'00"

48°15'40"

Calcular:

A.- El valor más probable.

B.- El error medio cuadrático

C.- Precisión de una medida aislada.

D.- Precisión del valor más probable.

E.- Probabilidad de que el valor resulte inferior a 48°15'36"

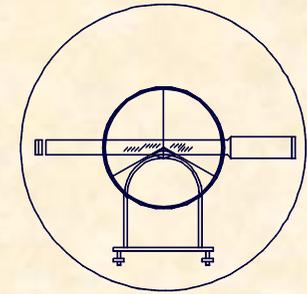
F.- Probabilidad de que el valor resulte mayor que 48°15'00"



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

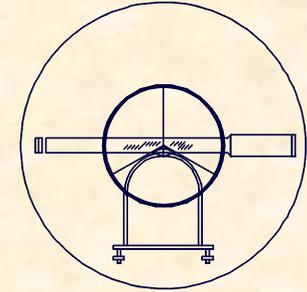
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA

E. U. INGENIERÍA TÉCNICA MINERA



EJERCICIO PRÁCTICO Número 10.-

$48^{\circ}15'20''$	$= 48 \times 3600 +$	$15 \times 60 + 20 = 920''$
$48^{\circ}15'40''$	$= 48 \times 3600 +$	$15 \times 60 + 40 = 940''$
$48^{\circ}14'50''$	$= 48 \times 3600 +$	$14 \times 60 + 50 = 890''$
$48^{\circ}14'50''$	$= 48 \times 3600 +$	$14 \times 60 + 50 = 890''$
$48^{\circ}16'00''$	$= 48 \times 3600 +$	$16 \times 60 + 0 = 960''$
$48^{\circ}14'40''$	$= 48 \times 3600 +$	$14 \times 60 + 40 = 880''$
$48^{\circ}15'10''$	$= 48 \times 3600 +$	$15 \times 60 + 10 = 910''$
$48^{\circ}15'20''$	$= 48 \times 3600 +$	$15 \times 60 + 20 = 920''$
$48^{\circ}16'10''$	$= 48 \times 3600 +$	$16 \times 60 + 10 = 970''$
$48^{\circ}15'40''$	$= 48 \times 3600 +$	$15 \times 60 + 40 = 940''$



EJERCICIO PRÁCTICO Número 10.-

VALOR MÁS PROBABLE

$$\mu = \frac{920 + 940 + 890 + 890 + 960 + 880 + 910 + 920 + 970 + 940}{10} = 922$$

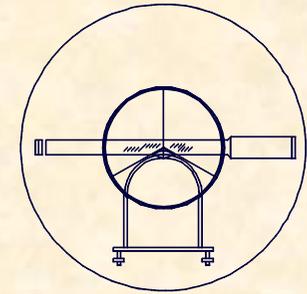
$$\mu = 922'' \Rightarrow \mu = 48^{\circ}15'22''$$

ERROR MEDIO CUADRÁTICO

$$\sum R^2 = 8360'' \quad \Rightarrow \quad e_c = \sqrt{\frac{8360}{(10-1)}} = 30,47''$$

ERROR MEDIO CUADRÁTICO DE LA MEDIA

$$e_c^{\mu} = \frac{e_c}{\sqrt{n}} = \frac{30,5}{\sqrt{10}} = 9,6''$$



EJERCICIO PRÁCTICO Número 10.-

PRECISIÓN DE UNA MEDIDA AISLADA

$$X_i \pm e_c$$

$$48^\circ 15' 20'' \pm 30,5''$$

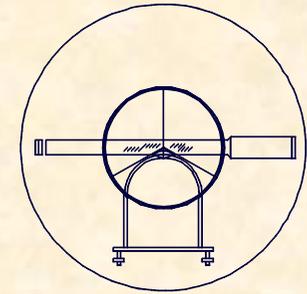
$$18^\circ 15' 40'' \pm 30,5''$$

.....

PRECISIÓN DEL VALOR MÁS PROBABLE

$$\bar{X} \pm e_c^\mu$$

$$48^\circ 15' 22'' \pm 10''$$



EJERCICIO PRÁCTICO Número 10.-

PROBABILIDAD < 48°15'36"

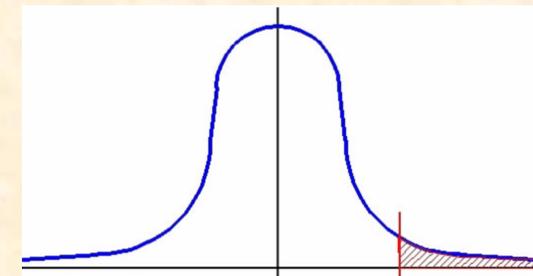
$$TABLA = \frac{VP - \bar{X}}{e_c} = \frac{936 - 922}{30,5} = 0,46$$

TABLA DE LA DISTRIBUCIÓN NORMAL $N(0, 1)$

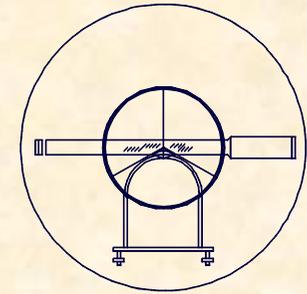
$$F_z(x) = P[X \leq x] = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{1}{2}t^2} dt$$

Valores de $F(x)$

x	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,0	0,5000	0,5040	0,5080	0,5120	0,5160	0,5199	0,5239	0,5279	0,5319	0,5359
0,1	0,5398	0,5438	0,5478	0,5517	0,5557	0,5596	0,5636	0,5675	0,5714	0,5753
0,2	0,5793	0,5832	0,5871	0,5910	0,5948	0,5987	0,6026	0,6064	0,6103	0,6141
0,3	0,6179	0,6217	0,6255	0,6293	0,6331	0,6368	0,6406	0,6443	0,6480	0,6517
0,4	0,6554	0,6591	0,6628	0,6664	0,6700	0,6736	0,6772	0,6808	0,6844	0,6879
0,5	0,6915	0,6950	0,6985	0,7019	0,7054	0,7088	0,7123	0,7157	0,7190	0,7224
0,6	0,7257	0,7291	0,7324	0,7357	0,7389	0,7422	0,7454	0,7486	0,7517	0,7549
0,7	0,7580	0,7611	0,7642	0,7673	0,7704	0,7734	0,7764	0,7794	0,7823	0,7852
0,8	0,7881	0,7910	0,7939	0,7967	0,7995	0,8023	0,8051	0,8078	0,8106	0,8133
0,9	0,8159	0,8186	0,8212	0,8238	0,8264	0,8289	0,8315	0,8340	0,8365	0,8389



