

Cuenca de drenaje

Es la totalidad del área de la cual un río colector y sus tributarios reciben agua. Desde luego que cada afluente tiene su propia cuenca de drenaje, cuya forma puede diferir al relacionar una corriente con otra, pero todas estas áreas al integrarse configuran una cuenca mayor o principal de todo el sistema hidrográfico. Dibujo 12.

Si el terreno en que se desarrolla la cuenca es impermeable, resulta evidente que sus límites están definidos topográficamente por las divisorias que la separan de otra vecina (cuenca topográfica). Si por el contrario los terrenos son permeables, la cuenca real puede diferir de la topográfica (Dibujo 13), pero esta alternativa no es frecuente y suele darse en el caso de escurrimientos subterráneos de magnitud en ambientes calcáreos afectados por disoluciones, rocas impermeables muy fisuradas o diaclasadas, o series de rocas permeables muy potentes. Por otra parte, los efectos solo son significativos en cuencas muy pequeñas. Por esta razón podemos admitir que en la práctica, en la mayoría de los casos, la cuenca hidrográfica coincide con la topográfica.

Finalmente debemos tener presente que una cuenca de drenaje se comporta como un "receptor" de precipitaciones a las que conduce por escurrimiento hacia el colector. A veces actúa también como "receptor" de aguas subterráneas.

Durante el escurrimiento pueda tener lugar una modificación volumétrica producida por evaporación, infiltración, etc., factores que guardan relación con las condiciones climáticas y físicas de la cuenca.

Características físicas de una cuenca hidrográfica

Las características físicas revisten gran importancia para la realización de estudios geomórficos, hidrológicos y geotécnicos (en el campo de la ingeniería hidráulica) ya que influyen en múltiples procesos. En el estado actual de nuestro conocimiento no ha sido factible establecer relaciones precisas que permitan una total sistematización. No obstante, para cuencas cercanas con aporte hídrico de características similares, se pueden aportar parámetros. Estos analizados estadísticamente, en conjunto, pueden darnos elementos de juicio estimables para la comparación y correlación de tales ambientes, permitiendo explicar diversos fenómenos como por ejemplo las anomalías observadas en los caudales de los ríos, provocadas por la acción del viento, fenómenos de infiltración y procesos de evaporación.

Numerosos factores caracterizan físicamente a una cuenca y son:

1- Arca de la cuenca (A)

Es la que corresponde a la superficie de la misma y estará limitada por las divisorias de agua, que permiten identificarla. En la práctica se la determina en el map topográfico, recorriendo el perímetro de la cuenca por intermedio del planímetro.

2- Número de orden de los ríos

Es aquel que expresa el grado de ramificación de un sistema hidrográfico.

La red hidrográfica está constituida por el curso principal o colector y sus tributarios. En general se admite que cuanto mayor es el colector, mayores serán las bifurcaciones de su red hidrográfica.

El método usado para clasificar los cursos consiste en asignar como:

- 1° orden a los pequeños tributarios sin ramificaciones.
- 2° orden a los cursos que reciben solamente tributarios de primer orden.
- 3° orden a los cursos que reciben afluentes de segundo y primer orden, y así sucesivamente.

El orden asignado al colector suministra una idea del grado de ramificación de todo el sistema. Dibujo 14.

11° 3- Forma de la cuenca

Este factor regula la concentración de los deflujos. En tal sentido es interesante señalar que, a igualdad de otros factores, una cuenca alargada, de forma aproximadamente rectangular, con un colector mucho más largo que la longitud de sus tributarios, estará sujeta a crecientes menores que una cuenca triangular, con dos vértices en las cabeceras y donde los afluentes tengan una longitud similar y un sincronismo en la llegada

a la desembocadura de las crecientes parciales. Dibujo 15.  
 Desde el punto de vista geotécnico, la forma de la cuenca revierte suma importancia, así por ejemplo, una cuenca de forma aproximada de "paralelogramo" con la desembocadura en la zona aguzada, presenta mejores posibilidades des hidroeléctricas que una de aspecto rectangular, por existir una mayor concentración de "ondas" en los tramos superiores.  
 Para tratar de explicar "cuantitativamente" la forma de la cuenca, se han propuesto algunos índices que tratan de establecer su comparación con otra ideal, a la forma circular, con sus tributarios radiales y la descarga concentrada en un solo punto coincidente con el centro del círculo. Esta explicación cuantitativa se la evidencia mediante el "coeficiente de compacidad".

11- Coeficiente de compacidad (Kc)

Esta dado por la relación que existe entre el perímetro de la cuenca (P) y la circunferencia (C) de un círculo, cuya área (A), sea igual a la de la cuenca.

Sean: P= perímetro de la cuenca que estamos considerando.  
 C= circunferencia de un círculo de área A y diámetro D.

$$Kc = \frac{C}{P} \quad (1)$$

por geometría se tiene:  $A = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$

$$\text{de donde: } D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}} \quad (2)$$

pero además:  $C = \pi \cdot D$  de donde:  $D = \frac{C}{\pi}$  (3)

relacionando (2) y (3) surge que:

$$\frac{C}{C} = \frac{\frac{4A}{\pi}}{\frac{4A}{\pi}} = 1$$

$$\frac{C}{C} = \frac{\frac{4A}{\pi}}{\frac{4A}{\pi}} = 1$$

$$\frac{C}{C} = \frac{\frac{4A}{\pi}}{\frac{4A}{\pi}} = 1$$

$$C = \pi \cdot A$$

$$C = 2 \cdot A$$

reemplazando en (1)

$$Kc = \frac{2 \cdot A}{P} = \frac{2 \cdot \frac{4A}{\pi}}{P} = \frac{8A}{\pi P}$$

reemplazando:  $\frac{8A}{\pi P} = \frac{2 \times 1,77}{1} = 3,54$

$$Kc = 0,28 \cdot \frac{A}{P}$$

de donde

5- Frecuencia de ríos (Fr)

Es la relación que existe entre el número total de ríos de la cuenca y el área (A) de la misma.

Nr = número total de ríos de la cuenca.  
 A = área de la cuenca.

$$Fr = \frac{Nr}{A}$$

6- Densidad de drenaje (Dd)

Es el índice que cuantifica el grado de desarrollo de un sistema hidrográfico y se lo representa por la relación existente entre la longitud total (Lt) de los cursos de agua, perennes, intermitentes y efímeros, de una cuenca dada y su propia área.

Lt = longitud total de los cursos de la cuenca, medidos en Km.  
A = área de la cuenca  
Dd = Lt / A

Este parámetro constituye un elemento indicativo sobre la naturaleza de las causas o agentes que contribuyen a la integración de la red hídrica.

Para el problema que estamos considerando es menester tener en cuenta que durante el transcurso, o una posterioridad más o menos inmediata a los períodos de precipitaciones, escurre por la superficie de la cuenca una cantidad de agua, que al ir encauzándose paulatinamente o rápidamente, en los diferentes tributarios, termina por concentrarse en el colector, configurando así el sistema hidrográfico. Si la cuenca posee una bien desarrollada, la superficie media de los terrenos a través de los cuales tiene lugar el escurrimiento, es reducida y el defluvio alcanza los cursos con prontitud.

También debemos tener en cuenta que la erosión retrógrada y consecuentemente la profundización de los lechos fluviales, están asociados con:

- a) magnitud de las pendientes.
- b) tipo de litología.
- c) condiciones climáticas.

Así, si tomamos una unidad de área, la extensión de los cursos es menor en una zona árida que en una húmeda. Podemos aceptar que la densidad de drenaje tiende a ser mínima en ciertos ambientes desérticos, de topografía llana y terrenos muy permeables y máxima en regiones húmedas con pendientes marcadas y rocas permeables.

Como elemento ilustrativo vamos a analizar una tabla en la que se relaciona la densidad de drenaje en función del cambio de pendiente. La misma corresponde a diversas cuencas de Nueva Inglaterra (EE.UU.).

Variación de la Dd (Km/Km <sup>2</sup> )	Pendiente media de la cuenca	
	m/Km	
0.60 - 0.70	55	5,5 (1)
0.79 - 0.93	105	10,5
0.94 - 1.24	115	11,5
1.25 - 1.40	135	13,5

(1)  $55m \cdot \frac{1}{1.000} \cdot 100 = \frac{55}{10} = 5,5\%$

Podemos admitir, en consecuencia, que para una cuenca dada existe cierta armonía o concordancia entre el coeficiente de escurrimiento y la densidad de drenaje de la misma.

7- Extensión media del escurrimiento superficial (E)

Se la puede definir como la "distancia media" que el agua tendría que recorrer sobre el terreno, en el caso que el escurrimiento se realice en línea recta desde el lugar en que el agua precipita hasta el punto más próximo de un curso cualquiera de esa cuenca y por el cual se encauza.

Matemáticamente se la expresa por la relación entre el área de la cuenca y cuatro veces la longitud total de todos los cursos de agua existentes en la misma.

$E = \frac{A}{4Lt}$

A = área de la cuenca.

Lt = Long. total de los cursos de agua.

Si comparamos esta relación con la existente la longitud total de los cursos y el área de la cuenca, definida como densidad de drenaje (Dd), tenemos que la extensión media del escurrimiento superficial es igual a 1/4 de la inversa de la densidad de drenaje.

8- Ancho medio de la cuenca (Am)

Es la relación existente entre el área (A) y la longitud del curso más largo de la cuenca.

aplanamiento lateral y desviación subterránea.  
Inglés: Stream piracy; stream capture; stream robbery; beheading.  
Francés: Le cours d'eau décapité.

CORRIENTE

Qualquier cuerpo de agua corriente u otro fluido grande o pequeño.

Inglés: Stream. Se puede ampliar con: Stream deposition=acumulación fluvial; Stream divides=divisoria de ríos; Stream channel; Stream current.  
Francés: Les eaux courantes; Cours d'eau.

CORRIENTE ANASTOMOSADA

1.- Corriente que fluye por canales divergentes con diseño anastomoso. Se originan por la obstrucción de los depósitos de la propia corriente.  
2.- Cuando el aporte de sedimentos hacia una corriente supera en demasía al que ella puede eliminar, se originan barreras u obstáculos que obligan a la corriente a desarrollarse en trinchas de canales.  
Francés: Fleuve anastomose. Inglés: Braided stream.

HYGROSCOPICIDAD

Capacidad que tiene un medio poroso de absorber humedad atmosférica.  
Francés: Hygroscopicité.  
Inglés: Hygroscopicity.

HUMEDAD DEL SUELO

a) Humedad contenida en la parte del suelo que se encuentra por encima de la superficie freática, y que incluye al vapor de agua alojado en los poros.  
b) Agua contenida en los poros del suelo.  
Francés: Humidité du sol. Inglés: soil moisture.

IMBIBICION

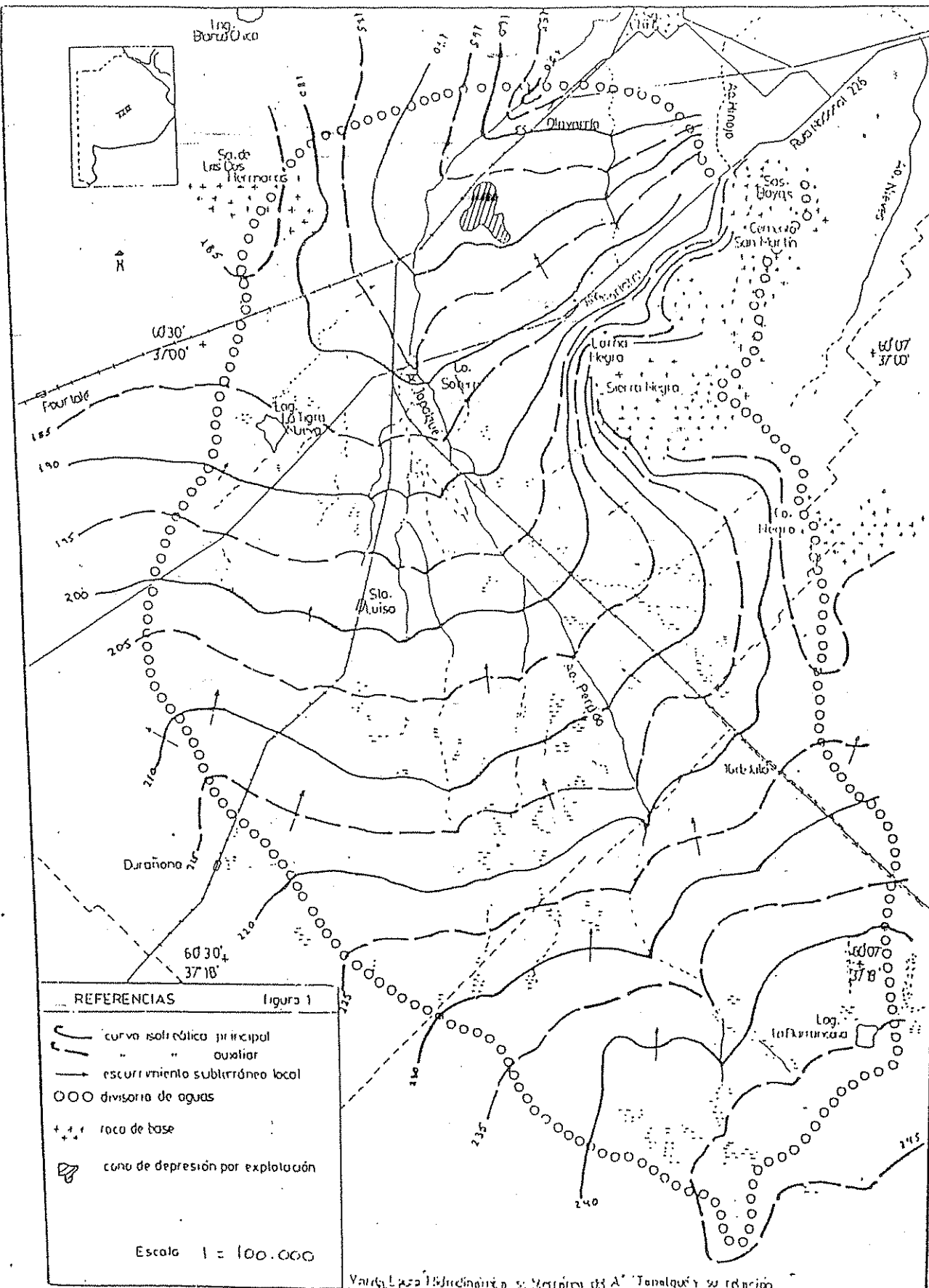
Tendencia de un medio poroso para absorber agua por acción de la fuerza de atracción capilar, sin intervención de cualquier tipo de presión.  
Francés: Imbibition.  
Inglés: Soaking.

MANANTIALES

Corriente que ha estado fluyendo a través de depósitos aluviales, pero se aplica con mayor propiedad al flujo de agua que ha corrido previamente, o percolado, a través de poros y fisuras de las rocas del lugar.  
Inglés: Springs.  
Francés: Source.







RIO INFLUENTE

Curso de agua que alimenta o recarga al agua subterránea.  
Inglés: Influent stream  
Francés: Cours d'eau emmissif, Cours d'eau alimentant.



REFERENCIAS

Figura 1

-  curva isométrica principal
-  " " auxiliar
-  escurrimiento subterráneo local
-  divisorio de aguas
-  roca de base
-  cono de depresión por explotación

Escala 1 = 100.000

Variación de la Precipitación y Ventilación del A. Tonalquén y su relación

Clasificación de Valles:

El escurrimiento del agua a través de una región recientemente elevada por encima de su nivel de base, da lugar a la elaboración de cauces incipientes que inicialmente siguen la pendiente del terreno. Con posterioridad y a medida que esos cauces aumentan el radio de influencia, se amplan las cuencas de drenaje como así también los tributarios de distinto número de orden, para luego ir condicionando su desarrollo a la estructura de la región.

Cuando un paisaje alcanza un estado juvenil muy avanzado o quizás más claramente durante su estado maduro, es posible establecer determinadas relaciones entre el desarrollo de un valle y la estructura de la roca de base sobre la cual está evolucionando. En función del estudio de esas relaciones puede definirse una clasificación de valles. Fundamentalmente se han adoptado los criterios sustentados por Davis y Powell.

Clasificación Genética de Valles: Cuando la relación fundamental está dada entre el valle que estamos analizando y la pendiente inicial del terreno: (Ver #105arrio).

B.- Clasificación de valles de acuerdo a las estructuras de control:

B.1.- Valles paralelos.  
B.2.- Valles transversales.

A.- Clasificación Genética de Valles:

1- Consecuentes: Son los que se ajustan a la pendiente inicial del terreno, tales como aquellos desarrollados sobre planicies lacustres, planicies de lava, llanuras costeras recién elevadas.

Es necesario puntualizar que a menudo se refiere que los valles en los cursos se alinean con la pendiente regional o inclinación de las rocas, son consecuentes, pero esto no siempre se puede aceptar como concluyente.

2- Subsecuentes: Es aquel cuyo curso, originalmente consecutivo, se ha desplazado hacia fajas de rocas más fácilmente erosionables, es decir, se ajusta a la litología. No siempre los valles desarrollados sobre rocas débiles son subsecuentes, pues el valle pudo estar sobre rocas débiles desde los comienzos. La mayoría de estos valles siguen el rumbo de la roca y por consiguiente pueden denominarse también valles de rumbo. También se los llama valles longitudinales.

3- Insecuentes: Es aquel cuyo curso está regido por factores que no son determinables. No muestra ajuste estable a la estructura, ni a la pendiente inicial, ni a la litología. Es posible que, en su mayor parte el avenamiento de las áreas de rocas ígneas y sedimentarias homogéneas tenga que ser clasificado como insecuente.

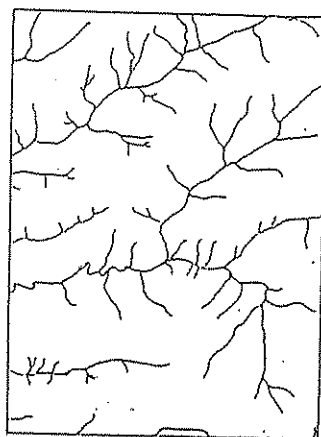
4- Obscuentes: Es aquel que desagua en dirección opuesta a la pendiente consecuyente original, pero a nivel topográfico, más bajo.