En la tabla se obtiene 0,6772 es decir **67,72%**



EJERCICIO PRÁCTICO Número 10.-

PROBABILIDAD $>48^{\circ}15'00''$

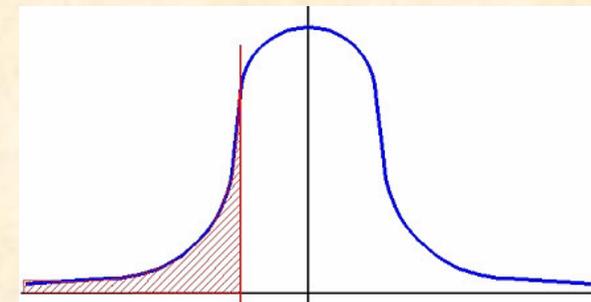
$$TABLA = \frac{VP - \bar{X}}{e_c} = \frac{900 - 922}{30,5} = -0,72$$

TABLA DE LA DISTRIBUCION NORMAL $N(0, 1)$

$$F_x(x) = P(X \leq x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-t^2/2} dt$$

Valores de $F(x)$

x	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,0	0,5000	0,5040	0,5080	0,5120	0,5160	0,5199	0,5239	0,5279	0,5319	0,5359
0,1	0,5398	0,5438	0,5478	0,5517	0,5557	0,5596	0,5636	0,5675	0,5714	0,5753
0,2	0,5793	0,5832	0,5871	0,5910	0,5948	0,5987	0,6026	0,6064	0,6103	0,6141
0,3	0,6179	0,6217	0,6255	0,6293	0,6331	0,6368	0,6406	0,6443	0,6480	0,6517
0,4	0,6554	0,6591	0,6628	0,6664	0,6700	0,6736	0,6772	0,6808	0,6844	0,6879
0,5	0,6915	0,6950	0,6985	0,7019	0,7054	0,7088	0,7123	0,7157	0,7190	0,7224
0,6	0,7257	0,7291	0,7324	0,7357	0,7389	0,7422	0,7454	0,7486	0,7517	0,7549
0,7	0,7580	0,7611	0,7642	0,7673	0,7704	0,7734	0,7764	0,7794	0,7823	0,7852
0,8	0,7881	0,7910	0,7939	0,7967	0,7995	0,8023	0,8051	0,8078	0,8106	0,8133
0,9	0,8159	0,8186	0,8212	0,8238	0,8264	0,8289	0,8314	0,8340	0,8365	0,8389



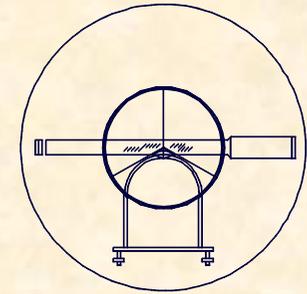
En la tabla se obtiene 0,7642 es decir **76,42%**



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA

E. U. INGENIERÍA TÉCNICA MINERA



EJERCICIO PRÁCTICO Número 11.-

Tres equipos topográficos diferentes evalúan una misma distancia, obteniendo los siguientes resultados:

Equipo A.- 218,27 / 218,14 / 217,98 / 218,10 / 218,31

Equipo B.- 217,51 / 218,37 / 217,81 / 218,22

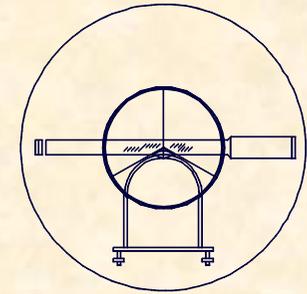
Equipo C.- 218,15 / 218,08 / 218,21

CALCULAR:

- 1.- Los valores más probables de cada medición.
- 2.- El error medio cuadrático de una medición aislada realizada por cada equipo.
- 3.- Precisión de una medida aislada.
- 4.- El error medio cuadrático de los valores más probables.

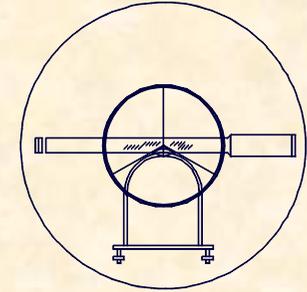


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA
E. U. INGENIERÍA TÉCNICA MINERA



EJERCICIO PRÁCTICO Número 11.-

- 5.- Precisión del valor más probable en cada caso.
- 6.- Error máximo en cada medida.
- 7.- peso de cada una de las medidas.
- 8.- Media ponderada.
- 9.- Calcular las siguientes probabilidades:
 - a.- Probabilidad de obtener una medida mayor que 218.20 utilizando el equipo A
 - b.- Probabilidad de obtener una medida menor que 217,75 utilizando el equipo B
 - c.- Probabilidad de obtener una medida comprendida entre 218,12 y 218,17 empleando el equipo C.



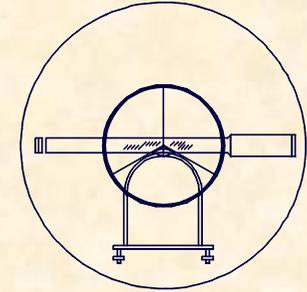
EJERCICIO PRÁCTICO Número 11.-

VALOR MÁS PROBABLE

$$\bar{X}_A = \mu_A = \frac{218,27 + 218,14 + 217,98 + 218,10 + 218,31}{5} = 218,16$$

$$\bar{X}_B = \mu_B = \frac{217,51 + 218,37 + 217,81 + 218,22}{4} = 217,9775$$

$$\bar{X}_C = \mu_C = \frac{218,15 + 218,08 + 218,21}{3} = 218,1466$$



EJERCICIO PRÁCTICO Número 11.-

ERROR MEDIO CUADRÁTICO

$$e_c = \sqrt{\frac{\sum R^2}{(n-1)}}$$

$$\left. \begin{array}{l} R_1 = \bar{X} - x_1 \\ R_2 = \bar{X} - x_2 \\ R_3 = \bar{X} - x_3 \\ \dots\dots\dots \\ R_n = \bar{X} - x_n \end{array} \right\} \begin{array}{c} \sum R = 0 \\ \rightarrow \end{array}$$