B.- Clasificación de valles de acuerdo a las estructuras de control:

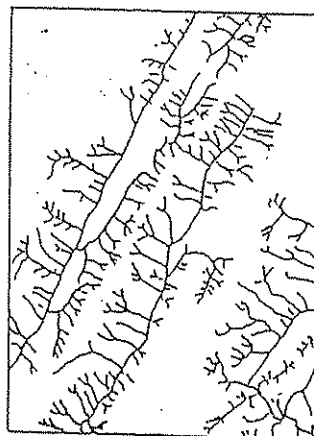
B.1.- Valles paralelos a las estructuras:

1- Homoclinales: Son valles longitudinales a lo largo de los flancos de los pliegues que siguen los estratos de rocas blandas, en estructuras homoclinales en las que alternan estratos duros y blandos.

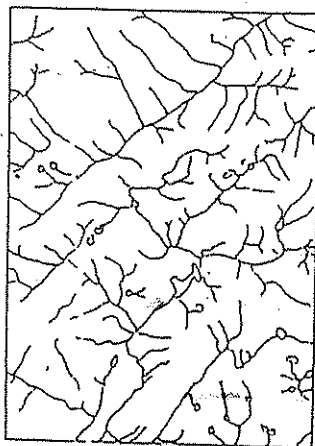
2- Anticlinales y Sinclinales: Se desarrollan siguiendo el rumbo de los ejes anticlinales los primeros, mientras que los secundarios son aquellos ubicados en forma coincidente con los ejes sinclinales.



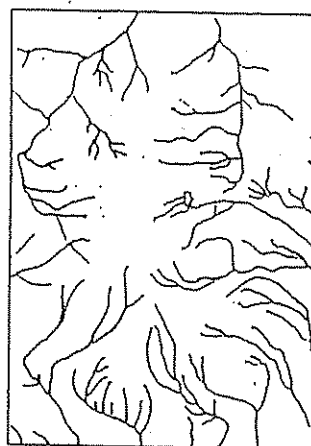
Diseño dendrítico



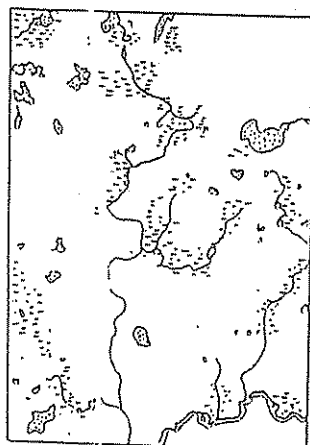
Diseño en enrejado



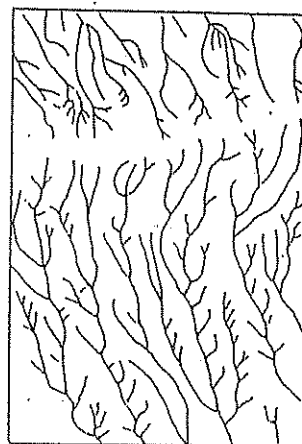
Diseño rectangular



Diseño radial



Diseño anárquico



Diseño paralelo



ANULAR



Diseño de drenaje (Avenamiento)

Los diseños de drenaje pueden estar referidos a una o mas cuencas en las que los colectores principales alcanzan generalmente valores de tercer orden, o bien a un valle considerado en su forma individual.

A.- Diseño de cuenca: Cuando al diseño de drenaje se lo refiere a una o mas cuencas, el modelo que presentan los cursos en conjunto, al representarlos en planta, nos suministran el diseño de drenaje característico.

1.- Dendrítico: Se caracteriza por su ramificación irregular, en lo que a su red tributaria se refiere, que se dispone o desarrolla en varias direcciones y guardando entre si diversos valores angulares los tributarios respectivos, pudiendo ser este de 90°. Este diseño se relaciona con rocas de resistencia uniforme y acusa una falta de control estructural. En general este diseño se desarrolla sobre rocas sedimentarias casi horizontales y rocas ligeras masivas.

2.- Enrejado: También se lo denomina reticulado y está constituido por ríos sub-paralelos que se alinean generalmente a lo largo del rumbo de las formaciones o entre depósitos que guardan cierto paralelismo, formados en época mas bien reciente por el hielo o el viento. Los tributarios principales se unen al colector en ángulos rectos, y los tributarios secundarios, generalmente paralelos al colector, se unen también a aquellos en ángulos rectos. Por lo general este diseño de drenaje genéticamente es subsiguiente, pero existen en áreas típicas como sus tributarios muestran, rectángulos en ángulo recto, reflejando el control ejercido por los sistemas de diaclisas o fallas. Una variante de este sistema es el denominado angular, desarrollado según control de fallas y diaclisas que se unen en ángulos agudos u obtusos.

4.- Paralelo: Se desarrolla en zonas con declive pronunciado o control. Las estructuras que conducen a un espaciamiento de ríos paralelos o sub-paralelos.

5.- Anular: Se lo encuentra en estructuras dómicas que en su etapa de madurez presentan alternancia de estratos resistentes y débiles a la erosión. Este tipo de diseño es común en antiguos conos volcánicos muy destruidos o en calderas.

6.- Anárquico: Es cuando un sistema no ha tenido suficiente tiempo para integrarse, queda representado por cursos irregulares que fluyen o salen de lagos y tienen solo unos pocos tributarios cortos, es común en áreas recientemente englazadas.

7.- Radial: Es aquel caracterizado por ríos que divergen de un terreno central, elevado. Se desarrollan en domos, conos volcánicos o centros aislados cónicos o subcónicos.

8.- Centrípeto: Este diseño se produce en cuencas cerradas, cuando el drenaje converge hacia la parte mas profunda de la misma.

B.- Diseño individual: Cuando centramos nuestras observaciones en un curso, independientemente del resto de los que constituyen la cuenca, se puede caracterizar su diseño individual en:

1.- Anastomosado: Este diseño está indicado por ríos que se dividen en muchos brazos o canales entrelazados y separados unos de otros por lizas o bancos.

2.- Distributario: Es el río que al llegar a la zona de delta se divide de en numerosos brazos divergentes. Por extensión este diseño caracteriza al drenaje implantado en conos aluviales.

B.-2- Valles transversales a la estructura:

1.- Sobreimpuesto: Es el que se extiende a través de una estructura geológica que antecede al valle pero que no está expuesta cuando comienza la elaboración del mismo, sino que la misma estaba sepultada bajo una cubierta de sedimentos o coladas de lava.

2.- Antecedente: Es anterior a la estructura a través de la cual excavo su valle siendo estas estructuras transversales al rumbo general del valle.



34)  
3- Meandroso: Es aquel cuyo cauce, elaborado exclusivamente en la planicie de inundación, forma en su recorrido amplias curvas cuyos radios son hasta 18 veces mayores que el ancho del cauce.

28) Cuando un río de este diseño se halla en un valle más amplio, y por lo tanto elaborado por un río más caudaloso que el actual, se dice que es un río Disminuido.

Además de los anteriores, que son los más distinguibles, existen posibilidades de encontrar localmente, en función de la pendiente, la litología y las estructuras, tramos con un diseño particular, por ejemplo recto o sinuoso.

## G L O S A R I O

### CAPACIDAD DE CARGA - COMPETENCIA

facultad de una corriente de agua o viento para transportar detritos

Competencia: tamaño del elemento ~~más grande~~ transportable, depende únicamente de la velocidad (para materiales de la misma densidad y forma).

Capacidad: cantidad de materiales de un tamaño dado, que una corriente puede transportar en una unidad de tiempo; depende de la velocidad y del caudal.

Inglés: Competency, capacity ; Francés: Compétence, capacité

### RIO DISMINUIDO

curso que se muestra demasiado reducido como para haber erosionado el valle por el cual fluye y que presenta un diseño individual de meandros.

Inglés: Underfit stream. Misfit stream: río desproporcionado.

### EROSION LATERAL

trabajo producido por una corriente de agua que se traduce en un lento ensanchamiento de la planicie aluvial con retiro de las paredes laterales.

Inglés: Sideway-cutting, lateral erosion ;  
Francés: Erosion laterale.

### EROSION RETROCEDENTE

Un valle es prolongado en su parte superior por el agua que fluye en sus cabeceras.

Inglés: Headward erosion, backward erosion ;  
Francés: Erosion régressive, érosion rétrograde.

### EROSION VERTICAL

Trabajo producido por una corriente de agua que se manifiesta por un descenso del thalweg, relacionado con elevada energía fluvial.

Inglés: Down cutting, downward erosion, ravining, gullying.  
Francés: érosion en profondeur, ravinement.

### NIVEL DE BASE

Es el nivel debajo del cual la superficie terrestre no puede ser desgastada por acción fluvial. Se extiende desde el nivel del mar en dirección al continente, constituyendo una superficie imaginaria hacia la cual el relieve tiende a reducirse.

Inglés: Base level Francés: Niveau de base.

### NIVEL DE BASE LOCAL O TRANSITORIO O TEMPORARIO

Constituye un límite a la erosión vertical de carácter efímero. Algunas veces es denominado "nivel de base estructural"; se origina, por ejemplo, debido a la diferencia de dureza de las rocas que integran el valle.

Inglés: Temporary base level, local base level.  
Francés: Niveaux de base locaux

### RIO EFLUENTE

Una corriente es efluente, con respecto al agua subterránea, si recibe agua de la zona de saturación.

Inglés: Effluent stream  
Francés: Cours d'eau crainant

Ciclo de erosión en el Estado de Maduro

Es la secuencia de formas por las que se supone evoluciona una región, desde que comienza a ser erosionada hasta que alcanza el nivel de base.

Un ciclo de erosión supone la "descripción cualitativa" de la evolución de las regiones con el transcurso del tiempo, con las consiguientes condiciones de erosión y deposición a que se ven sometidas.

Ciclo de erosión de una región: la historia teórica de una región en su evolución con el levantamiento tectónico de la misma. Lebe admitirse que en el estado original es casi plana, ya sea por acción debida a un ciclo anterior o bien porque se trata de un fondo marino recién ascendido. En esta etapa generalmente existen depósitos alargados, pero sin que se forme entre sí. El agua de las lluvias se concentra en las depresiones las que en un periodo relativamente corto, terminan por asociarse entre sí para formar valles poco profundos. Como consecuencia de la erosión retrocedente comienzan a desarrollarse algunos valles tributarios.

Diversos estados de una región durante el transcurso de un ciclo erosivo podemos considerar los siguientes estados:

1- Estado Juvenil: sus características principales son:

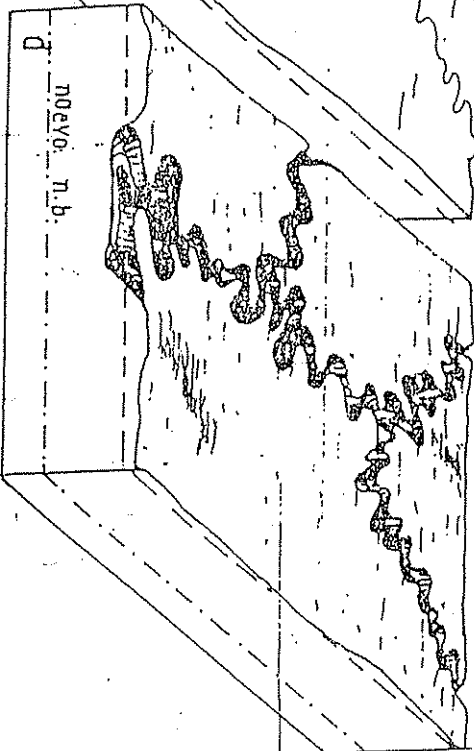
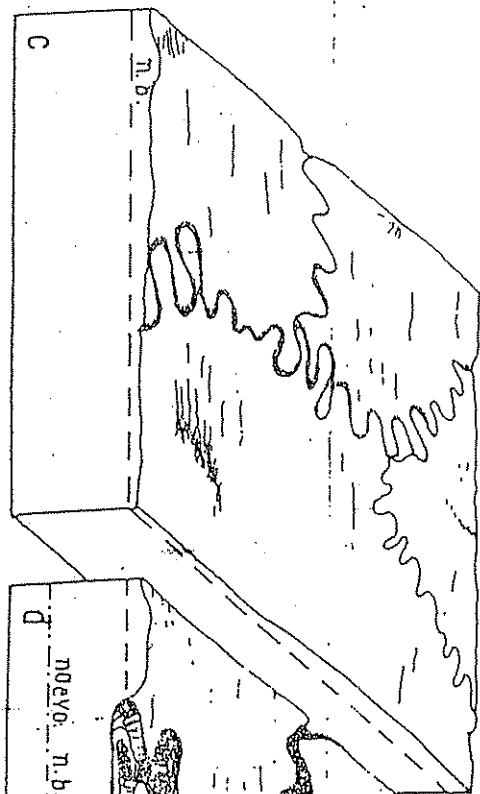
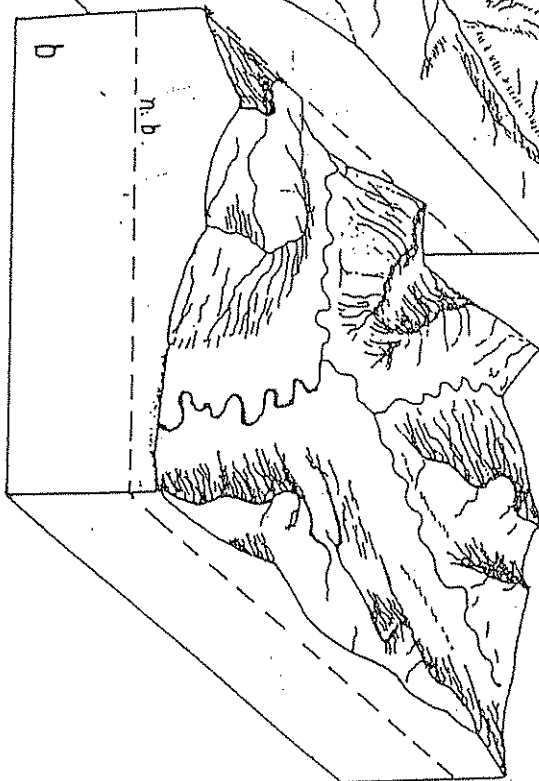
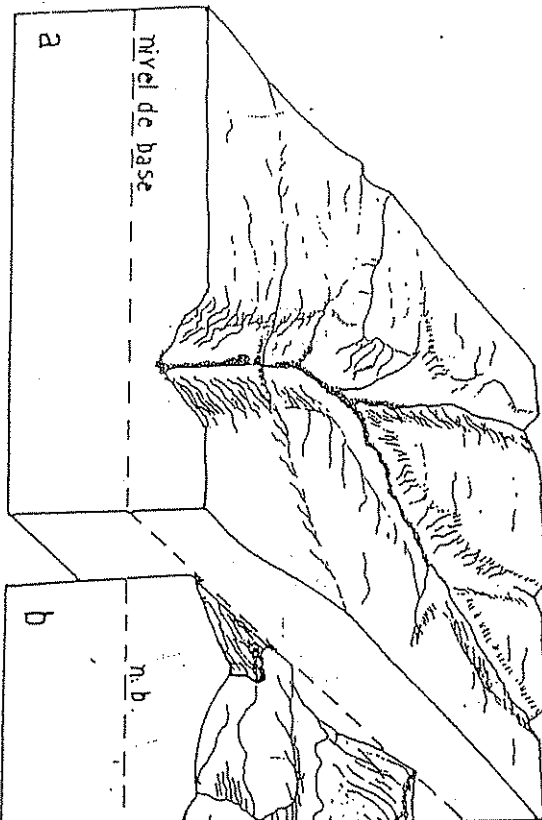
- a. Las divisorias son anchas y pobremente definidas. Consecuentemente éstas constituyen superficies interfluviales, extensas y con escaso drenaje. En estas áreas, cuando no están muy por encima del nivel de base, pueden existir lagos y pantanos.
- b. Los valles tendrán perfiles transversales en forma de V y serán hondos o profundos según la altura de la región sobre el nivel del mar.
- c. Los ríos troncales (consecuentes) son pocos, siendo escasos sus tributarios. A medida que avanza, en función del tiempo, la erosión retrocedente, se amplía el número de tributarios, generalmente cortos, desarrollándose preferentemente un sistema dendrítico de valles.
- d. En general no existe un desarrollo de la llanura aluvial, excepto a lo largo de los ríos troncales. Por lo general los cotados de los valles se levantan muy cerca de las márgenes de los ríos.
- e. En aquellos casos en que los ríos desarrollan sus cursos sobre capas más resistentes, se presentan cascadas o rápidos. Este hecho se presenta en la juventud temprana para desaparecer a medida que se acerca la madurez.

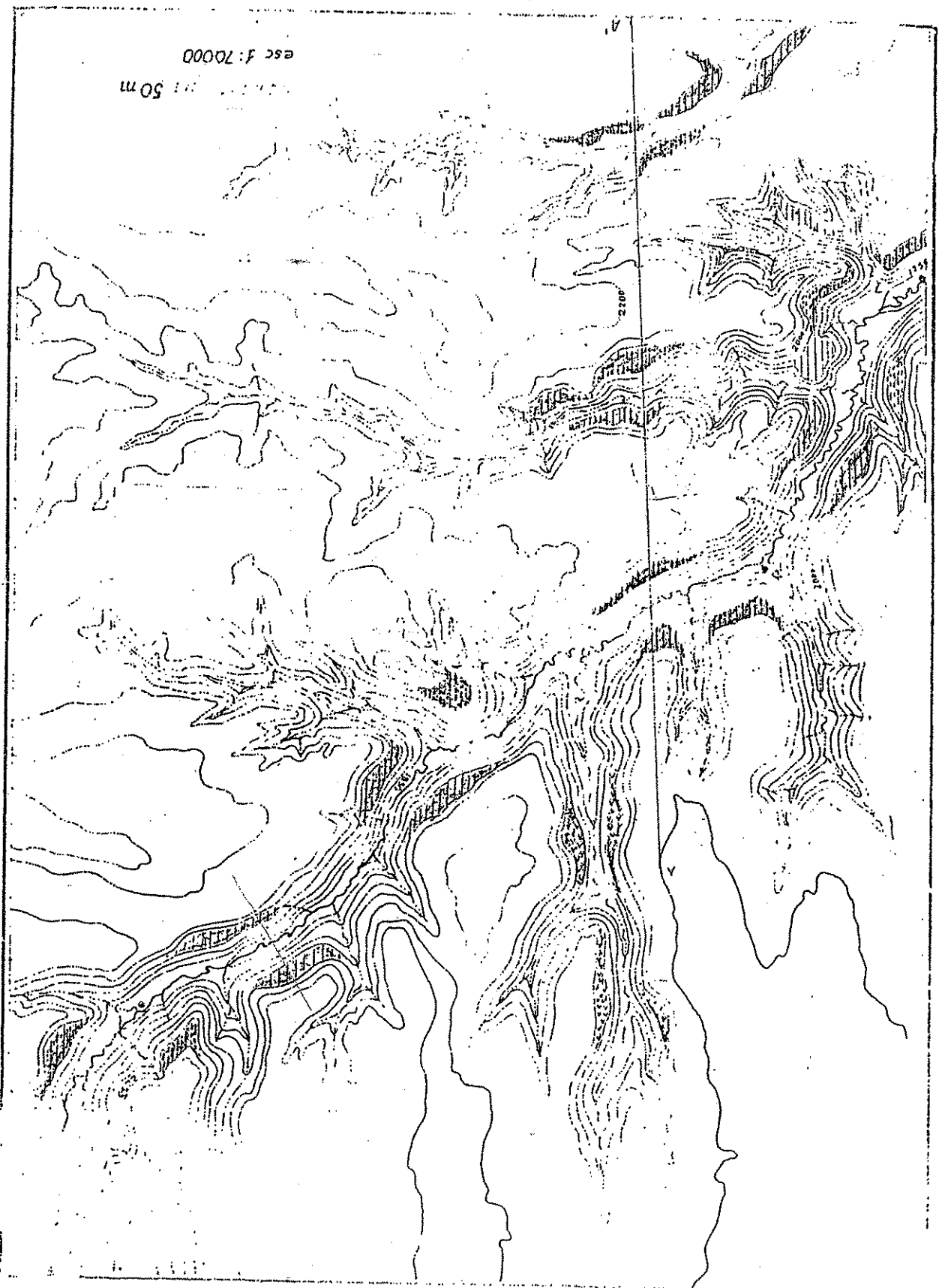
2- Estado Maduro. Presenta las siguientes características:

- a. Existe el máximo posible de relieve.
- b. La topografía está integrada fundamentalmente por laderas de cerros y costados de valles. Las divisorias de agua por lo tanto son agudas y semejan crestas.
- c. Los ríos principales han alcanzado su perfil de equilibrio pero muchos de sus cursos tributarios están desequilibrados.
- d. Los valles se han desarrollado de tal manera que la región tiene un sistema de avenamiento interrumpido.
- e. Una porción considerable de los picos de valle presentan llanuras aluviales.
- f. Se observa el ajuste de los ríos a las variaciones litológicas que se evidencia por la presencia de algunos tributarios siguiendo el rumbo de las fajas de rocas débiles.
- g. Los lagos y cascadas que existían en la juventud han desaparecido.
- h. Hacia el final del proceso, aparecen meandros que se desplazan en la planicie aluvial, ajustándose el ancho de los mismos al ancho del piso de los valles.

3- Estado Senil: las características generales son las siguientes:

- a. La erosión en esta predomina sobre los procesos fluviales.
- b. Las divisorias de agua pierden altura y agudez.
- c. Los valles son extremadamente anchos con pendientes suaves tanto longitudinal como lateral.





137  
R1001

Topographic Survey

T.P.

- d. Los tributarios de los ríos troncales son generalmente menos numerosos que en la madurez, pero más que en la juventud.
- e. Existe un desarrollo marcado de las llanuras aluviales, en las que corren ríos con cursos anchos y divagantes.
- f. Los valles son varias veces más anchos que las fajas de meandros.
- g. El ajuste de los ríos a las variantes litológicas, que era evidente en la madurez, ahora no pueden percibirse.
- h. Los lagos, bañados y pantanos se desarrollan en las llanuras aluviales y no en las áreas interfluviales como en estado juvenil.
- i. Áreas extensas han llegado o están cerca del nivel de base de la erosión.

Interrupción de un ciclo de erosión: Un ciclo de erosión puede ser interrumpido en cualquiera de los estados de su desarrollo por diversos procesos geológicos, siendo entre otros los más importantes, los movimientos tectónicos, levantamientos o hundimientos de la corteza terrestre.

Cuando por estas circunstancias una región es levantada, aumenta el gradiente de los ríos con el consiguiente incremento de la capacidad erosiva. Los ríos comienzan a cortar en profundidad y la región muestra un rejuvenecimiento.

Muy por el contrario, el hundimiento de una región acorta el ciclo o desarrollo de los rasgos topográficos, ya que la superficie queda más cerca del nivel de base y disminuye la cantidad de material que necesita ser removido por la erosión.

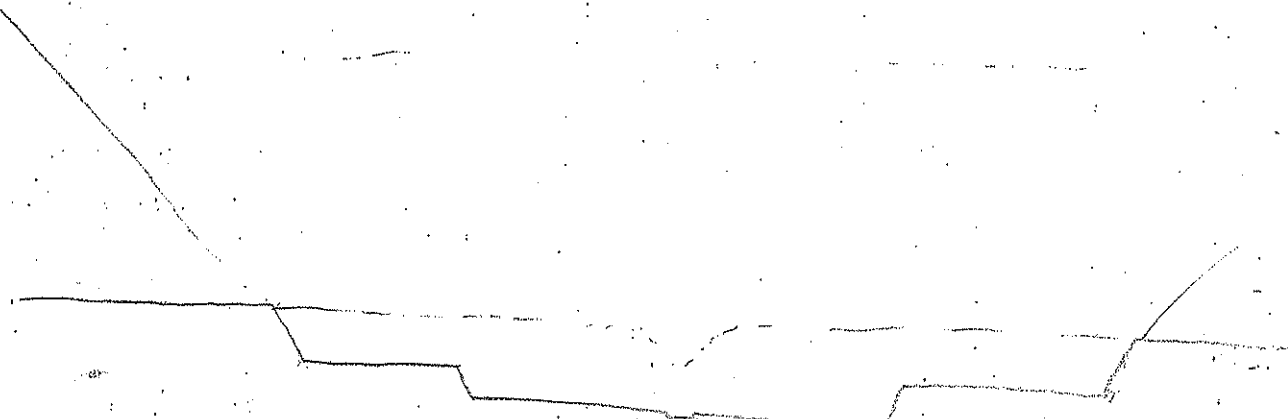
Terrazas fluviales: Son formas del paisaje producidas fundamentalmente por erosión de un curso de agua y no por depositación. Son antiguos pisos de valles o planicies de inundación, pudiéndose diferenciar en ellas una pendiente superior, un plano horizontal y una pendiente inferior.

Generalmente se las diferencia en terrazas rocosas cuando están cortadas sobre la roca de base sin presentar prácticamente sedimentos en su superficie o terrazas aluviales cuando están formadas por sedimentos aluviales.

Las terrazas fluviales pueden ser clasificadas en: Terrazas "apareadas" o cíclicas o pares cuando se presentan a ambos lados del valle ocupando alturas similares y "terrazas no apareadas" o acíclicas o impares cuando lo hacen a alturas diferentes.

La pendiente de una terraza tomada paralelamente al valle actual nos da el valor de la pendiente del valle en el momento en que aquella constituía el piso o la planicie de inundación del mismo.

En aquellos casos en que existen dos o más sistemas de terrazas en un valle, puede observarse si la superficie de las mismas se aproximan o se alejan verticalmente aguas abajo. En el caso 1° se habla de convergencia, mientras que en el 2° caso se dice que las terrazas son divergentes.



E7 perfil transversal de valle FLUVIAL / TERRAZAS

Los procesos de erosión en una región árida o semiárida difieren de aquellos de clima húmedo, como así también las formas resultantes, que poseen características propias. En el desarrollo morfológico de una región afectada por estas condiciones climáticas, tienen particular importancia las escasas precipitaciones, la vegetación rala y el perfil del suelo poco desarrollado.

Pie de monte-Bajada-Pedimento

Las áreas montañosas están normalmente delimitadas por una zona de pendientes suaves, que se extienden hasta las áreas distales bajas. Esta planicie que bordea las partes más altas se denomina PIE DE MONTE. La conexión del mismo con el frente montañoso se pone de manifiesto mediante un fuerte cambio de pendiente (Knick). El pie de monte acusa valores de pendientes entre 1/2° hasta 10°, mientras que el frente montañoso posee generalmente valores mayores de 15°.

La evolución de un pie de monte (ver figura 1) se inicia por la consecuencia de conos o abanicos aluviales, originados por los ríos que salen de la zona montañosa y esparcen su carga radialmente dando lugar a una forma de agradación denominada BAJADA. Esta puede presentarse sola, constituyendo por sí misma el Pie de Monte.

La pendiente es más pronunciada en la zona proximal, disminuyendo su valor hacia la distal. El material depositado es de granulometría mayor en las proximidades del borde serrano (gravas y bloques) disminuyendo a medida que nos alejamos del mismo. El desplazamiento frecuente de los canchales en los abanicos determina un diseño individual distribuido. Un perfil paralelo al frente montañoso efectuado en una bajada acusa una forma convexa y además ondulada, esto último a causa del drenaje.

Con la evolución del Pie de Monte puede aparecer otro rasgo entre la Bajada y el frente montañoso, constituido por una superficie de erosión y transporte, desarrollada sobre la roca de base y que se denomina PEDIMENTO. La pendiente de esta superficie puede variar entre 1° y 5°, siendo su perfil perpendicular al frente montañoso plano o ligeramente cóncavo y su perfil paralelo al frente montañoso plano.

El Pedimento puede estar total o parcialmente cubierto por una delgada cubierta de detritos. El drenaje tiene lugar a través de canales de poca profundidad y por cárcavas que pueden llegar a tener 10 cm de profundidad.

En el caso en que el Pedimento y la Bajada se presenten juntos, la denominación de Pie de Monte involucra a las dos unidades. Se debe tener presente que algunos autores europeos utilizan el término "Glacis" para denominar el pedimento desarrollado sobre rocas sedimentarias, reservando la denominación de "Pedimento" para aquellas formas elaboradas sobre rocas cristalinas.

Continuando con la evolución, los pedimentos que circundan a una montaña montañosa incrementan su área de tal modo que comienzan a aparecer "Abrazos de Pedimento", "Portezuelos de Pedimento", etc., que van aislando una zona elevada de otra. La retirada del frente montañoso prolonga el Pedimento pendiente arriba. Durante el transcurso de este proceso, los materiales resultantes son transportados hacia la Bajada pudiendo alcanzar la cuenca distal denominada PLAVIA.

El desarrollo del paisaje continúa hasta quedar constituido por Pedimentos Coalescentes, con remanentes de las masas montañosas denominadas "Montes Islas" o "Inselberg". Los pedimentos no necesariamente se encuentran a una misma altura, de tal modo que al ponerse en contacto dos de ellos, a ambos lados de una cada una montañosa, el ubicado a un nivel inferior continúa su crecimiento a expensas del otro.

La evolución posterior conduce a una superficie de extensión regional con pendientes muy suaves, que pueden estar cubiertas por un delgado manto detrítico. Esta superficie se denomina PEDIPLANICIE, de la cual pueden emerger algunos Montes Islas.

Las formas antes descritas pueden originarse en cuencas tectónicas. Si las cuencas presentan la particularidad de ser endorreicas, se demuestran BOLSONES. Son características de regiones áridas o semiáridas donde las condiciones climáticas impiden el desarrollo de un drenaje integrado.

Los bolsones en su parte central o próxima a ella presentan una zona de acumulación temporal de agua, con elevada concentración salina la que puede llegar a originar salinas. Estas generalmente le confieren un color blanco o bien gris en el caso que las sales se depositen junto con limos y arcillas.

Las cuencas que presentan la mayoría de las características de un Bolsón, pero poseen un drenaje externo se denominan SEMIBOLSONES.

Los rasgos del ciclo de erosión en un área montañosa de bloques fallados, puede resumirse de la siguiente manera: (Fig. 2)

#### Juventud

- 1.- El máximo relieve aparece en el estado inicial, debido al fallamiento o plegamiento y disminuye a través de los estados sucesivos.
- 2.- Se inicia el desarrollo de conos aluviales y los detritos de erosión comienzan a colmatar las cuencas.
- 3.- En la parte central de la cuenca pueden formarse cuerpos de agua poco profundos y temporarios.

#### Madurez

- 1.- El sector montañoso es disectado marcadamente por acción fluvial dando lugar a un retroceso del mismo con respecto a su posición inicial.
- 2.- Los pedimentos se desarrollan a lo largo del frente de montaña y comienza a invadir el área montañosa.

#### Senectud

- 1.- Continúa la colmatación de los bolsones por detritos.
- 2.- Los pedimentos reemplazan a la región montañosa a medida que la misma es erosionada.
- 3.- En la etapa final subsisten pequeños remanentes de la zona montañosa original (Inselberg), y casi toda el área queda cubierta por detritos.

#### BIBLIOGRAFIA

- |                          |   |
|--------------------------|---|
| Thornbury, W.            | Principios de Geomorfología.  |
| Logweil, Ch. y Flint, R. | Geología Física.  |
| Derruau, M.              | Geomorfología.  |
| Ridalgo, F. y Riggi, J.  | Los rodados patagónicos en la meseta del Guenguel y alrededores. R.A.G.A.   |
| Polanski, J.             | Estratigrafía, Neotectónica y Geomorfología del Pleistoceno pedemontano entre los ríos Diamante y Mendoza. R.A.G.A. |

#### G L O S A R I O

##### ABANICO ALUVIAL, CONO ALUVIAL

Conjunto de depósitos de corriente cuya superficie se asemeja a un segmento de cono que irradia en forma descendente desde el lugar donde el curso o corriente abandona el área montañosa. Tienen una gran diversidad de tamaño, pendiente, tipo o naturaleza de depósitos y características del área de origen o procedencia. Se encuentran ampliamente distribuidos en regiones áridas; sin embargo, también se los encuentra en zonas húmedas.

Inglés: Alluvial fa, cone. Francés: Cone d'alluvions.

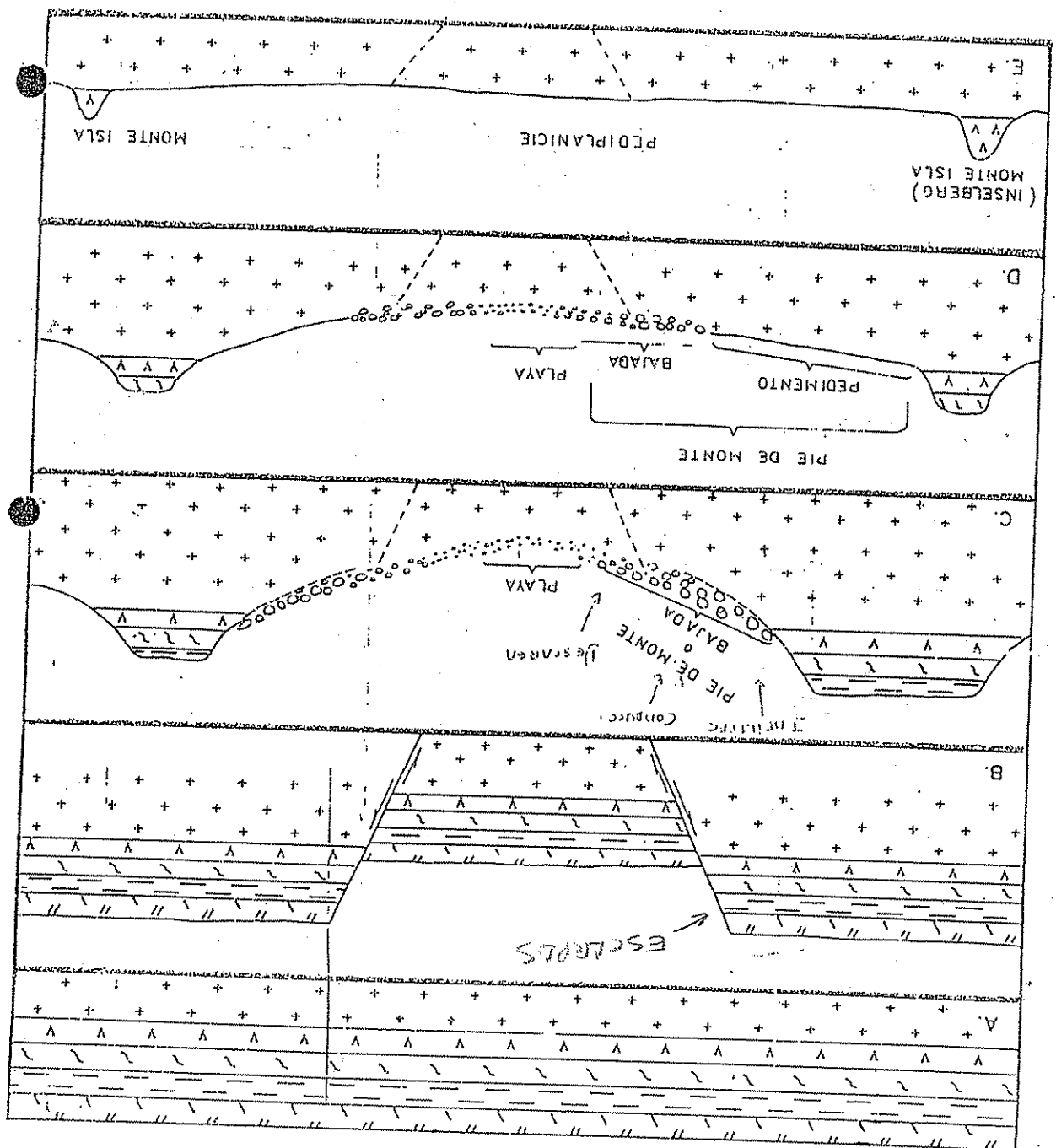
##### ALUVIO, ALUVION

Es un depósito más o menos estratificado de grava, arena, limo y/o arcillas, u otros materiales, movido por las corrientes de agua desde las zonas altas a las bajas. Se distinguen por su modo de depositación de los sedimentos lacustres y marinos.