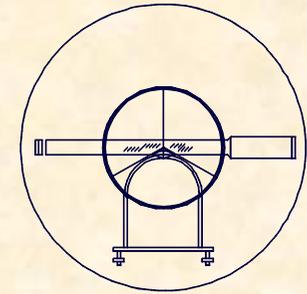
$$e_{cA} = \sqrt{\frac{0,07100}{4}} = 0,1332$$

$$e_{cB} = \sqrt{\frac{0,45940}{3}} = 0,3913$$

$$e_{cC} = \sqrt{\frac{0,00846}{2}} = 0,0650$$

PRECISIÓN DE UNA MEDIDA AISLADA

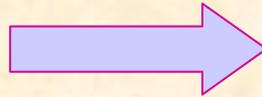
$X_i \pm e_c$	$X_i \pm e_c$	$X_i \pm e_c$
218,27 ± 0,1332	217,51 ± 0,3913	218,15 ± 0,0650
218,14 ± 0,1332	218,37 ± 0,3913	218,08 ± 0,0650
.....



EJERCICIO PRÁCTICO Número 11.-

ERROR MEDIO CUADRÁTICO DE LA MEDIA

$$e_c^\mu = \frac{e_c}{\sqrt{n}}$$



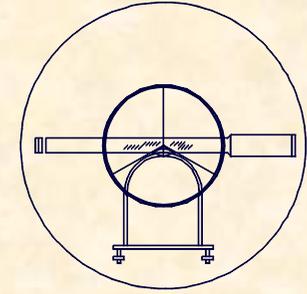
$$\left\{ \begin{array}{l} e_{c_A}^\mu = \frac{e_{c_A}}{\sqrt{n}} = \frac{0,1332}{\sqrt{5}} = 0,0596 \\ e_{c_B}^\mu = \frac{e_{c_B}}{\sqrt{n}} = \frac{0,3913}{\sqrt{4}} = 0,1957 \\ e_{c_C}^\mu = \frac{e_{c_C}}{\sqrt{n}} = \frac{0,0650}{\sqrt{3}} = 0,0375 \end{array} \right.$$

PRECISIÓN DE LA MEDIA O VALOR MAS PROBABLE

$$\bar{X}_A \pm e_{c_A}^\mu \\ 218,16 \pm 0,0596$$

$$\bar{X}_B \pm e_{c_B}^\mu \\ 217,9775 \pm 0,1957$$

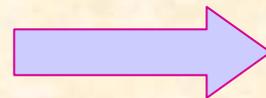
$$\bar{X}_C \pm e_{c_C}^\mu \\ 218,1466 \pm 0,0375$$



EJERCICIO PRÁCTICO Número 11.-

ERROR MÁXIMO EN CADA MEDIDA

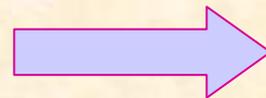
$$e_a = 2,5 \cdot e_c$$



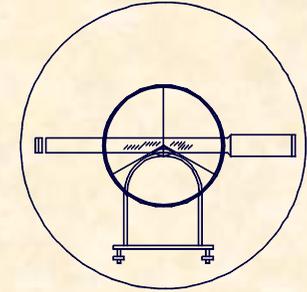
$$\left\{ \begin{array}{l} e_{a_A} = 2,5 \cdot e_{c_A} = 2,5 \cdot 0,1332 = 0,3330 \\ e_{a_B} = 2,5 \cdot e_{c_B} = 2,5 \cdot 0,3913 = 0,9783 \\ e_{a_C} = 2,5 \cdot e_{c_C} = 2,5 \cdot 0,0650 = 0,1625 \end{array} \right.$$

PESO DE CADA OBSERVACIÓN

$$Peso = P = \left(\frac{1}{e_c^\mu} \right)^2$$



$$\left\{ \begin{array}{l} P_A = \left(\frac{1}{e_{c_A}^\mu} \right)^2 = \frac{1}{0,0596^2} = 281,52 \approx 10,78 \\ P_B = \left(\frac{1}{e_{c_B}^\mu} \right)^2 = \frac{1}{0,1957^2} = 26,11 \approx 1 \\ P_C = \left(\frac{1}{e_{c_C}^\mu} \right)^2 = \frac{1}{0,0375^2} = 711,11 \approx 27,24 \end{array} \right.$$



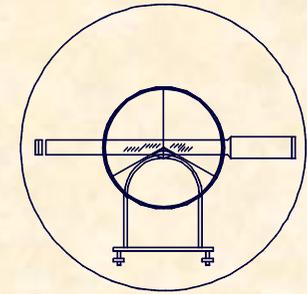
EJERCICIO PRÁCTICO Número 11.-

MEDIA PONDERADA

$$\mu_F = \frac{\bar{X}_A \cdot P_A + \bar{X}_B \cdot P_B + \bar{X}_C \cdot P_C}{P_A + P_B + P_C}$$

$$\mu_F = \frac{218,16 \cdot 281,52 + 217,9775 \cdot 26,11 + 218,1466 \cdot 711,11}{281,52 + 26,11 + 711,11} =$$

$$\mu_F = 218,146$$

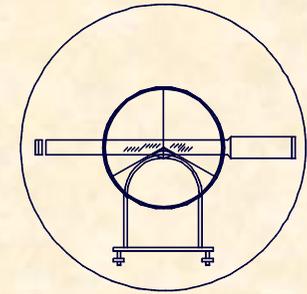


EJERCICIO PRÁCTICO Número 11.-

ERROR EN LA MEDIA PONDERADA

$$\left. \begin{aligned} \delta_A &= \bar{X}_A - \mu_F = 218,1600 - 218,146 = +0,0140 \\ \delta_B &= \bar{X}_B - \mu_F = 217,9775 - 218,146 = -0,1685 \\ \delta_C &= \bar{X}_C - \mu_F = 218,1466 - 218,146 = +0,0006 \end{aligned} \right\} \begin{aligned} \delta_A^2 \cdot P_A &= 0,0140^2 \cdot 281,52 = 0,0552 \\ \delta_B^2 \cdot P_B &= 0,1685^2 \cdot 26,11 = 0,7413 \\ \delta_C^2 \cdot P_C &= 0,0006^2 \cdot 711,11 = 0,0003 \end{aligned}$$

$$E = \sqrt{\frac{\sum_i^n \delta^2 \cdot P_i}{(n-1) \sum_i^n P_i}} = \sqrt{\frac{0,0552 + 0,7413 + 0,0003}{(3-1) \cdot (281,52 + 26,11 + 711,11)}} = 0,019$$