Francés: Alluvions. Inglés: Alluvium.

##### CARCAVA

Canal de drenaje recién formado que transmite flujo efímero. Tiene pendientes laterales fuertes, escarpa de cabecera o vertical o de





gran pendiente, con un ancho máximo de 0,30 m y una profundidad máxima de 0,60 m.

Francés: Ravine.

Inglés: Gully.

CRUECIENTE DE RÍOS

Término usado por Davis para ríos de desierto. Prefirió denominarlos así antes que "ríos" a causa de su flujo espasmódico e impetuoso. Los cauces menores donde se produce este fenómeno se denominan "washes" en el oeste de EE.UU. y "wadis" en el Sahara. Cañadones secos.

Francés: Crue courte.

Inglés: Stream flood.

DESVIACION DE LOS RÍOS

Diversas maneras mediante las cuales los ríos pueden realizar ciertos cambios de desagüe; se puede producir por captura o por agradación. Distinguir de ANARQUIA DE RÍOS, ya que aquí los cambios son producidos por agentes distintos de los ríos (glaciación, acumulación eólica, diastrofismo, etc.).

Francés: Diverción du drainage.

Inglés: Stream diversion.

DISEÑO DE AVENAMIENTO

Son relaciones espaciales existentes entre los cursos de agua superficiales, motivadas por las diferencias de pendiente, comportamiento de las rocas, condiciones estructurales e historia geológica de la región donde aquellos se desarrollan.

Francés: Arrangement de drainage. Inglés: Drainage patterns.

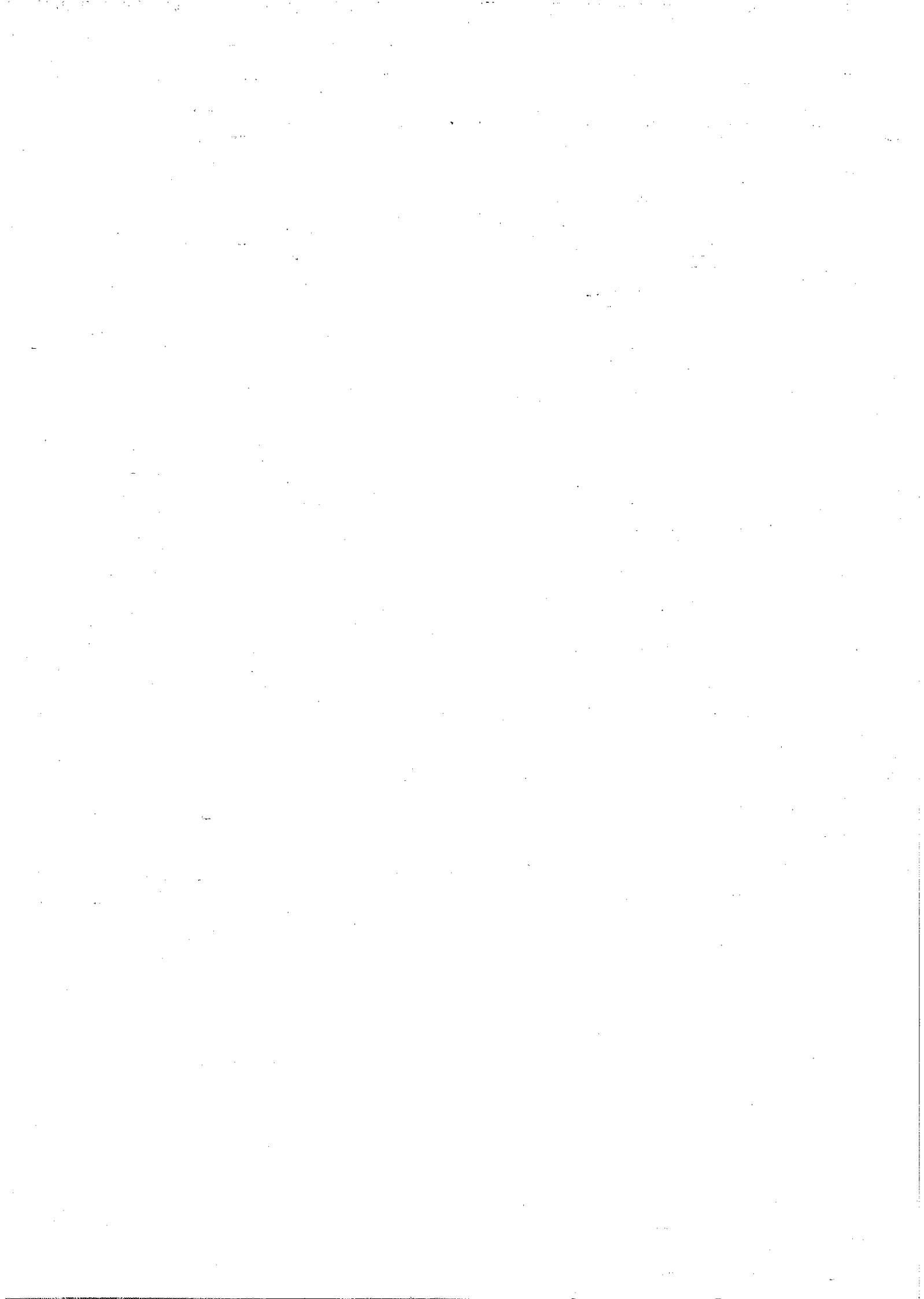
RUPTURA DE PENDIENTE. RESALTO EN PENDIENTE

Sitio donde tiene lugar un cambio brusco de la pendiente, a lo largo de un perfil longitudinal de un curso de agua o valle.

Francés: Rupture de pente.

Inglés: Break in slope, Knickpoint; Knick.

KNICK: contacto entre una pendiente abrupta y un glacis, constituido por una línea de rotura neta.



GEOMORFOLOGÍA  
2010  
Ribot, Alejandro

→ Lunes 22 = devolven a  
ESCALAS  
Petricia Samarin

Necesidad de las escalas.

No siendo generalmente posible llevar al papel de dibujo, en su verdadera magnitud, las medidas de una figura cualquiera determinada en el terreno, se dibuja de cada longitud, medida en proyección horizontal, sólo una parte alícuota, es decir, una porción contenida un cierto número de veces en la longitud total, obteniendo así, en el plano del dibujo, figuras semejantes, reducidas en una cierta relación. Esta reducción se refiere a las longitudes. Teniendo, por ejemplo, un plano dibujado con la reducción de 1/1000, toda medida lineal del terreno se halla reducida en el plano a la milésima parte.

Cada metro en el terreno es 1 mm en el plano e inversamente: cada medida lineal sacada del plano debe multiplicarse por mil para obtenerla correspondiente del terreno.

El número que indica la relación entre las dimensiones lineales del dibujo y las de las figuras reales en el terreno, se llama número de reducción o escala del plano, que designaremos por 1/E

Definición:

La escala representa la relación constante entre las medidas reales en el terreno y las, del mapa que estamos considerando.

$E=1/L$       1= longitud medida sobre la carta.

L = longitud medida sobre el terreno.

Ejemplo: si dos puntos distan en el terreno 8 Km y sobre la carta 10 cm., calcular la escala de la misma.

$$E = 10\text{cm} / 8\text{Km} = 10 / 800000 \text{ o sea } 1 / 80000$$

Para aclarar más el concepto consideremos una escala 1/10000 o expresada de otro modo 1:10 000. Ello significa que un metro en el mapa equivale a 10.000 metros en el terreno.

Siempre se debe usar el mismo tipo de unidad en ambos términos de la proporción que expresa la escala.

De lo anterior podemos deducir que para una misma escala:

1 dm	de la carta	equivale a	10.000 dm	en el terreno	=	1.000 m
1 cm	“		10.000 cm	“	=	100:m
1 mm	“		10.000 mm	“	=	10 m

#### Elección y uso.

La elección de la escala no es arbitraria sino dependiente, del objeto del plano. En un plano a escala todas las longitudes son, como dijimos, E veces más pequeñas que las homólogas del terreno.

Queriendo por ejemplo, determinar la medida del plano a escala que corresponde a la longitud de 1 km en el terreno, es necesario dividir 1 km por E. En un plano a escala 1/25 000, por ejemplo, correspondería a 1 km de medida natural 4 cm en el plano.

Tratándose, en cambio de deducir de la medida del plano la correspondiente medida natural del terreno, basta multiplicar aquella, como dijimos, por el número E.

Siendo, por ejemplo, un trozo de camino, en un plano a 1 : 50 000, de un largo de 1 cm, su longitud natural sería de  $1 \times 50\,000 \text{ cm} = 500 \text{ m}$ ; a la escala 1: 5 000 (10 veces mayor que la de 1: 50 000), esa misma longitud de 1 cm correspondo a un trecho de camino de 50 m y, a la escala de 1: 100 000, a la longitud de 1 000 m.

Podemos decir: Cuanto mayor el número E, tanto menor la escala, tanto más fuerte la reducción y, por consiguiente, tanto menor la cantidad de detalles que se pueden representar, e inversamente: Cuanto menor el número E, tanto mayor la escala, tanto menos fuerte la reducción y, por consiguiente, tanto mayor la cantidad de detalles que pueden representarse.

Pasaje de una escala a otra:

Sea una longitud "a" medida en escala "E" determinar su valor para otra escala "E'"

Se establece la siguiente relación de proporcionalidad:  $a/E = x/E'$  por lo tanto  $x = (a \times E') / E$

Ejemplo:

"a" = 8 cm

"E" = 1:20000

Calcular "x" para E' = 1:80000

$$X = (8 \times 1/80000) / (1/20000) \text{ o sea } x = (8 \times 20000) / 80000 = 2 \text{ cm}$$

#### Escala gráfica:

Consta, de una recta dividida en partes iguales, presentando cada una de ellas la unidad de longitud de la escala de la carta. Generalmente se toma, como tal al kilómetro. Se la representa como un segmento de recta graduado de izquierda a derecha. A fin de poder apreciar las fracciones de cada división se agrega a la izquierda un "talón" dividido más detalladamente y graduado de derecha a izquierda.

#### Construcción y uso de las escalas gráficas:

Con el objeto de facilitar el dibujo a escala reducida, se construyen escalas gráficas, en una de las dos formas llamadas simples y de transversales, en las cuales se hallan escritos los valores naturales.

#### Construcción de una escala gráfica simple.

Tratándose, por ejemplo, de construir la escala 1/25 000 (fig. 2), se hallará primero la magnitud (en centímetros) que en el plano a dicha escala corresponde a 1 km en el terreno. Según vimos en el , esta cantidad es igual a 4 cm. La transportamos sobre una recta, obteniendo así las divisiones 1 km, 2 km a la derecha de un punto 0. Se puede

transportar también una magnitud de 4 cm hacia la izquierda del punto 0 y subdividirla en 10 partes iguales, que expresan centenas de metros. De estas divisiones sólo se, numera la división correspondiente a 500 para evitar la confusión de números.

Las fracciones menores de 100 metros se estiman a simple vista.

*Escala = 1: 100 000*

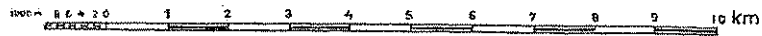


Fig. 1 Escala gráfica simple.

*Escala = 1: 25 000*



Fig. 2.

### Construcción de una escala transversal

Cuando se desea alcanzar mayor precisión en la medida de distancias, se construye una escala de transversales, con la que se puede obtener una precisión 10 veces mayor que la que da la escala gráfica simple.

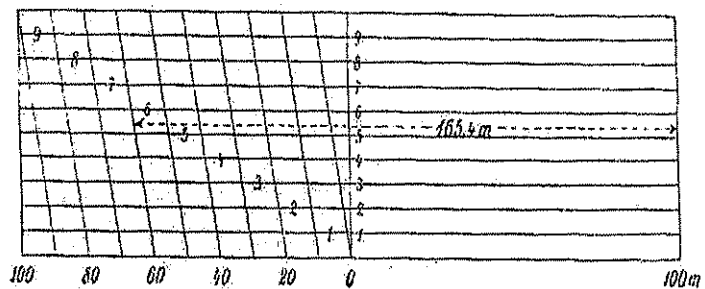


Fig. 3. Escala transversal. 1: 2 000.

Para construir una escala de transversales, se empieza por trazar la base (escala gráfica simple) en la forma que acabamos de explicar.

Luego se trazan 10 paralelas a la base, a distancias arbitrarias, pero iguales entre sí. En las divisiones 100 (a la izquierda del cero), 0 y 100 (a la derecha del cero) se levantan

perpendiculares, que se prolongan hasta su intersección con la última paralela. Se numeran las paralelas. Se trazan ahora las transversales en la siguiente forma: Se une el punto 0 de la base con el punto 10 (no numerado) arriba, luego el punto 10 abajo con el 20 arriba y así sucesivamente; por último el punto 90 abajo con el 100 arriba. Estas transversales son, pues, paralelas entre sí por construcción. Cada transversal determina en sus sucesivas intersecciones con las paralelas horizontales directamente los décimos del intervalo de 10 m (5 m en el ejemplo práctico colocado), pudiendo todavía obtenerse por estima en el espacio comprendido entre paralelas los centésimos de ese intervalo (0,4 m en el ejemplo). Con el objeto de facilitar aun más el uso de esta escala, se numeran las paralelas también entre las transversales sobre la diagonal del rectángulo de transversales.

## CURVAS DE NIVEL

### Planos acotados.

La forma más simple de un plano altimétrico es el plano acotado en el cual, las proyecciones de todos los puntos característicos del terreno llevan a su lado anotada la correspondiente cota referida a una superficie de comparación de antemano establecida, generalmente el nivel del mar. Estas cotas son inscriptas en el plano siguiendo cierta regla, por ejemplo que el punto marcado quede a la izquierda y al nivel de la base del número cuando la cota es de signo positivo; en cambio, que ese punto marcado quede a la derecha y a la altura del borde superior del número de cota en caso de ser ésta de signo negativo. En este, último caso, la cota es, además, precedida del signo.

Los planos acotados así definidos son generalmente el resultado de un levantamiento taquimétrico (numérico o gráfico). Estos planos, en caso de ser suficiente la densidad de puntos acotados, determinan las formas del terreno; sin embargo ellos, no son muy aptos para proporcionar fácilmente y a simple vista una idea clara del conjunto del terreno, por la cual, antes de usarlos, para fines prácticos (proyectos de obras), es conveniente trazar las curvas de nivel en base a las cotas indicadas en los mismos.

La representación de las formas del terreno por medio de las curvas de nivel basadas en planos acotados, es la más apropiada para las necesidades del ingeniero.



Curvas de nivel

Llámenese curvas de nivel o curvas horizontales a las proyecciones horizontales de las curvas de intersección de planos horizontales con la superficie del terreno. Los planos horizontales son elegidos de diferentes cotas y generalmente equidistantes entre sí. Es decir las curvas de nivel son curvas que unen puntos de igual cota

Sean ASB una elevación del terreno que se levanta sobre el plano P de cota cero. Se imagina cortado ese saliente por los planos horizontales, 1-1,2-2,...6-6 equidistantes entre si.

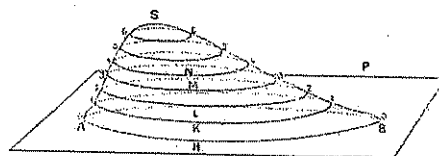


Fig. . Secciones horizontales equidistantes por un saliente del terreno.

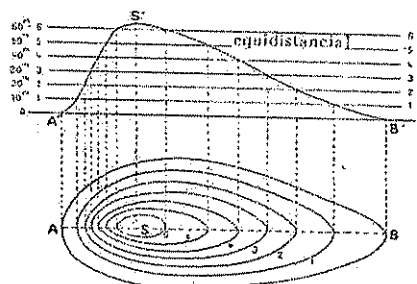


Fig. . Se ilustra el principio de las curvas de nivel, según Berget, "Topographie".  
 Equidistancia 10 m.

Cada uno de estos planos determina sobre el saliente un corte formado por una curva: el plano P mismo da la curva AHB, ó OH0, el plano 1-1 origina la curva IKI, etc.

Con proyectar estas curvas sobre el plano horizontal P, se obtendrá en el mismo un conjunto de curvas, correspondientes a diferentes alturas a del terreno; hallándose, en el caso considerado, cada curva situada dentro de la curva de, cota inmediatamente inferior en una equidistancia (de, 10 m).

Estas curvas resultan más acercadas entre sí en los lugares correspondientes a las pendientes más fuertes del saliente.

Se ve que el conjunto de estas curvas que se llaman curvas de nivel o curvas horizontales o también secciones horizontales equidistantes, constituyen un modo bastante expresivo para representar el relieve del terreno, proporcionando no solamente un aspecto general del mismo sino también datos numéricos de cierta precisión referidos a las formas del terreno.

Si por D indicamos la distancia horizontal que separa dos puntos del terreno pertenecientes a dos curvas sucesivas y por d a la misma magnitud medida en el plano, tendremos para la pendiente p (razón del desnivel a la distancia horizontal, la que es igual a la tangente del ángulo de pendiente  $\alpha$ , de la recta que une esos dos puntos la relación general:

$$p = E / D = e / d = \text{tg } \alpha$$

La elección de la equidistancia E depende del carácter altimétrico del terreno se elegirá relativamente grande (10 m, 25 m, 50 m) para terrenos muy accidentados, y bastante más pequeña (5 m, 2,5 m, 1,25 m, 1 m, 0,5 m) para terrenos con ondulaciones poco pronunciadas o casi llanos. En este último caso se requieren equidistancias E pequeñas para que leves ondulaciones del terreno no escapen a la representación en el plano.

El principio general para la elección de E establece que la carta por un lado debe informar en la manera más completa posible sobre las formas del terreno y por el otro lado quedar todavía fácilmente legible.

Los números que indican las cotas de las curvas deben figurar sobre los bordes de las hojas y también con suficiente frecuencia en el interior de las mismas (dentro de pequeñas interrupciones de las curvas), en lugares donde, faciliten eficazmente la lectura de la carta.

Las curvas correspondientes a números redondos (por ejemplo de 100 en 100 metros en terreno muy accidentado (y cartas a escalas pequeñas) ; o de 20 en

20 metros en terrenos menos accidentados) deben destacarse en alguna forma, sea dibujándolas con líneas más gruesas o sea (como se usa en Suiza) con trazo interrumpido.

### Propiedades de las curvas de nivel.

De un modo preciso las curvas de nivel pueden ser definidas como líneas de ribera de aguas tranquilas, cuyo nivel iría subiendo sucesivamente por capas iguales a las equidistancias, resultando así las curvas de nivel ser líneas de intersección de superficie de nivel con la superficie del terreno. Se comprende entonces que las curvas de nivel así definidas no pueden ser sino líneas cerradas y, salvo raras excepciones de terrenos de alta montaña, con entrantes, donde cada vertical corta la superficie del terreno en más de un punto, las curvas de nivel de diferentes cotas no se cortan.

Las formas de las curvas de nivel son muy variadas y parecen no seguir ley alguna. Pero no es así. Generalmente, con sólo mirar el recorrido de estas curvas en un sector de la carta, se puede reconocer, sin mucha dificultad, ciertas propiedades, geométricas de la superficie de terreno en el sitio considerado.

Una parte principal de lo que se llama "lectura de carta" consiste en lograr rápidamente una idea clara de las formas del terreno con sólo mirar las curvas de nivel correspondientes. La habilidad del intelecto de pasar de las curvas de nivel a la imagen de las formas del terreno se ejercita convenientemente con la creciente práctica.

### Clases de curvas de nivel

Existen cuatro clases de curvas de nivel.

1) Curvas de equidistancia intermedias. Son aquellas que representan el valor unitario de variación constante de nivel entre las curvas contiguas. Se dibujan con un tipo de líneas delgada y continua.

2) Curvas principales o directrices. Son aquellas curvas de equidistancia dibujadas a diferencia constante de altitud para facilitar la lectura, dar expresión y de relieve al terreno. Se dibuja con línea gruesa continua.

3) Curvas auxiliares, Son curvas de uso excepcional para representar un relieve local de interés que no alcanza la equidistancia establecida. Se dibuja con línea punteada fina.

4) Curvas figurativas. Son aquellas que se emplean en los sectores en que el relieve representado no es resultante de un levantamiento topográfico. Sólo indican la forma aproximada del terreno. Se las dibuja con una línea de trazo de unos 1 mm de largo y del grosor de las curvas de equidistancia o principales, a las cuales reemplaza .

Puntos singulares o puntos notables del terreno.

Existen puntos del terreno cuyas curvas de nivel se reducen a. puntos.

Son estos los puntos más altos (cimas) de lomas o mogotes y los puntos más bajos de hoyadas.

También son puntos singulares los llamados puntos de silla (puertos, puntos de paso, abras, portezuelas), en los cuales una curva de nivel puede cruzarse con sí misma y formar un punto doble con 2 tangentes horizontales. Un punto de silla es el punto más alto de un recorrido que sin subir más de lo necesario lleva de un valle a otro valle opuesto y, al mismo tiempo, el punto más bajo de un recorrido que sin bajar más de lo necesario lleva de una cima a otra opuesta.

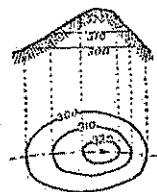


Fig. . Punto cúspide, según Eyerer.

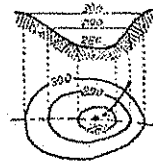


Fig. . Punto más bajo de hoyada, con la flecha indicadora.

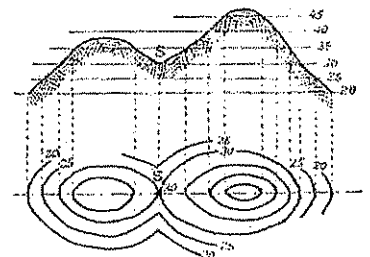


Fig. . Punto de silla, S.

Líneas de máxima pendiente o líneas de caída de una superficie topográfica

Por un punto cualquiera de la superficie topográfica pasan infinitas tangentes. Entre estas tangentes hay dos notables, la horizontal y la de máxima pendiente, siendo la horizontal al mismo tiempo tangente a la curva de nivel que pasa por el punto considerado. Para cualquiera de las demás tangentes, con excepción de una, existe, una pareja de igual inclinación, contra el plano horizontal. Una sola, cuya pendiente es más fuerte que las pendientes de las otras tangentes, no tiene pareja; se la llama línea de máxima pendiente de la superficie en el punto considerado.

Es según está línea que correría una gota de agua bajo la influencia de la gravedad, razón por la cuál la línea de máxima pendiente se llama también línea de caída.

Una característica o propiedad muy importante de las líneas de caída es la de ser siempre perpendicular a las curvas de nivel que cruzan .

Para trazar la línea de máxima pendiente en un punto A de una curva de nivel, se levanta la normal en A (línea llena), prolongándola hasta aproximadamente el punto medio B del espacio que existe entre dicha curva de nivel y la curva de nivel vecina. Por este punto B se baja la perpendicular a la curva vecina y se la prolonga hasta otro punto medio C entre dos curvas sucesivas. Desde C se baja la perpendicular a la curva siguiente y así sucesivamente. Dichas normales son entonces las tangentes a la línea de máxima pendiente ( línea punteada) que se busca, pudiendo ser trazada; ésta fácilmente con suficiente aproximación.



Fig. . Construcción de la línea de máxima pendiente (línea punteada) en el punto de curvatura A.

Líneas de máxima pendiente notables líneas divisorias y talwegs de terreno

En general, por cada punto del terreno pasa una sola línea de máxima pendiente. Pero existen excepciones: Por cada punto más alto de un mogote (cima, punto cúspide) y por cada punto más bajo de una hoyada pasa un número infinito de líneas de máxima pendiente, porque hay innumerables perpendiculares que desde esos puntos pueden ser trazadas a las curvas vecinas, más altas o bajas, respectivamente,

La figura muestra una hoyada que suponemos con curvas elípticas, siendo H el punto más bajo. Las proyecciones de las numerosas líneas de caída, que cortan todas las curvas bajo ángulos rectos, según la ley establecida, llegan en este caso finalmente como tangentes al eje mayor común de todas las elipses, con punto de tangencia en la proyección del punto central H. La línea de caída cuya proyección es este eje mayor común, es una línea de caída notable, llamada talweg. La designamos por t. La única línea de caída cuya proyección no es tangente al eje mayor es aquella que se proyecta sobre el eje menor de la elipse. (En caso de que las curvas de nivel de una hoyada tuvieran forma circular, no habría línea de caída notable, llegando entonces todas las líneas de caída radialmente al punto más bajo H).

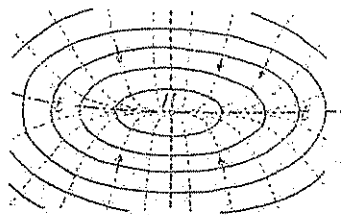


Fig. . Hondonada con curvas elípticas según Rothe.

H, punto más bajo;

t, talweg.

Las flechas indican la dirección de las líneas de máxima pendiente o líneas de caída.

Para el estudio del caso de una elevación del terreno podría servirnos la misma figura, con sólo suponer en ella invertida la dirección de las flechas de las líneas de caída. Resulta entonces el punto H ser punto más alto de un mogote, llamándose, en este caso, la línea de máxima pendiente línea divisoria de las aguas o simplemente divisoria.

Las figuras siguientes representan trozos de terreno (hondonada y loma), en los que existen, respectivamente, un talweg t y una divisoria d.

Estas figuras enseñan que las líneas de caída notables son aquellas a las cuales se adosan las líneas de caída vecinas en grado máximo, sea en la dirección de las cotas descendentes (caso del talweg) o en la dirección de las cotas ascendentes (caso de la divisoria).

Los talwegs se denominan también líneas de valle, líneas de recogidas o vaguadas. Las divisorias también se llaman dorsales.

En la proximidad de un punto de silla, llamado también punto de paso, puerto, portezuela, las curvas de nivel tienen formas cuyas proyecciones son

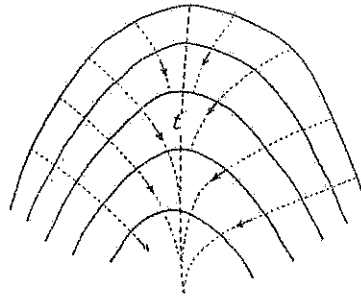


Fig. . Hondonada con talweg t.

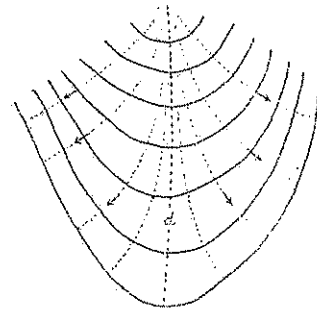


Fig. . Loma con dorsal d.

aproximadamente hipérbolas, con ejes t y d comunes y punto central S. La figura muestra una forma de silla con las correspondientes curvas de nivel y líneas de caída. Se ve que por el punto de silla B pasan dos líneas de caída notables en la dirección de los ejes de las dos familias de hipérbolas: un talweg t, al cual las líneas de máxima pendiente se le vienen acercando en la dirección de las cotas descendentes, y una dorsal d, a la cual las líneas de caída se le vienen acercando en el sentido de las cotas ascendentes.

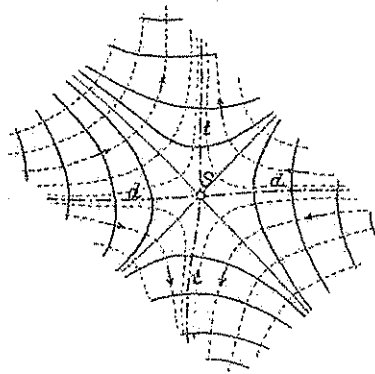


Fig  
Silla, con punto central S, los talwegs t y las dorsales d.



El término "talweg" (palabra alemana, que quiere decir "camino del valle") fue introducido por el ingeniero hidráulico alemán Wiebeking y ha pasado como término técnico a los principales idiomas (francés, inglés, italiano, español, etc.).

Tanto las líneas de los talwegs como de las divisorias tienen mucha importancia práctica, porque se prestan muy especialmente para líneas de límite, sean fronteras internacionales, sean límites interprovinciales y hasta limitaciones de la propiedad raíz privada.

Las líneas directrices deben ser marcadas en los croquis de campo, para lo cual se ha generalizado el uso de indicar los talwegs con lápiz de color azul las divisorias con rojo.

Las dorsales son representadas por líneas gruesas y los talwegs por líneas finas (llenas o punteadas).

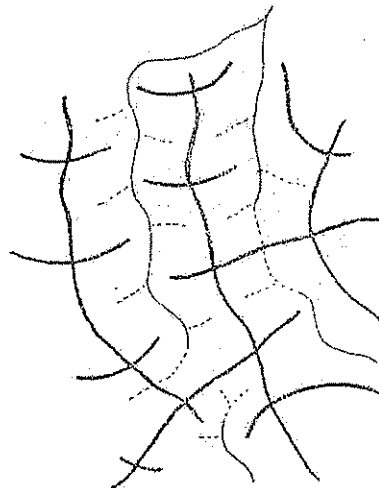
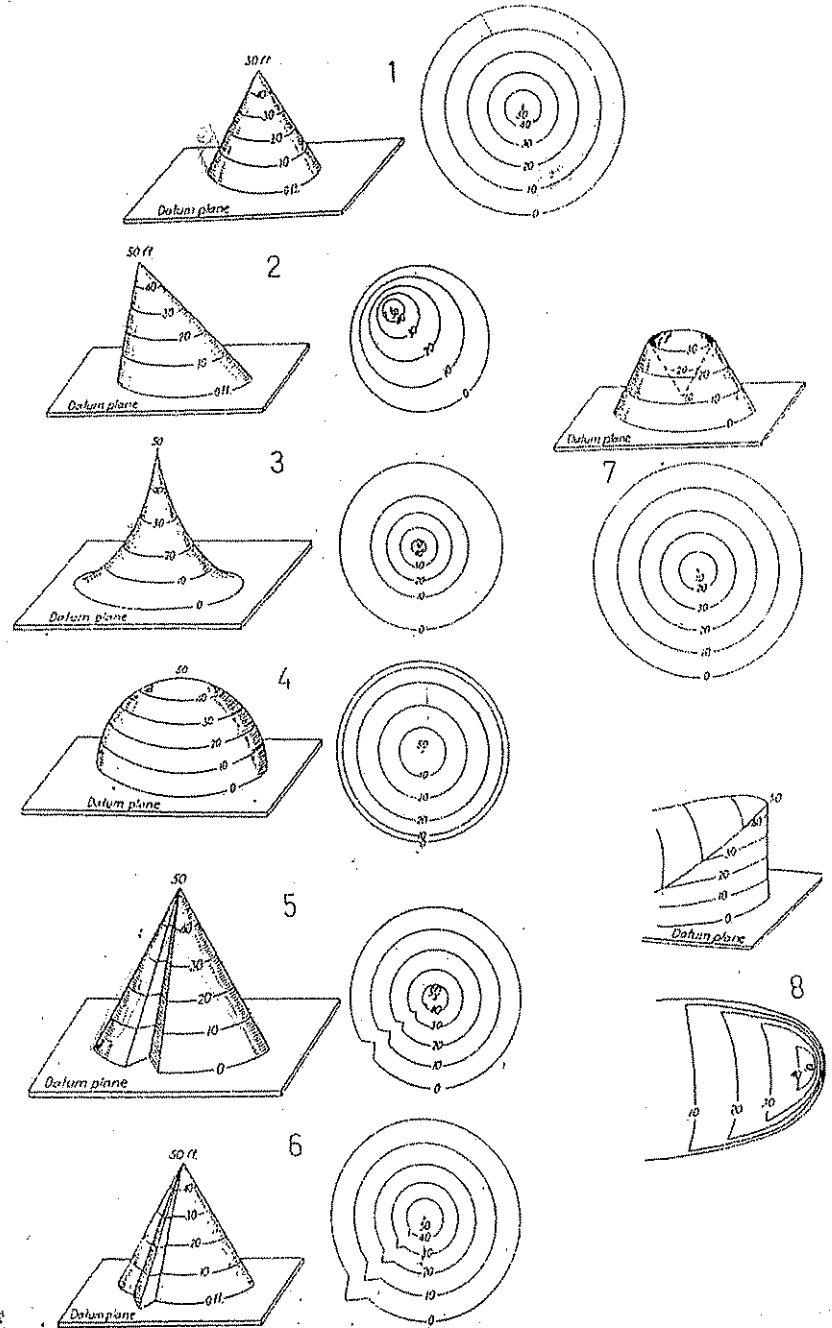


Fig. . Líneas directrices de un sector de terreno.

PRINCIPIO DEL TRAZADO DE CURVAS DE NIVEL EN DISTINTAS

FORMAS DEL RELIEVE



### Pendientes

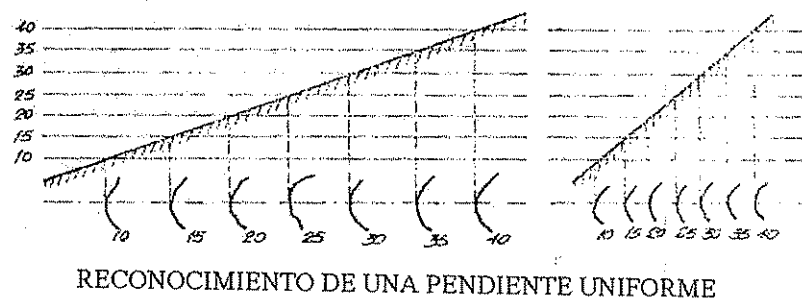
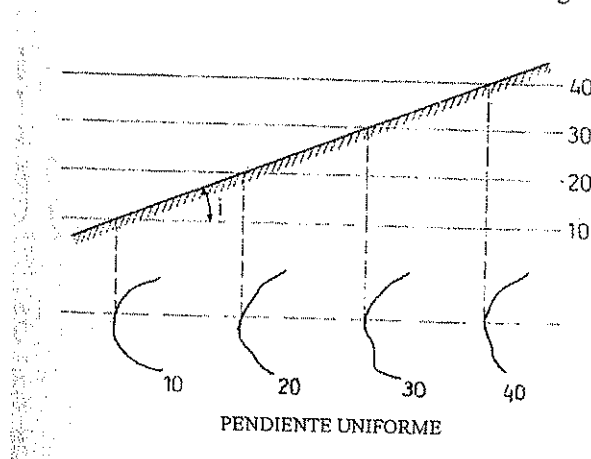
Definición: una pendiente es un terreno inclinado.

#### Clases de pendientes

##### Pendiente uniforme

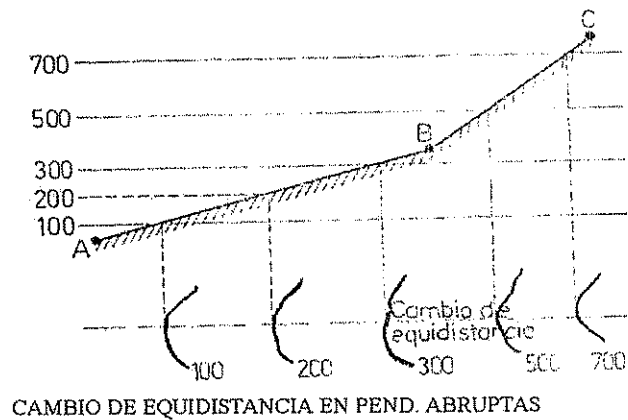
Es aquella pendiente que tiene en toda su extensión un mismo grado de inclinación (i)

Esta clase de pendiente se reconoce sobre la carta por la separación uniforme de las curvas de nivel, es decir, las curvas están igualmente espaciadas.