EJERCICIO PRÁCTICO Número 11.-

PROBABILIDAD $>218,20 \Rightarrow$ Equipo A

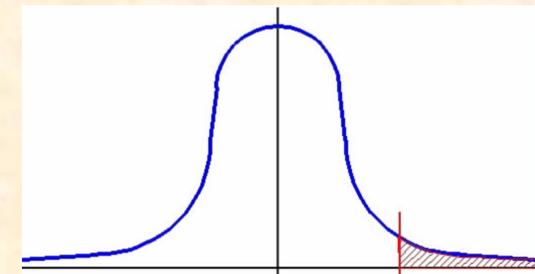
$$TABLA = \frac{VP - \bar{X}_A}{e_{c_A}} = \frac{218,20 - 218,16}{0,1332} = 0,30$$

TABLA DE LA DISTRIBUCION NORMAL $N(0, 1)$

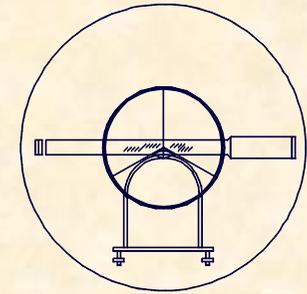
$$F_x(x) = P[X \leq x] = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{1}{2}t^2} dt$$

Valores de $F(x)$

x	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,0	0,5000	0,5040	0,5080	0,5120	0,5160	0,5199	0,5239	0,5279	0,5319	0,5359
0,1	0,5398	0,5438	0,5478	0,5517	0,5557	0,5596	0,5636	0,5675	0,5714	0,5753
0,2	0,5793	0,5832	0,5871	0,5910	0,5948	0,5987	0,6026	0,6064	0,6103	0,6141
0,3	0,6179	0,6217	0,6255	0,6293	0,6331	0,6368	0,6406	0,6443	0,6480	0,6517
0,4	0,6554	0,6591	0,6628	0,6664	0,6700	0,6736	0,6772	0,6808	0,6844	0,6879
0,5	0,6915	0,6950	0,6985	0,7019	0,7054	0,7088	0,7123	0,7157	0,7190	0,7224
0,6	0,7257	0,7291	0,7324	0,7357	0,7389	0,7422	0,7454	0,7486	0,7517	0,7549
0,7	0,7580	0,7611	0,7642	0,7673	0,7704	0,7734	0,7764	0,7794	0,7823	0,7852
0,8	0,7881	0,7910	0,7939	0,7967	0,7995	0,8023	0,8051	0,8078	0,8106	0,8133
0,9	0,8159	0,8186	0,8212	0,8238	0,8264	0,8289	0,8315	0,8340	0,8365	0,8389



En la tabla se obtiene 0,6179 es decir **38,21%**



EJERCICIO PRÁCTICO Número 11.-

PROBABILIDAD <217,75 => Equipo B

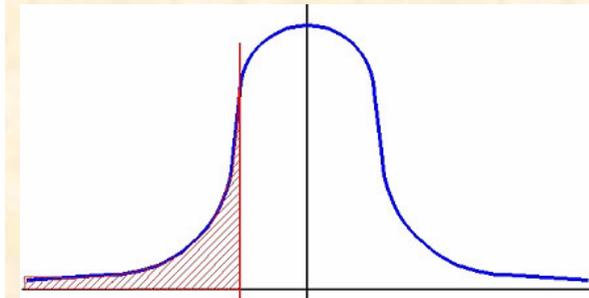
$$TABLA = \frac{VP - \bar{X}_B}{e_{c_B}} = \frac{217,75 - 217,9775}{0,3913} = -0,58$$

TABLA DE LA DISTRIBUCION NORMAL $N(0, 1)$

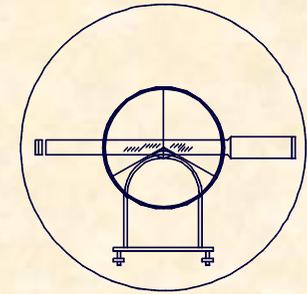
$$F_z(x) = P\{X \leq x\} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-t^2/2} dt$$

Valores de $F(x)$

x	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,0	0,5000	0,5040	0,5080	0,5120	0,5160	0,5199	0,5239	0,5279	0,5319	0,5359
0,1	0,5398	0,5438	0,5478	0,5517	0,5557	0,5596	0,5636	0,5675	0,5714	0,5753
0,2	0,5793	0,5832	0,5871	0,5910	0,5948	0,5987	0,6026	0,6064	0,6103	0,6141
0,3	0,6179	0,6217	0,6255	0,6293	0,6331	0,6368	0,6406	0,6443	0,6480	0,6517
0,4	0,6554	0,6591	0,6628	0,6664	0,6700	0,6736	0,6772	0,6808	0,6844	0,6879
0,5	0,6915	0,6950	0,6985	0,7019	0,7054	0,7088	0,7123	0,7157	0,7190	0,7224
0,6	0,7257	0,7291	0,7324	0,7357	0,7389	0,7422	0,7454	0,7486	0,7517	0,7549
0,7	0,7580	0,7611	0,7642	0,7673	0,7704	0,7734	0,7764	0,7794	0,7823	0,7852
0,8	0,7881	0,7910	0,7939	0,7967	0,7995	0,8023	0,8051	0,8078	0,8106	0,8133
0,9	0,8159	0,8186	0,8212	0,8238	0,8264	0,8289	0,8315	0,8340	0,8365	0,8389



En la tabla se obtiene 0,7190 es decir **28,10%**



EJERCICIO PRÁCTICO Número 11.-

PROBABILIDAD **218,12 < obs < 218,17 => Equipo C**

$$TABLA = \frac{VP - \bar{X}_c}{e_{cc}} = \frac{218,12 - 218,1466}{0,065} = -0,41$$

$$TABLA = \frac{VP - \bar{X}_c}{e_{cc}} = \frac{218,17 - 218,1466}{0,065} = 0,36$$