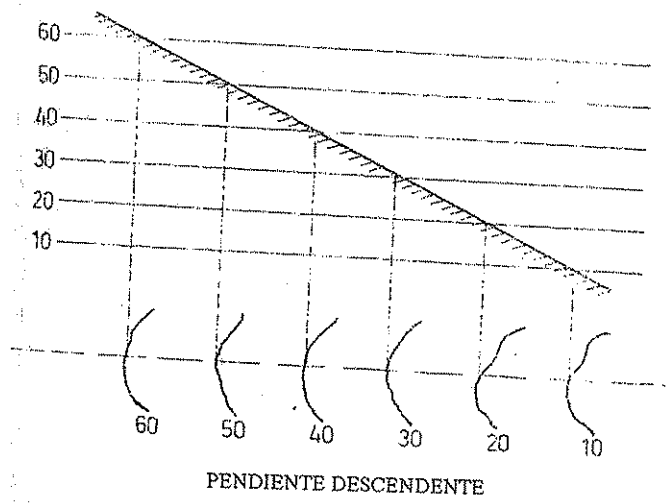
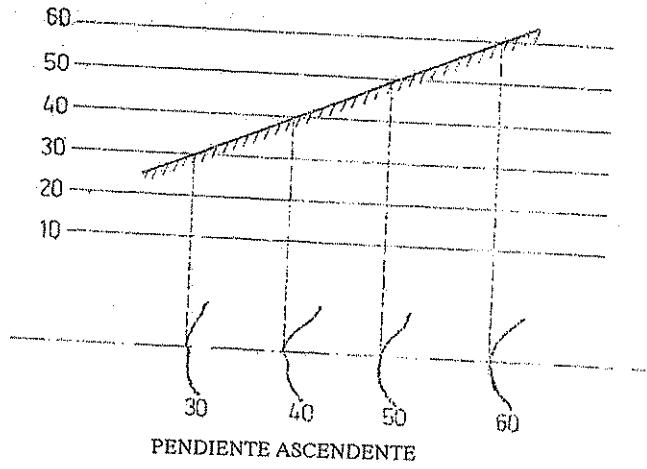
Ahora bien, cuanto mayor es el ángulo (i) de inclinación de la pendiente, tanto mayor es la aproximación de las curvas de nivel que la representan en la carta, para una misma equidistancia.

En un terreno montañoso llega un momento en que las pendientes son tan abruptas que las curvas representativas de la misma se superponen. Es necesario en estos casos cambiar la equidistancia de las curvas



También debemos tener presente que las pendientes pueden ser ascendentes o descendentes. Depende del lado que se las mire.

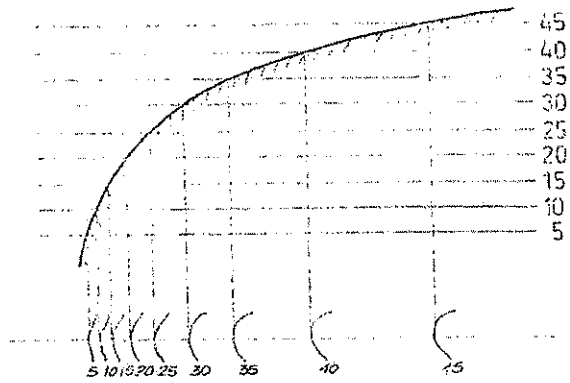
En general cuando las curvas van de menor a mayor se dice que es una pendiente ascendente y viceversa.



### Pendiente convexa

Es aquella que tiene la curvatura hacia el cielo.

Se reconoce sobre la carta porque desde la parte superior ( curvas de mayor valor ) hacia la parte inferior ( curvas de menor valor ) las curvas de nivel se van aproximando cada vez mas.



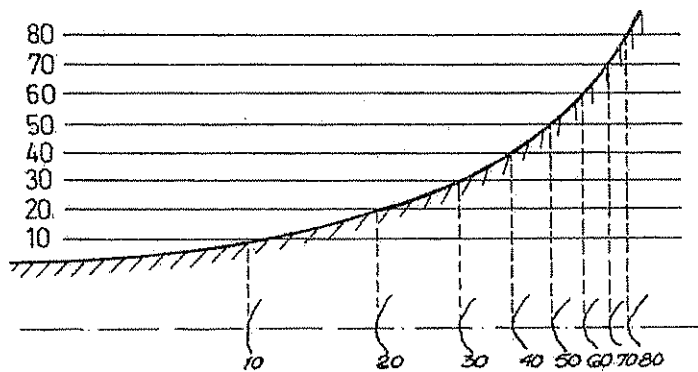
PENDIENTE CONVEXA

### Pendiente cóncava

Es aquella que tiene la curvatura hacia el interior de la tierra.

Se reconoce en la carta porque desde la parte superior ( curvas de mayor valor ) hacia la parte inferior ( curvas de menor valor ), se van separando las curvas cada vez mas.

Las curvas de mayor valor son las que están mas juntas, al contrario de lo que sucede en el caso anterior.

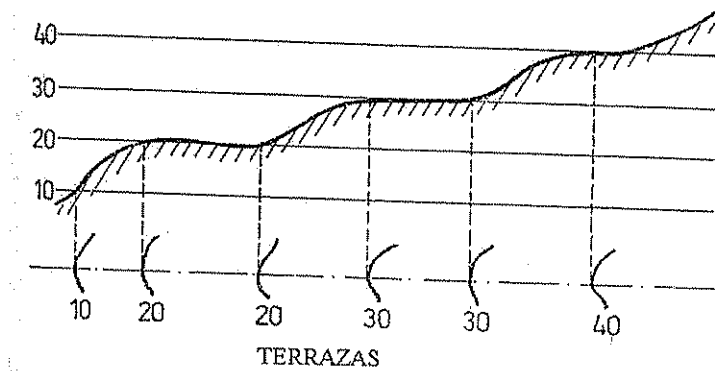


PENDIENTE CONCAVA

## Terrazas

En ciertas regiones de nuestro país ( patagonia especialmente ) existen formas del terreno que se asemejan a escalones llamadas terrazas.

Se reconocen sobre la carta porque las curvas de nivel se agrupan de trecho en trecho. Es decir son tramos de pendiente casi nula.



## Interpolación de puntos

La interpolación de puntos de curvas entre puntos acotados que han sido levantados, puede ser efectuada por estima a ojo, o mejor, por el cálculo de proporción, o gráficamente mediante diagramas de paralelas, o finalmente, en ciertos casos, con ayuda de perfiles transversales, procedimientos éstos sobre los cuales pasamos a dar algunos detalles.

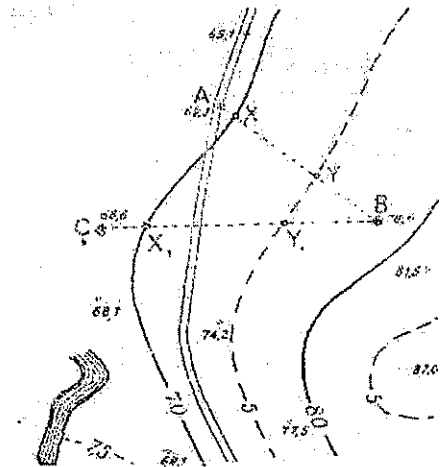
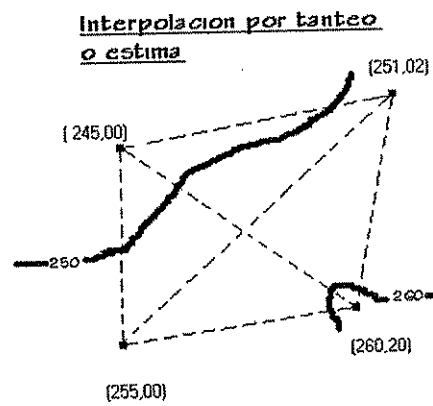


Fig. . Dos ejemplos de interpolaciones de curvas de nivel.  
Escala 1:5 000.

### Interpolación por estima

Este método es el mas impreciso pero el mas rápido y solo con mucha experiencia puede intentarse realizar este tipo de interpolación.





En lo que sigue explicaremos la interpolación lineal efectuada por el cálculo, luego la que se hace por medio de diagramas de paralelas y la que se efectúa con ayuda de los perfiles transversales.

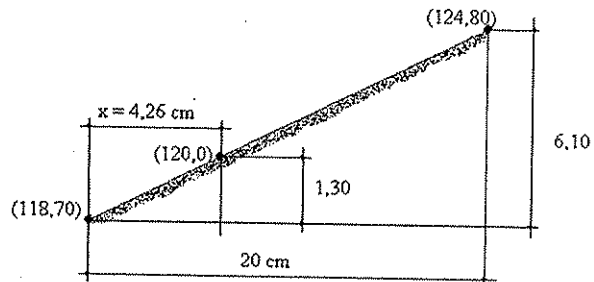
Para los tres procedimientos es condición esencial que la recta que une a vez dos puntos acotados entre los cuales se interpola, se halle prácticamente dentro de la superficie terrestre y que ningún punto se aparte sensiblemente de la misma.

#### Interpolación lineal

Medimos en cualquier escala la distancia entre dos puntos a interpolar. Si queremos pasar la cota 120, quiere decir que tenemos un desnivel de 1,30 m

$$20\text{cm} / 6,10\text{m} = x / 1,30 \Rightarrow x = 4,26\text{cm}$$

Este método es mucho mas preciso que el anterior pero extremadamente laborioso, por la gran cantidad de cálculos que se deben hacer.



INTERPOLACION ANALITICA

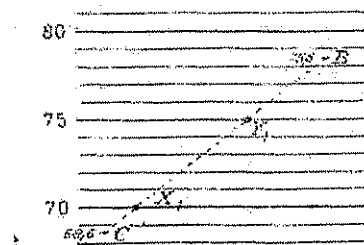
### Interpolación grafica mediante diagramas de paralelas

En la figura se muestra un sistema de paralelas que generalmente se dibuja sobre papel transparente, las que corresponden a cotas de metro en metro.

Sean dadas en el plano las cotas de dos puntos B y C, a saber:

$$H_B = 78,6 \text{ m} \quad H_C = 68,6 \text{ m}$$

Se trata de ubicar en el plano dos puntos X. e Y, de cotas 70 y 75, respectivamente. En el transparente se marca entre las paralelas correspondientes a cotas 78 y 79 un punto B de cota 78,6. Luego se lleva el transparente sobre el plano, haciendo coincidir ese punto marcado con el punto B del plano. Sin perder esta coincidencia, se gira el transparente hasta que el punto C del plano caiga entre las paralelas 68 y 69 en un sitio correspondiente a la cota 68,6. Se trazará entonces a lápiz sobre el transparente la recta BC, y se picarán sobre el plano las intersecciones de BC con las paralelas de cotas 70 y 75, obteniéndose así en el plano los puntos X. e Y, buscados.



*Interpolación mediante diagrama de paralelas.*

Cotas dadas:

$$H_B = 78,6; H_C = 68,6; X_1, Y_1,$$

puntos interpolados.

### Perfiles

Se denomina perfil a la intersección del terreno con un plano vertical cualquiera. Generalmente, el perfil es la construcción gráfica de una distancia en la carta proyectada sobre un plano base elegido, donde se registran, a una escala vertical y otra horizontal, las variaciones de alturas (desniveles) que existen a lo largo de la línea o itinerario considerado

Perfil natural y perfil sobrealzado.

Los planos provistos de curvas de nivel permiten estudiar secciones del terreno según planos verticales para un mejor conocimiento del relieve del terreno. La sección del terreno con plano vertical da una línea de contorno característica, llamada perfil transversal en la dirección del plano cortante.

Cuando, al dibujar esa línea de contorno abatida sobre el plano horizontal, las ordenadas de sus puntos son tomadas a la misma escala que las abscisas, el perfil se llama perfil natural, siendo entonces las pendientes del terreno las mismas que las mostradas por la línea de contorno del perfil.

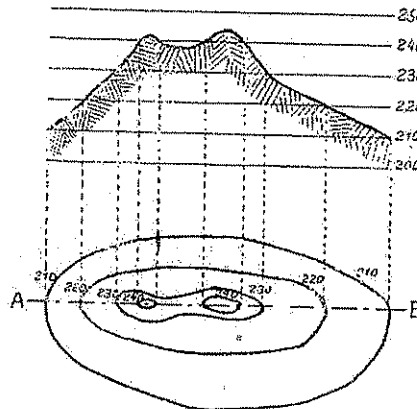


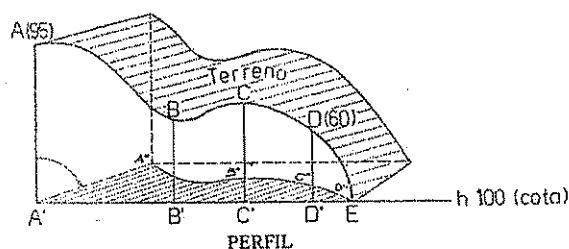
Fig. . Perfil transversal natural  
Escala 1:2000.  
(Horizonte levantado a 200 metros)

Cuando, en cambio, al dibujar un perfil, se agrandan las ordenadas en una cierta proporción en comparación con el dibujo de las abscisas, con el objeto de destacar más claramente el relieve, se dirá que el perfil es alzado o sobrealzado. En este caso las pendientes mostradas directamente por el perfil son mayores que los relieves del terreno en la misma razón que la escala vertical es mayor que la escala horizontal.

El perfil transversal, da una figuración más clara del relieve que el plano con curvas de nivel. Si (Horizonte levantado a 200 metros) se usa papel milimetrado transparente para el dibujo de perfiles, existe cierta comodidad para la colocación de las ordenadas de los mismos.

#### Construcción teórica de un perfil

Para darnos una idea de cómo se ejecutan los perfiles, examinaremos el procedimiento a seguir para trazar el perfil entre el punto A (que supondremos de cota 95) y el D (de cota 60).



Imaginemos poder cortar el terreno con un plano vertical que contenga la línea AD, deteniéndonos en nuestro corte cuando se alcance la de un punto E de cota 50. En esta forma habremos determinado en el terreno el corte vertical AA' DD'. Para poderlo estudiar con comodidad lo rebatiremos (volcamos) sobre el plano horizontal que pasa por E de cota 50, para lo cual lo hacemos girar alrededor de la línea A'E hacia adelante. Nuestro corte rebatido sobre el plano horizontal será el A'' A' D'' D'.

Consideramos uno de los puntos; el A". En el rebatimiento la vertical AA perpendicular a la horizontal A'E gira alrededor de A' manteniendo en todo momento esa perpendicular.

Además el punto A" (rebatimiento. del A) queda a la misma distancia del A' que lo está el A.

Entonces para determinar este punto A" se levanta en A' una perpendicular a A'E marcando sobre ella un punto (A") que dista de A' una cantidad igual de AA'. Procediendo en forma análoga para B", C", D", etc, y uniendo con una línea todos estos puntos rebatidos, obtenemos la ABCDE, es decir, el "perfil" del terreno rebatido sobre un plano horizontal.

Observamos que las longitudes A'A", B'B", C'C", D'D", son precisamente los desniveles entre A, B, C, D, E, y la horizontal de cota 100 (h 100), diferencias de nivel que la carta nos permite determinar puesto que ella nos da la cota exacta de todos esos puntos.

#### Construcción práctica de un perfil

1) Conforme a lo expresado en el artículo anterior, siendo el perfil un auxiliar de trabajo con la carta, lo que se necesita es una representación de las variaciones de altura del terreno reducidos a una escala legible, y no un perfil rebatido horizontalmente en su tamaño natural del terreno, razón por la que se lo construirá sobre la carta, eligiendo una escala vertical para representar los desniveles y otra horizontal para la progresión de la distancia, de forma que el dibujo sea legible, y ocupe la hoja de trabajo que se dispone. 2) Como escala vertical se elegirá una diez veces mayor que la escala horizontal.

Como escala horizontal, la escala de la carta, si la distancia elegida y el papel disponible lo permiten.

En caso de disponerse de una medida de papel determinada se procede de la siguiente forma:

a. Se desea representar 10 km de terreno en 20 cm útiles de papel.

b. Se aplica la fórmula  $L = M \times D$

L = Distancia medida en el terreno

M = Distancia medida en la carta

D = Denominador de la escala L

L (10 km) Distancia en el terreno

D = -----

M (20 cm) Espacio útil de papel

1.000.000 cm

D = -----

20 cm

D = 50.000

Por lo tanto la escala horizontal será 1: 50 000 y la vertical 1: 5000

En este caso ha resultado para denominador de la escala un número entero y conveniente para el trabajo. Si no hubiera ocurrido así habría que elegir otro, próximo al obtenido, que reúna las condiciones antes menciona pero cuidando que sea mayor, para así obtener una escala menor, de lo contrario, la longitud representativa no entraría en el espacio de papel disponible.

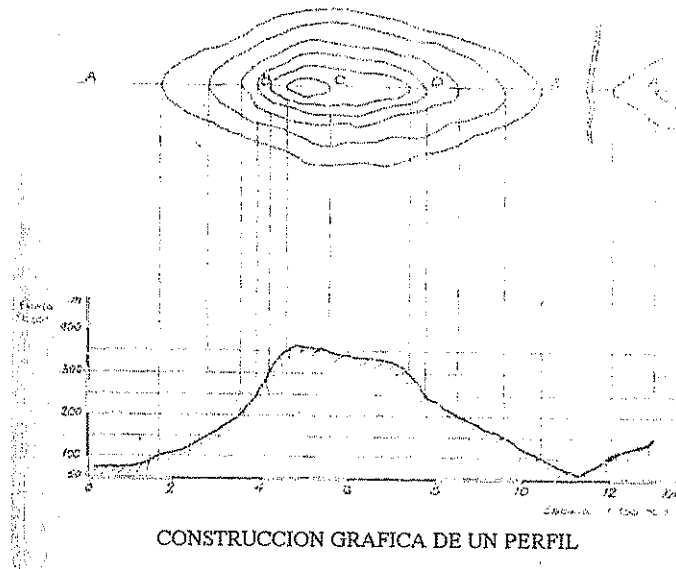
3) Determinadas las escalas de trabajo se dibuja el perfil.

a. Se traza primeramente una recta denominada plano de comparación que representa la traza de un plano horizontal de referencia, al que se le asigna una cota inferior a la mínima del terreno considerado, de manera que el dibujo del perfil quede ubicado encima de ella.

b. A partir del origen, sobre la horizontal, se señalan las distancias progresivas en que se descompone la distancia elegida, ya sea con la progresión 1, 2 ó 3, según convenga.

c. A partir del origen, sobre la horizontal, se señalan las distintas cotas del terreno con proyección horizontal según la distancia que la separa del punto origen a la escala horizontal, y con proyección vertical según la magnitud de la cota a escala vertical.

d. Se unen los distintos puntos obtenidos.