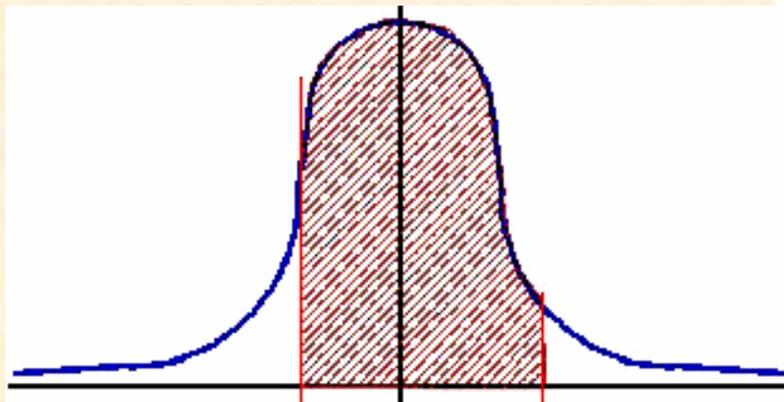


TABLA DE LA DISTRIBUCION NORMAL $N(0, 1)$

$$F_x(x) = P(X \leq x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-t^2/2} dt$$

Valores de $F(x)$

x	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,0	0,5000	0,5040	0,5080	0,5120	0,5160	0,5199	0,5239	0,5279	0,5319	0,5359
0,1	0,5398	0,5438	0,5478	0,5517	0,5557	0,5596	0,5636	0,5675	0,5714	0,5753
0,2	0,5793	0,5832	0,5871	0,5910	0,5948	0,5987	0,6026	0,6064	0,6103	0,6141
0,3	0,6179	0,6217	0,6255	0,6293	0,6331	0,6368	0,6406	0,6443	0,6480	0,6517
0,4	0,6554	0,6591	0,6628	0,6664	0,6700	0,6736	0,6772	0,6808	0,6844	0,6879
0,5	0,6915	0,6950	0,6985	0,7019	0,7054	0,7088	0,7123	0,7157	0,7190	0,7224
0,6	0,7257	0,7291	0,7324	0,7357	0,7389	0,7422	0,7454	0,7486	0,7517	0,7549
0,7	0,7580	0,7611	0,7642	0,7673	0,7704	0,7734	0,7764	0,7794	0,7823	0,7852
0,8	0,7881	0,7910	0,7939	0,7967	0,7995	0,8023	0,8051	0,8078	0,8106	0,8133
0,9	0,8159	0,8186	0,8212	0,8238	0,8264	0,8289	0,8315	0,8340	0,8365	0,8389

$$TABLA = 0,41 \Rightarrow p = 0,6591$$

$$TABLA = 0,36 \Rightarrow p = 0,6406$$

$$P = 0,6591 - (1 - 0,6406) = 0,2997$$

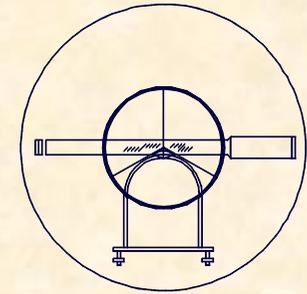
Probabilidad 29,97%



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA

E. U. INGENIERÍA TÉCNICA MINERA

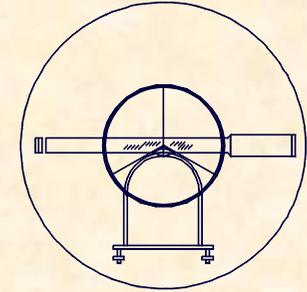


EJERCICIO PRÁCTICO Número 12.-

A.- En la observación de una diana, ubicada en el paramento de un muro de contención del carguero de una explotación minera, se han obtenido las siguientes lecturas captadas con diferentes instrumentos topográficos:

A	B
26°27'15"	26°27'13"
26°27'18"	26°27'20"
26°27'13"	26°27'11"
26°27'16"	26°27'17"

Obtener el valor de la media ponderada.



EJERCICIO PRÁCTICO Número 12.-

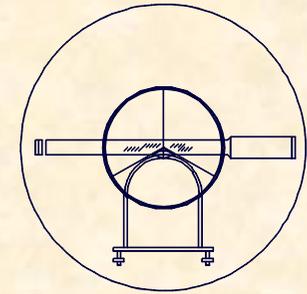
VALOR MÁS PROBABLE

$$\bar{X}_A = \frac{15+18+13+16}{4} = 15,5'' \Rightarrow \bar{X}_A = 26^\circ 27' 15,50''$$

$$\bar{X}_B = \frac{13+20+11+7}{4} = 15,25'' \Rightarrow \bar{X}_B = 26^\circ 27' 15,25''$$

ERROR MEDIO CUADRÁTICO

$$e_{c_A} = \sqrt{\frac{\sum R^2}{n-1}} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} R_1 = 15 - 15,50 = -0,5 \\ R_2 = 18 - 15,50 = 2,5 \\ R_3 = 13 - 15,50 = -2,5 \\ R_4 = 16 - 15,50 = 0,5 \end{array} \right\} \Rightarrow \sum R^2 = 13'' \Rightarrow e_{c_A} = \sqrt{\frac{13}{3}} = 2,08''$$



EJERCICIO PRÁCTICO Número 12.-

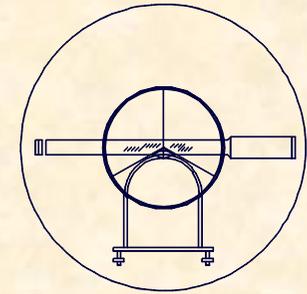
ERROR MEDIO CUADRÁTICO

$$e_{c_B} = \sqrt{\frac{\sum R^2}{n-1}} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} R_1 = 13 - 15,25 = -2,25 \\ R_2 = 20 - 15,25 = 4,75 \\ R_3 = 11 - 15,25 = -4,25 \\ R_4 = 17 - 15,25 = 1,75 \end{array} \right\} \Rightarrow \sum R^2 = 48,75'' \Rightarrow e_{c_B} = \sqrt{\frac{48,75}{3}} = 4,03''$$

ERROR MÁXIMO

$$e_{a_A} = 2,5 \cdot 2,08 = 5,2''$$

$$e_{a_B} = 2,5 \cdot 4,03 = 10,1''$$



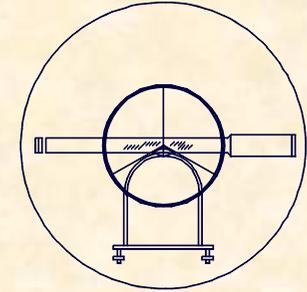
EJERCICIO PRÁCTICO Número 12.-

ERROR MEDIO CUADRÁTICO DE LA MEDIA

$$e_c^\mu = \frac{e_c}{\sqrt{n}} \quad \longrightarrow \quad \left\{ \begin{array}{l} e_{c_A}^\mu = \frac{e_{c_A}}{\sqrt{n}} = \frac{2,08}{\sqrt{4}} = 1,040 \\ e_{c_B}^\mu = \frac{e_{c_B}}{\sqrt{n}} = \frac{4,03}{\sqrt{4}} = 2,015 \end{array} \right.$$

PESO DE CADA OBSERVACIÓN

$$\text{Peso} = P = \left(\frac{1}{e_c^\mu} \right)^2 \quad \longrightarrow \quad \left\{ \begin{array}{l} P_A = \left(\frac{1}{e_{c_A}^\mu} \right)^2 = \frac{1}{1,040^2} = 0,9246 \approx 3,754 \\ P_B = \left(\frac{1}{e_{c_B}^\mu} \right)^2 = \frac{1}{2,015^2} = 0,2463 \approx 1,000 \end{array} \right.$$



EJERCICIO PRÁCTICO Número 12.-

MEDIA PONDERADA

$$\mu_F = \frac{\overline{X}_A \cdot P_A + \overline{X}_B \cdot P_B}{P_A + P_B}$$

$$\mu_F = \frac{15,5'' \cdot 0,9246 + 15,25'' \cdot 0,2463}{0,9246 + 0,2463} = 15,45''$$

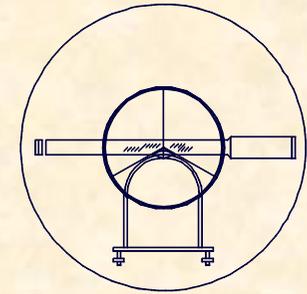
$$\mu_F = 26^\circ 27' 15,45''$$



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA

E. U. INGENIERÍA TÉCNICA MINERA



EJERCICIO PRÁCTICO Número 12.-

B.- En una explotación minera se realizan medidas de la declinación magnética el primer día de cada año. El día 1 de Enero de 1.989 se realizaron con una manómetro de Fenel resultando las siguientes medidas de la declinación:

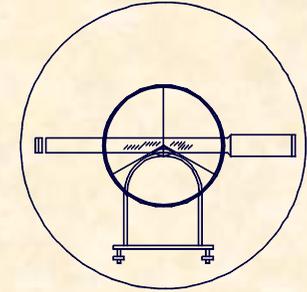
$6^{\circ}18'20''$; $6^{\circ}18'40''$; $6^{\circ}18'30''$; $6^{\circ}18'20''$
 $6^{\circ}18'20''$; $6^{\circ}18'10''$; $6^{\circ}18'00''$

El día 1 de Enero de 1.990 se realizan con un teodolito magnético las siguientes medidas de la declinación:

$6^{\circ}9'20''$; $6^{\circ}9'00''$; $6^{\circ}9'00''$; $6^{\circ}9'20''$
 $6^{\circ}9'20''$; $6^{\circ}8'50''$; $6^{\circ}9'10''$



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA
E. U. INGENIERÍA TÉCNICA MINERA



EJERCICIO PRÁCTICO Número 12.-

Suponiendo que la variación de la declinación magnética, durante el día de la observación es nula, obtener:

1.- Calcular para cada serie de observaciones:

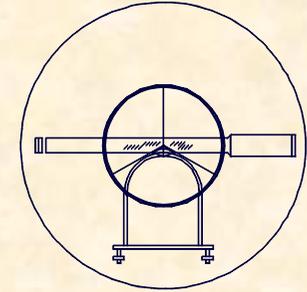
1.1.- El valor más probable.

1.2.- El error medio cuadrático.

1.3.- El error máximo.

2.- Justificar que instrumento es más preciso

3.- Que valor adoptaremos como variación anual de la declinación y con que precisión se determinará.



EJERCICIO PRÁCTICO Número 12.-

VALOR MÁS PROBABLE

$$\bar{X}_A = 6^{\circ}18'20''$$

$$\bar{X}_B = 6^{\circ}9'8,6''$$

ERROR MEDIO CUADRÁTICO

$$e_{c_A} = 12,9''$$

$$e_{c_B} = 12,1''$$

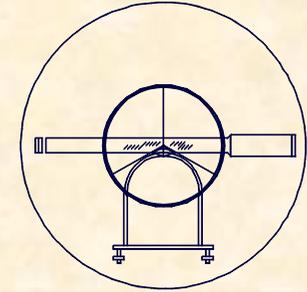
ERROR MÁXIMO

$$e_{a_A} = 32,25$$

$$e_{a_B} = 30,25$$



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA
E. U. INGENIERÍA TÉCNICA MINERA



EJERCICIO PRÁCTICO Número 12.-

INSTRUMENTO MÁS PRECISO

Instrumento B.- Teodolito Magnético

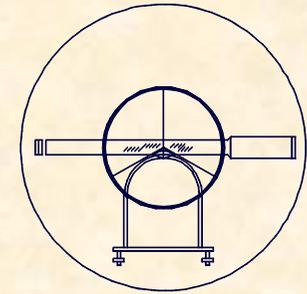
VARIACIÓN ANUAL DE LA DECLINACIÓN

$$V\delta = \delta_A - \delta_B = 6^\circ 18' 20'' - 6^\circ 9' 8,6'' = 0^\circ 9' 11,4''$$

$$\text{Precisión} = \sqrt{12,9^2 + 12,1^2} = 17,7''$$



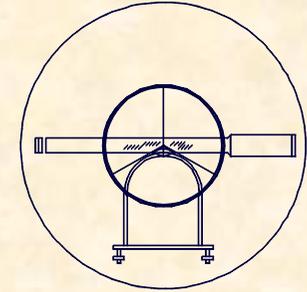
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA
E. U. INGENIERÍA TÉCNICA MINERA



EJERCICIO PRÁCTICO Número 13.-

Para la evaluación de un determinado ángulo mediante métodos topográficos, se utilizan tres instrumentos diferentes. Sabiendo que el peso establecido para una de las metodologías es de 50,36 y su error máximo considerado es de 1,576".