Cuando la escala horizontal coincide con la de la carta, las distintas cotas pueden marcarse sobre una línea en un papel, y transportarlas a la recta plano de comparación para ganar tiempo, restando sólo levantar las verticales según la magnitud y escala vertical.

## CARTOGRAFIA- SISTEMAS DE PROYECCION

La cartografía es un elemento indispensable para el conocimiento integral de un país, constituyendo la base de planificación y ejecución de las actividades civiles y militares, que hacen a su defensa y desarrollo técnico, económico, cultural y político.

Los beneficios que derivan de la confección de la carta son múltiples, destacándose a continuación sus aplicaciones más importantes:

### Defensa nacional

1. proporciona las bases cartográficas para la determinación de límites internacionales.
2. Proporciona las bases cartográficas para la elaboración del plan general de defensa nacional.
3. Permite las especulaciones de carácter operativo que realizan las tres fuerzas armadas para concurrir al plan militar.
4. Da las bases para el estudio del plan de operaciones, en las fases que competen al problema interno y con los países limítrofes.
5. Colabora eficazmente en la conducción de operaciones militares.
6. Proporciona el material necesario para la capacitación de los cuadros en los institutos superiores (escuela nacional de guerra, centro de altos estudios, escuela superior de guerra y escuela superior técnica).

### Obras públicas y privadas

1. vías de comunicación: para el estudio de anteproyectos de trazado, estudio económicos y de zonas de influencia de redes terrestres, aéreas y marítimas.
2. Obras hidroeléctricas: para el estudio de su emplazamiento, zonas de influencia e interconexiones.
3. Obras hidráulicas: para el estudio de cuencas, planeamiento, emplazamiento y estudio de trazados. Su relación con la altimetría regional.
4. Obras de saneamiento: facilita el estudio de las condiciones propicias para su mejor rendimiento. Áreas recuperables para la economía nacional.
5. Líneas de comunicación y de energía: facilita la elección del trazado y estudio económico de líneas telefónicas, telegráficas, cables coaxiales, redes de distribución de energía eléctrica, etc.
6. Transporte de fluidos: facilita la elección del desplazamiento de obras destinadas a la construcción de gasoductos, oleoductos, acueductos, etc.
7. Obras de arte: facilita su emplazamiento y su relación con la red vial.
8. Tipos de construcción, ubicación y orientación de las obras: las obras viales, hidroeléctricas, hidráulicas y otras de distinto carácter, se ejecutan con un concepto más racional al facilitarse su exacta situación geográfica y ser referidas a la superficie de nivel fijada para el país, la que se obtiene a través de los trabajos fundamentales realizados por el IGM.

### Recursos naturales:

1. Estudio y determinación de las áreas pobladas de riquezas naturales.
2. Evaluación fitogeográfica.
3. Evaluación geológica.
4. Base para la confección de cartas temáticas.
5. Evaluación hidrológica.

### Aspectos geográficos:

1. Estudios geológicos generales.
2. Erosión de suelos.
3. Movimiento de glaciares.



4. Determinación de cuencas.
5. Estudio de la Geografía y Geomorfología

Catastro:

La cartografía permite

1. Ejecución del catastro preparatorio.
2. Localización de parcelas y sirve de base al Registro Gráfico.

Limites:

1. Arbitraje de límites interprovinciales.
2. Colaboración técnica en la demarcación de líneas de frontera.
3. Determinación de líneas tributarias.
4. Delimitación sanitaria.

Aspectos generales:

1. Ejercicio de la policía de fronteras.
2. determinación de zonas de seguridad del Estado.
3. Apreciación económica regional.
4. Para cultura general.

### Coordenadas geográficas

Para definir la localización de un punto sobre la esfera o sobre el elipsoide se utiliza un sistema lógico de coordenadas esféricas cuyo origen se localiza en el centro de gravedad de este cuerpo. La ubicación de dicho punto se define mediante dos ángulos y una distancia:

- Un ángulo vertical o latitud, que varía desde  $0^\circ$  en el Ecuador hasta  $90^\circ$  en los polos, con signo positivo si es Hemisferio Norte y negativo si es el Hemisferio Sur.
- Un ángulo horizontal (azimut) o longitud para el cual, por no tener un origen físico definido, se tomó por convención su inicio en el meridiano de Greenwich, con signo positivo desde este punto hacia el oriente, hasta los  $+180^\circ$  y con signo negativo hacia el poniente, hasta los  $-180^\circ$ .
- La distancia entre el punto y el centro de origen, restándole el radio del elipsoide (esfera) en ese punto, corresponde a la altura del punto sobre el nivel medio del mar o altitud. Cabe destacar, sin embargo, que en los levantamiento topográficos la altitud está mediada sobre el geoide y no sobre el elipsoide (esfera).

Este sistema se conoce como Coordenadas Geográficas, y la mayor parte de la gente supone que son únicas. Pero esto no es así. Diferentes métodos fueron definiendo elipsoides de diferentes tamaños y -más aún- con centros de origen no coincidentes. Hace tiempo, por falta de medios tecnológicos, era prácticamente imposible, al definir un datum, determinar el geocentro en forma única. Por lo tanto, para un mismo punto sobre la Tierra, sus coordenadas geográficas no son iguales para dos elipsoides diferentes.

Notemos que aún no se ha hecho referencia a la representación de los datos en un plano... sólo se está tratando de definir lo mejor posible la localización de un punto sobre la Tierra a través de sus coordenadas reales (que, como vemos, no son tan reales).

Por otra parte, se entiende también que las coordenadas geográficas no corresponden a ningún tipo de proyección.

Nos encontramos, entonces, con una situación en la cual se han utilizado cientos de elipsoides diferentes. Y también, dado un elipsoide común, orígenes o datum definidos en lugares no coincidentes (por tanto, las coordenadas geográficas que entregan tampoco coinciden).

#### Proyectarse a un plano

Dicho proceso se conoce como proyección, y existen diferentes formas de hacerlo. Algunas proyecciones mantienen la forma de los objetos (conforme u ortomórfica), otras mantienen las superficies (equiárea, equivalentes u homolográficas) y otras los ángulos (azimutales). Estas características son contrapuestas: no puede haber, por ejemplo, una proyección conforme que sea equiárea al mismo tiempo. Por otro lado, la escala no es homogénea y varía en diferentes posiciones al interior del mapa. Normalmente, en la mayoría de las proyecciones la escala es real sólo a lo largo de una o dos líneas; sin embargo, existen proyecciones en las cuales la escala es verdadera entre un punto (o dos puntos) y el resto de los puntos en el mapa o a lo largo de cada meridiano. Estas proyecciones se conocen como equidistantes.

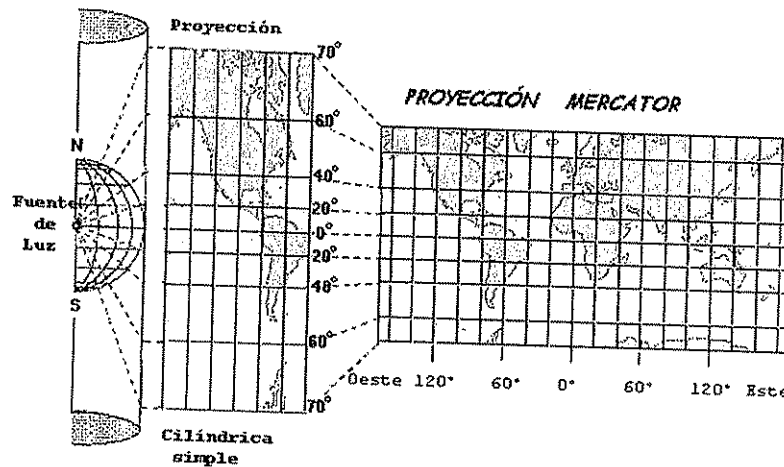
Para mantener estas características bajo control, con errores aceptables, se toman siempre algunas precauciones básicas. Por ejemplo mapear sectores específicos (regiones, países). Para zonas más pequeñas, estas diferencias prácticamente no se notan.

En las proyecciones se utilizan tres figuras geométricas: el cilindro, el cono y el plano. Las cuales se pueden desarrollar (es decir, transformar) en un plano sin que se produzcan deformaciones. Estas figuras se pueden ubicar envolviendo la Tierra en diferentes posiciones. Además, pueden ser tangentes o secantes a ella. Existen, por lo tanto, decenas de proyecciones diferentes. Las más usadas son Mercator, Mercator Transversa o Gauss-Kruger, Mercator Transversa Universal (UTM) y Cónica Conforme de Lambert.

#### Características de las proyecciones

##### Proyección Mercator

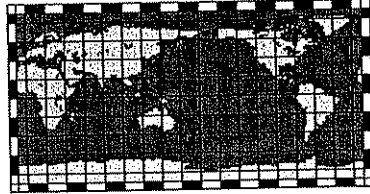
Esta proyección es probablemente la más famosa de todas las proyecciones, y toma el nombre de su creador, que lo creó en 1569. Es una proyección cilíndrica que carece de distorsiones en la zona del Ecuador. Una de las características de esta proyección es que la representación de una línea con un azimut (dirección) constante se dibuja completamente recta. Esta línea se llama línea de rumbo o loxódromo. De esta forma, para navegar de un sitio a otro, sólo hay que conectar los puntos de salida y destino con una línea recta, lo que permite mantener el curso constante durante todo el viaje. Esta proyección se usa extensivamente para representar los mapas mundiales, pero las distorsiones que crea en las regiones polares son bastante grandes, dando la falsa impresión de que Groenlandia y la antigua Unión Soviética son más grandes que África y Sudamérica.



- Mercator: Cilíndrica Vertical (eje del cilindro orientado en dirección norte-sur); conforme; los meridianos son líneas rectas equidistantes; los paralelos son líneas rectas que se van separando hacia los polos; la escala es verdadera a lo largo del ecuador (tangente) o a lo largo de dos paralelos equidistantes del ecuador (secante); las líneas de rumbo son derechas; los polos están en el infinito (gran distorsión en zonas polares).
- Mercator Transversa: Cilíndrica Horizontal (el eje está orientado paralelo al plano ecuatorial); conforme; el meridiano central y el Ecuador son líneas rectas; el resto de los meridianos y paralelos son curvas complejas; la escala es verdadera a lo largo del meridiano central (tangente), factor de escala igual a 1; la escala es infinita a 90° el meridiano central; husos de 4° de ancho; a las coordenadas Y en el Hemisferio Sur se les suma 10 millones de metros.
- Mercator Transversa Universal (UTM): Cilíndrica Horizontal; conforme; el meridiano central y el Ecuador son líneas rectas; el resto de los meridianos y paralelos son curvas complejas; la escala es verdadera a lo largo de dos líneas paralelas al meridiano central (secante), con un factor de escala igual a 1. Al meridiano central se le asigna un factor de escala igual a 0,9996; husos de 6° de ancho; a las coordenadas en el Hemisferio Sur se les suma 10 millones de metros, evitándose con esto las coordenadas negativas. El meridiano central tiene una coordenada x igual a 500 mil metros.
- Cónica Conforme de Lambert: Cónica; conforme; los paralelos son arcos concéntricos de espaciamiento variable (más juntos en el centro del mapa); los meridianos son rayos equidistantes en el mismo círculo y por lo tanto cortan a los paralelos en 90°; la escala es verdadera en un paralelo estándar (tangente) o en dos paralelos estándar (secante); el polo cercano al primer paralelo estándar es un punto y el polo en el hemisferio opuesto está en el infinito; ideal para países y regiones anchas en el sentido Este-Oeste.

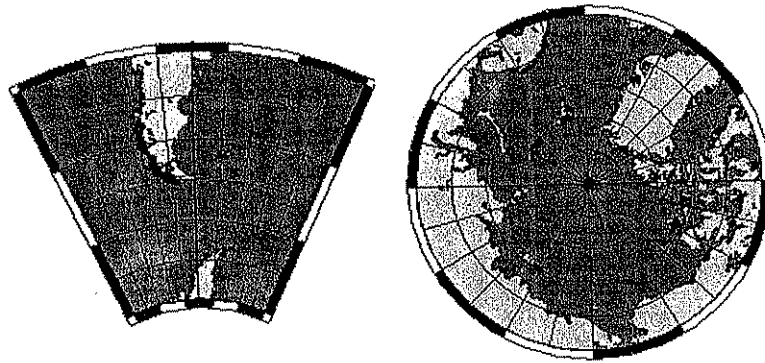
### Proyección Cilíndrica Equidistante

Esta proyección cilíndrica es realmente un escalado lineal de longitudes y latitudes, Es también conocida como la Proyección de Plate Carée. Es característico observar que todas las líneas de los meridianos y paralelos son líneas rectas, y que todos las áreas representadas corresponden a perfectos cuadrados. Fijaros que las áreas en la proyección Mercator cerca de los polos son más grandes.



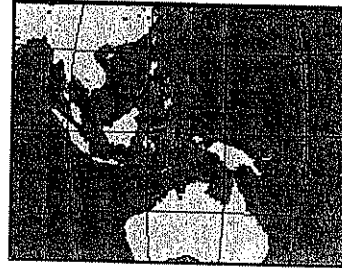
### Proyección Polar Estereográfica

Este tipo de proyección se basa en las proyecciones que realizaban los griegos. Su uso principal es representar las regiones polares. Es característico ver que todos los meridianos son líneas rectas, con un azimut constante, mientras que los paralelos constituyen los arcos de un círculo.



### Proyección Lambert de Azimut y área constante

Esta proyección fue creada por Lambert en 1772, y se usa típicamente para representar grandes regiones del tamaño de continentes y hemisferios. Carece de perspectiva. Las áreas representadas coinciden con las reales. La distorsión es cero en el centro de la proyección para cada plano que se represente, pero esta distorsión aumenta radialmente conforme se aleja del centro.



### Proyección Ortográfica

Esta proyección presenta una perspectiva tomada desde una distancia infinita. Se usa principalmente para presentar la apariencia que el globo terráqueo tiene desde el espacio. Como la proyección de Lambert's y la estereográfica, sólo un hemisferio se puede ver a un tiempo determinado. Esta proyección no es ni conforme ni posee áreas reales, e introduce muchísima distorsión cerca de los bordes del hemisferio. Las direcciones desde el centro de la proyección son, sin embargo, verdaderas. Esta proyección fue usada por los egipcios y los griegos hace más de 2000 años.



## COORDENADAS GAUSS-KRUGER

### MARCO LEGAL

#### LEY N° 12696

El 3 de octubre de 1941, luego de 62 años de labor, el Instituto Geográfico Militar (IGM) obtiene mediante la Ley N° 12696 "Ley de la Carta" las bases legales para desarrollar una obra de trascendencia nacional.

Por dicha ley se encomendaba al IGM realizar los trabajos geodésicos fundamentales y el levantamiento topográfico de todo el territorio de la Nación".

Se establecía asimismo un lapso de vigencia de 30 años, una organización de trabajo y una asignación de fondos.

Diversas causales pero, fundamentalmente, las limitaciones presupuestarias impidieron concluir la obra en el plazo previsto.

Para que no se interrumpiera la actividad se obtuvo, por la Ley N° 19.278, una prórroga en su vigencia hasta tanto se aprobara un nuevo cuerpo legal acorde a los avances tecnológicos, a la ampliación de las demandas por parte de los usuarios y a las nuevas responsabilidades asignadas.

#### LEY N° 22963

La nueva ley fue sancionada y promulgada el 3 de noviembre de 1983.

Los primeros artículos de esta Ley expresan que la representación del Territorio Continental, Insular y Antártico de la República Argentina editada en el país en forma literal o gráfica con cualquier formato y finalidad, así como la proveniente del extranjero destinada a ser distribuida en el país, deberá ajustarse estrictamente a la cartografía oficial establecida por el Poder Ejecutivo Nacional a través del Instituto Geográfico Militar (IGM). Asimismo se establece que el IGM entenderá en la obtención de la cartografía básica del Territorio Continental, Insular y Antártico de la República Argentina y su actualización permanente.

Con relación al desarrollo de su actividad y a su producción bibliocartografía destacamos del cuerpo legal los siguientes aspectos:

- Cuando deba preparar material cartográfico que incluya la representación gráfica de límites internacionales y zonas de frontera especialmente aquellas áreas pendientes de demarcación por existir conflictos con otros países, deberá requerir la información necesaria del Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto y no podrá dar publicidad a la cartografía lograda sin aprobación previa de dicho Ministerio. Ello sin perjuicio de que el Ministerio lo

mantenga informado sobre todo lo relacionado con el trazado de límites internacionales del territorio nacional.

- Los trabajos referidos a la obtención y actualización de la cartografía básica de nuestro territorio  
Se ajustarán a las instrucciones técnicas confeccionadas por el IGM y se tendrá en cuenta, dentro de lo posible, las recomendaciones de los congresos científicos nacionales e internacionales.
- Todas las publicaciones bibliocartográficas que edite el IGM, correspondientes a los trabajos previstos en la ley, serán propiedad de la República Argentina.
- Las marcas y señales de carácter permanente o transitorio que sea necesario establecer en el terreno, serán consideradas como obras públicas nacionales,
- Las autoridades nacionales, provinciales y municipales están obligadas a prestar su cooperación para la estabilidad y custodia de las mismas.
- El IGM queda autorizado para celebrar contratos directamente con los ministerios nacionales, gobiernos provinciales, reparticiones públicas nacionales, provinciales, municipales y empresas mixtas y de derecho público que tuvieran interés en la realización de trabajos vinculados con la actividad del mismo.