Establecer el valor de la sumatoria de todos los residuos elevados al cuadrado en la mencionada metodología.



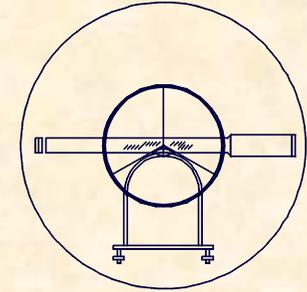
EJERCICIO PRÁCTICO Número 13.-

ERROR MEDIO CUADRÁTICO

$$e_a = 2,5 \cdot e_c \Rightarrow e_c = \frac{e_a}{2,5} = \frac{1,576}{2,5} = 0,6304''$$

ERROR MEDIO CUADRÁTICO DE LA MEDIA

$$P = \left(\frac{1}{e_c^\mu} \right)^2 \Rightarrow e_c^\mu = \frac{1}{\sqrt{P_A}} = \frac{1}{\sqrt{50,36}} = 0,141$$



EJERCICIO PRÁCTICO Número 13.-

NÚMERO DE MEDICIONES

$$e_c^\mu = \frac{e_c}{\sqrt{n}} \Rightarrow n = \left(\frac{e_c}{e_c^\mu} \right)^2 = \left(\frac{0,6304}{0,1410} \right)^2 = 20$$

SUMATORIA DE RESIDUOS AL CUADRADO

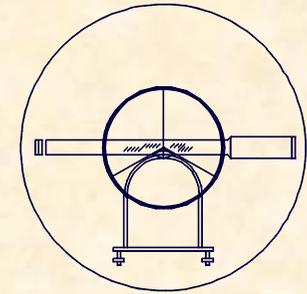
$$e_c = \sqrt{\frac{\sum R^2}{(n-1)}} \Rightarrow \sum R^2 = (n-1) \cdot e_c^2 = (20-1) \cdot 0,6304^2 = 7,55''$$



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA

E. U. INGENIERÍA TÉCNICA MINERA



EJERCICIO PRÁCTICO Número 14.-

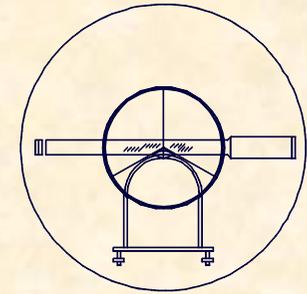
Para llevar a cabo el deslinde de una cuadrícula minera se pretende declinar una brújula. Para ello se posiciona ésta sobre el Vértice Geodésico de Picota visando desde él a los Vértices Geodésicos de Pedruquios y Casuca, obteniendo los siguientes valores:

Rumbo Picota-Pedruquios: $4^{\circ}3'47''$; $4^{\circ}3'59''$; $4^{\circ}4'2''$; $4^{\circ}3'30''$

Rumbo Picota-Casuca: $49^{\circ}14'11''$; $49^{\circ}14'23''$; $49^{\circ}13'52''$

Calcular:

- Valor más probable de los dos grupos de observaciones.
- Error medio cuadrático de los dos grupos de observaciones.
- Error medio cuadrático de la media en los dos grupos de observaciones.
- Probabilidad en el primer grupo de obtener una observación mayor $4^{\circ}3'55''$.
- Probabilidad en el segundo grupo de que una observación resulte entre $49^{\circ}14'00''$ y $49^{\circ}14'15''$.



EJERCICIO PRÁCTICO Número 14.-

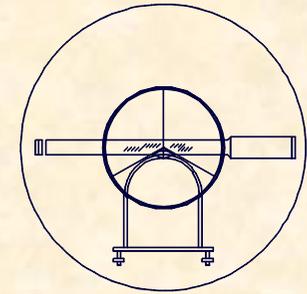
VALOR MÁS PROBABLE

$$\bar{X}_A = \frac{227 + 239 + 242 + 210}{4} = 229,5'' \Rightarrow \bar{X}_A = 4^\circ 3' 49,5''$$

$$\bar{X}_B = \frac{851 + 863 + 832}{3} = 848,666666'' \Rightarrow \bar{X}_B = 49^\circ 14' 8,6''$$

ERROR MEDIO CUADRÁTICO

$$e_{c_A} = \sqrt{\frac{\sum R^2}{n-1}} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} R_1 = 227 - 229,5 = -2,5 \\ R_2 = 239 - 229,5 = 9,5 \\ R_3 = 242 - 229,5 = 12,5 \\ R_4 = 210 - 229,5 = -19,5 \end{array} \right\} \Rightarrow \sum R^2 = 633'' \Rightarrow e_{c_A} = \sqrt{\frac{633}{3}} = 14,5258''$$



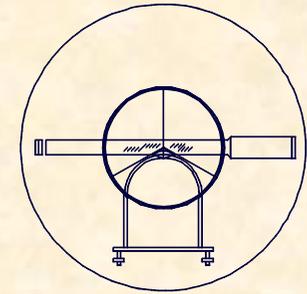
EJERCICIO PRÁCTICO Número 14.-

ERROR MEDIO CUADRÁTICO

$$e_{c_B} = \sqrt{\frac{\sum R^2}{n-1}} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} R_1 = 851 - 848,666 = 2,333 \\ R_2 = 863 - 848,666 = 14,33 \\ R_3 = 832 - 848,666 = -16,6 \\ R_4 = 17 - 15,25 = 1,75 \end{array} \right\} \Rightarrow \sum R^2 = 488,6666' \Rightarrow e_{c_B} = \sqrt{\frac{488,666}{2}} = 15,6312'$$

ERROR MEDIO CUADRÁTICO DE LA MEDIA

$$e_c^\mu = \frac{e_c}{\sqrt{n}} \quad \longrightarrow \quad \left\{ \begin{array}{l} e_{c_A}^\mu = \frac{e_{c_A}}{\sqrt{n}} = \frac{14,5258}{\sqrt{4}} = 7,2629 \\ e_{c_B}^\mu = \frac{e_{c_B}}{\sqrt{n}} = \frac{15,6312}{\sqrt{3}} = 9,0247 \end{array} \right.$$



EJERCICIO PRÁCTICO Número 14.-

PROBABILIDAD $>4^{\circ}3'55'' \Rightarrow$ Equipo A

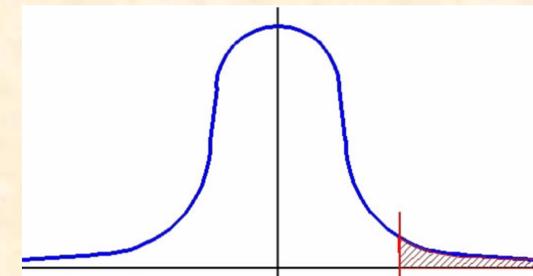
$$TABLA = \frac{VP - \bar{X}_A}{e_{c_A}} = \frac{235 - 229,5}{14,5258} = 0,38$$

TABLA DE LA DISTRIBUCION NORMAL $N(0, 1)$

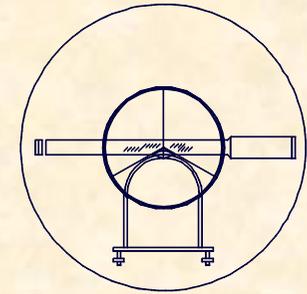
$$F_x(x) = P[X \leq x] = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{1}{2}t^2} dt$$

Valores de $F(x)$

x	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,0	0,5000	0,5040	0,5080	0,5120	0,5160	0,5199	0,5239	0,5279	0,5319	0,5359
0,1	0,5398	0,5438	0,5478	0,5517	0,5557	0,5596	0,5636	0,5675	0,5714	0,5753
0,2	0,5793	0,5832	0,5871	0,5910	0,5948	0,5987	0,6026	0,6064	0,6103	0,6141
0,3	0,6179	0,6217	0,6255	0,6293	0,6331	0,6368	0,6406	0,6443	0,6480	0,6517
0,4	0,6554	0,6591	0,6628	0,6664	0,6700	0,6736	0,6772	0,6808	0,6844	0,6879
0,5	0,6915	0,6950	0,6985	0,7019	0,7054	0,7088	0,7123	0,7157	0,7190	0,7224
0,6	0,7257	0,7291	0,7324	0,7357	0,7389	0,7422	0,7454	0,7486	0,7517	0,7549
0,7	0,7580	0,7611	0,7642	0,7673	0,7704	0,7734	0,7764	0,7794	0,7823	0,7852
0,8	0,7881	0,7910	0,7939	0,7967	0,7995	0,8023	0,8051	0,8078	0,8106	0,8133
0,9	0,8159	0,8186	0,8212	0,8238	0,8264	0,8289	0,8315	0,8340	0,8365	0,8389



En la tabla se obtiene 0,6480 es decir **35,20%**



EJERCICIO PRÁCTICO Número 11.-

PROBABILIDAD $49^{\circ}14' < \text{obs} < 49^{\circ}14'15'' = > \text{Equipo B}$

$$TABLA = \frac{VP - \bar{X}_c}{e_{cc}} = \frac{840 - 848,666}{15,6312} = -0,55$$

$$TABLA = \frac{VP - \bar{X}_c}{e_{cc}} = \frac{855 - 848,666}{15,6312} = 0,41$$

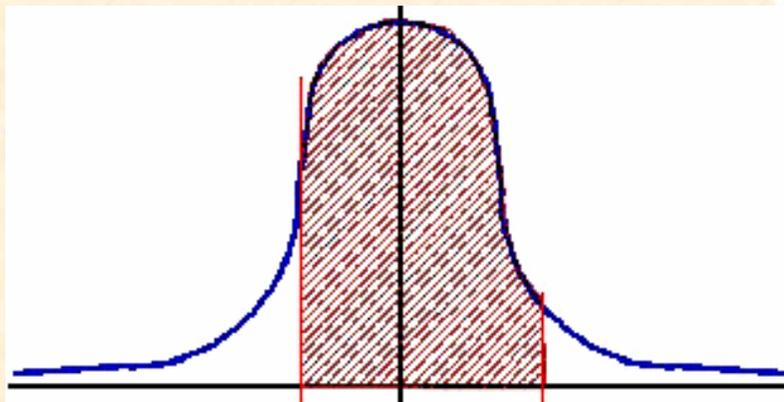


TABLA DE LA DISTRIBUCION NORMAL $N(0, 1)$

$$F_x(x) = P(X \leq x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-t^2/2} dt$$

Valores de $F(x)$

x	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,0	0,5000	0,5040	0,5080	0,5120	0,5160	0,5199	0,5239	0,5279	0,5319	0,5359
0,1	0,5398	0,5438	0,5478	0,5517	0,5557	0,5596	0,5636	0,5675	0,5714	0,5753
0,2	0,5793	0,5832	0,5871	0,5910	0,5948	0,5987	0,6026	0,6064	0,6103	0,6141
0,3	0,6179	0,6217	0,6255	0,6293	0,6331	0,6368	0,6406	0,6443	0,6480	0,6517
0,4	0,6554	0,6591	0,6628	0,6664	0,6700	0,6736	0,6772	0,6808	0,6844	0,6879
0,5	0,6915	0,6950	0,6985	0,7019	0,7054	0,7088	0,7123	0,7157	0,7190	0,7224
0,6	0,7257	0,7291	0,7324	0,7357	0,7389	0,7422	0,7454	0,7486	0,7517	0,7549
0,7	0,7580	0,7611	0,7642	0,7673	0,7704	0,7734	0,7764	0,7794	0,7823	0,7852
0,8	0,7881	0,7910	0,7939	0,7967	0,7995	0,8023	0,8051	0,8078	0,8106	0,8133
0,9	0,8159	0,8186	0,8212	0,8238	0,8264	0,8289	0,8315	0,8340	0,8365	0,8389

$$TABLA = 0,55 \Rightarrow p = 0,7088$$

$$TABLA = 0,41 \Rightarrow p = 0,6591$$

$$P = 0,7088 - (1 - 0,6591) = 0,3679$$

Probabilidad 36,79%