Toda vez que los organismos indicados proyecten efectuar trabajos geotopocartográficos en el Territorio de la República Argentina, deberán dar intervención al IGM.

En el capítulo "De la descripción o representación del territorio nacional" se indica que "El Instituto Geográfico Militar tendrá a su cargo la fiscalización y aprobación de toda obra literaria o gráfica, documento cartográfico, folleto mapa o publicación de cualquier tipo, en que se describa o represente en forma total o parcial el territorio de la República Argentina". Por su parte "Las autoridades nacionales, provinciales y municipales controlarán que toda obra literaria o gráfica, documento cartográfico, folleto, mapa o publicación de cualquier tipo, en que se describa o represente en forma total o parcial el territorio de la República Argentina, que se edite, ingrese o circule en sus respectivos ámbitos de competencia, se ajuste a las normas establecidas en esta ley".

En el artículo 19 se expresa que " El Instituto Geográfico Militar no aprobará las publicaciones que no observen las siguientes prescripciones:

- a) La descripción o representación parcial o total del Territorio Continental, Insular y Antártico de la República Argentina, deberá ajustarse a la versión oficial establecida por el Instituto Geográfico Militar.
- b) La descripción o representación de la totalidad del territorio deberá incluir tanto la parte continental como la insular del mismo y la Antártida Argentina.
- c) La publicación de representaciones parciales del territorio nacional llevará impresa, en forma marginal y a pequeña escala, un mapa completo del mismo, de

conformidad con lo dispuesto en el inciso anterior, donde estará destacada la situación relativa del sector correspondiente.

#### LEY N° 24.943

El 26 de marzo de 1998 fue promulgada esta ley que en su artículo N° 1 establece "Incorpórase como artículo 19 bis a la ley 22.963 el siguiente:

La publicación de cualquier documento cartográfico, folleto o mapa que haya sido aprobado por el Instituto Geográfico Militar de acuerdo a las normas establecidas en esta ley, deberá llevar una inscripción al pie del mismo, en forma visible y clara, que exprese "Aprobado por el Instituto Geográfico Militar" con su correspondiente número de expediente de aprobación.

La sanción de esta Ley responde a la necesidad de extremar los recaudos para evitar la circulación de publicaciones que contengan cartografía y textos que afecten aspectos de nuestra soberanía territorial.

#### DECISION ADMINISTRATIVA 520

El 19 de diciembre de 1996 el Jefe del Gabinete de Ministros suscribió la Decisión Administrativa 520 que en su Artículo 1° aprueba la estructura organizativa del Instituto Geográfico Militar, Organismos Descentralizado que se desenvuelve en jurisdicción del Ministerio de Defensa.

Asimismo, se asigna al IGM:

**RESPONSABILIDAD PRIMARIA:** Entender en la planificación, programación, ejecución, control, fiscalización y asesoramiento de la actividad geográfica, a nivel nacional, a fin de satisfacer los objetivos y políticas establecidas por el Poder Ejecutivo Nacional, contribuyendo a una eficaz definición y representación de la soberanía territorial argentina.

#### ACCIONES:

1. Entender en el establecimiento, mantenimiento, actualización y perfeccionamiento del Sistema Geodésico Nacional.
2. Entender en la obtención de la cartografía básica del territorio continental, insular y antártico de la República Argentina y su actualización permanente.
3. Participar en la actividades técnicas conducentes a la elaboración de cartografía de frontera.
4. Entender en la fiscalización y aprobación de todo tipo de publicaciones, literales o gráficas, que representen total o parcialmente el territorio nacional.
5. Establecer y mantener relaciones con organismos oficiales y privados nacionales e internacionales, coadyuvantes al cumplimiento de sus objetivos y realizar los programas de difusión de sus actividades.



6. Elaborar productos geográficos de interés del Poder Ejecutivo Nacional, no obtenidos por otros organismos específicos.
7. Apoyar a las Fuerzas Armadas en tareas relacionadas con su especialidad.

#### Sistema de representación Cartográfico Gauss - Kruger

Las coordenadas espaciales de un punto sobre la superficie terrestre se expresan como ya hemos visto en  $x, y, z$  ó  $\varphi, \lambda, h$ . La necesidad de visualizar dichas coordenadas en un plano o una carta hacen que se hayan implementado diferentes técnicas de proyección, ya que debido a su curvatura, la superficie terrestre no puede ser representada sobre una superficie plana con absoluto rigor geométrico.

Con el fin de adaptarse lo mejor posible a diferentes requerimientos cartográficos se han desarrollado una gran variedad de proyecciones, todas las cuales constituyen una solución aproximada al problema de, representar en dos dimensiones, hechos que son esencialmente tridimensionales. De esta gran variedad (alrededor de 400) muy pocas se utilizan con cierta frecuencia, encontrándose entre las más usuales la Mercator Transversa Universal (UTM), la Mercator Transversa (TM), las cónicas de Lambert y la Gauss Kruger.

La teoría de la proyección conforme referida al elipsoide terrestre fue establecida por primera vez por C.F. Gauss en 1822 y constituye un tema de la geodesia superior.

El matemático L. Kruger (1857-1923) tiene el gran mérito de haber generalizado la proyección Gauss, haciéndola más práctica con la introducción de las fajas meridianas, determinando además la fórmulas adecuadas para esas fajas.

#### Definición

En particular, nuestro país adoptó la proyección Gauss - Kruger, que se basa en un cilindro tangente al elipsoide en los polos y todo a lo largo de una sección meridiana. Se obtiene desenrollando el cilindro que es en consecuencia de sección elíptica. La elección de este sistema por parte del Instituto Geográfico Militar (IGM), tuvo en cuenta que las deformaciones fueran insensibles gráficamente a una escala de 1:25000 en los bordes de faja.

Es una proyección CONVENCIONAL, ELIPSÓIDICA, CONFORME, CILÍNDRICA y TRANSVERSAL.

- Convencional porque la transformación de coordenadas se realiza por vía analítica mediante la aplicación de algoritmos matemáticos tal que:

$$(X, Y) = f(\varphi, \lambda)$$

$$(\varphi, \lambda) = f'(X, Y)$$

- Elipsóidico ya que se utiliza para escalas mayores o iguales a 1: 100.000.
- Conforme, porque la representación cartográfica de hechos no muy extensos

conserva la forma original y los ángulos.

- Cilíndrica, porque cada punto del terreno se proyecta sobre un cilindro tangente que "envuelve" al elipsoide colocado con el Ecuador en la dirección del eje del cilindro.
- Transversal, porque la tangencia entre el cilindro y el elipsoide se produce a lo largo de un meridiano, denominado meridiano central de la proyección, cuya longitud se designará  $\lambda_0$ , es una línea recta y representa al eje X. El eje Y es la proyección ecuatorial y también se representa por una línea recta.

Llamamos círculo mayor a todo plano que pasa por el centro de la esfera, meridiano de tangencia al meridiano de contacto entre la superficie del elipsoide y el cilindro y círculo menor a todo plano paralelo al meridiano de tangencia (no pasa por el centro de la esfera), tal como se muestra en la figura.

Figura : Proyección Gauss - Kruger

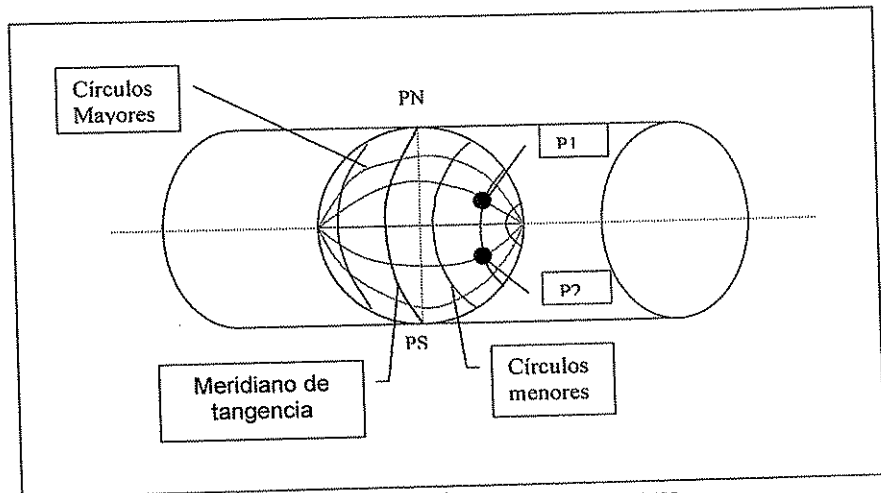
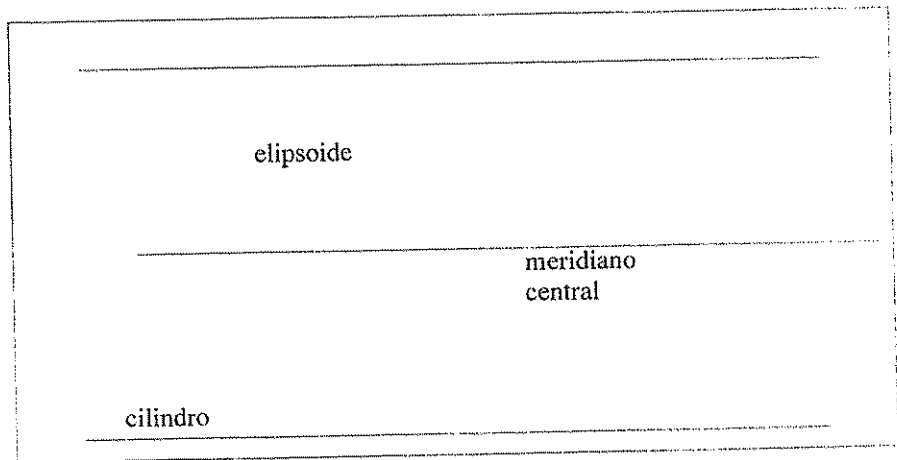


Figura: Generación de círculos mayores y menores

Todos los meridianos y paralelos quedan representados por líneas suavemente curvadas. Por la naturaleza conforme de la proyección, cualquier cruce entre un meridiano y un paralelo se produce en ángulo recto (mantiene los ángulos entre las direcciones en la proyección y sus originales sobre el elipsoide).

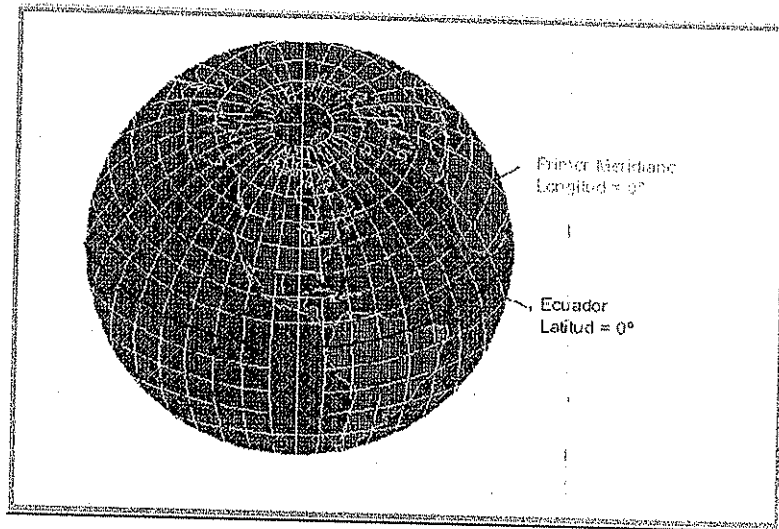


Figura: red de meridianos y paralelos

El hecho de que el cilindro sea tangente al elipsoide en un meridiano hace que a lo largo de este se mantenga estrictamente la escala (distancias sobre el elipsoide iguales a las distancias en el plano).

Sin embargo, por efecto de la proyección, y del hecho de que esta técnica de proyección en particular mantiene los ángulos pero no las distancias, y este efecto de distorsión de las distancias es función del cuadrado del apartamiento de los puntos considerados respecto del meridiano central, esta técnica de proyección es especialmente apta para territorios extendidos en el sentido Norte - Sur.

Desarrollando la imagen representada sobre el cilindro obtendremos:

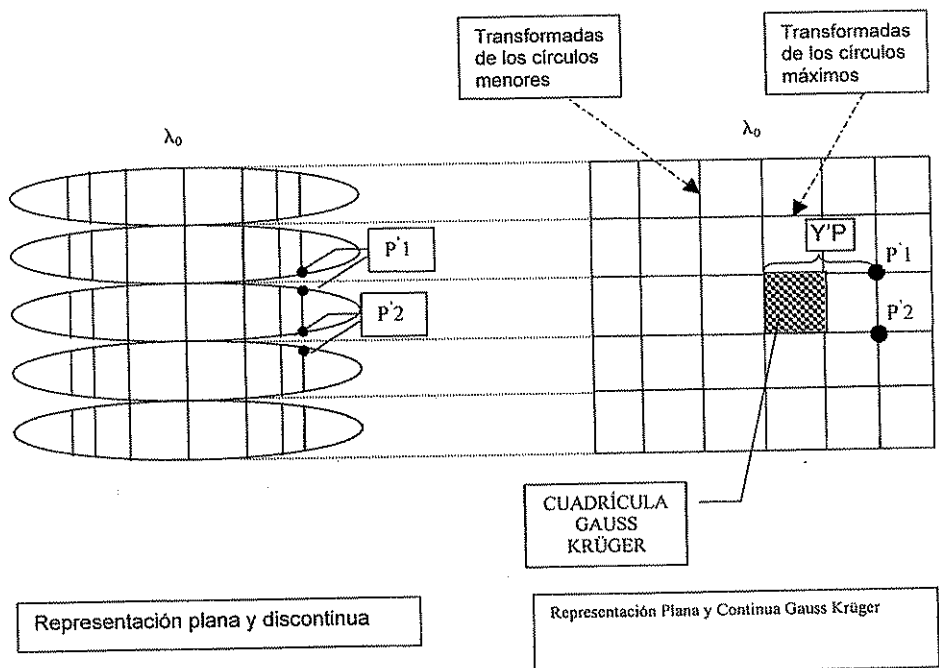


Figura : Obtención de la cuadrícula Gauss Krüger

Donde  $Y'p_i$  es el apartamiento del punto  $P_i$  respecto del Meridiano de tangencia. A mayor apartamiento, y tal como se puede apreciar, mayor es el agrandamiento que se produce en la representación plana. Este agrandamiento se detecta únicamente por vía analítica y no gráfica ya que el mismo queda representado dentro de un círculo de 0,2 mm de diámetro y por lo tanto no tiene representación en el plano. Para que ello sea posible, se demuestra que el apartamiento máximo de un punto respecto del Meridiano de Tangencia debe ser menor o igual a  $1^{\circ}30''$ .

#### Principales características

La proyección Gauss Krüger conserva las formas pero no conserva las distancias ni las superficies. La distorsión en la distancia se cuantifica por medio del módulo de deformación,  $m$ , definido a través de la relación:

$$m = \frac{\text{distancia sobre la carta (P)}}{\text{distancia sobre el elipsoide (T)}}$$

El módulo de deformación crece rápidamente a medida que el punto se aleja hacia el este o el oeste del meridiano central de la proyección. Su valor es siempre mayor que la unidad, salvo a lo largo del meridiano central, donde toma el valor 1. Lo dicho significa que la distancia sobre la carta es siempre mayor o a lo sumo igual que

sobre el elipsoide.

Valor del Agrandamiento (A)

Se demuestra que:

$$A = \frac{Y'^2}{2R^2}$$

Si bien R para el elipsoide es  $\sqrt{M * N}$  donde M es el radio de la sección normal meridiana y N el de la normal a la sección meridiana, se demuestra que se puede aproximar con precisión utilizando el radio medio de la esfera terrestre tal que R=6370 km.

Definiéndose como módulo de agrandamiento (m) a :  $m = 1 + \frac{Y'^2}{2R^2}$

De modo que  $P = T \times m$

Donde la medida en el plano P (calculada analíticamente) es igual al producto entre la medida en el terreno T (real) multiplicada por el módulo de agrandamiento m.

La deformación mas significativa corresponde a las distancias, considerando el valor de  $y = Y - Y_0$ , es decir la separación del punto considerado del meridiano central.

De  $m = 1 + \frac{Y'^2}{2R^2}$ , con R=6371Km, el radio medio a la latitud media de la zona

considerada se obtienen los siguientes valores

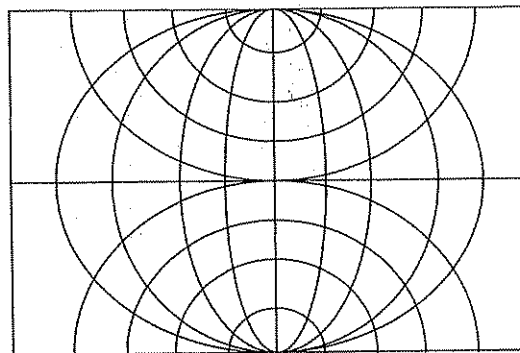
Y Km	m
50	1.00003
100	1.00012
150	1.00028
200	1.00049

Vale decir que 1000 metros sobre el elipsoide (aproximadamente al nivel del mar) a 50 Km del meridiano central recibe un incremento de 3 cm, a 100 Km de 12 cm, a 150 Km de 28 cm, a 200 Km de 49 cm.

Por eso en argentina se limito el ancho de faja de 1°30' a cada lado del meridiano central, que a una latitud de 30° equivale a una "y" del orden de 144 Km (m = 1.00026, incremento de 26 cm/Km) y a una latitud de 40° "y" del orden de 128 Km (m=1.00020, incremento de 20 cm/Km).

Sin embargo, muchas veces se esta desarrollando un proyecto (ejemplo un camino) que no admite cambiar el sistema de coordenadas planas y es necesario extenderse a lugares donde las deformaciones lleguen a 30, 40, o 50 cm por kilometro. Este incremento debe considerarse en algunos cálculos, por ejemplo de volúmenes de suelo o metros lineales de pavimento.

PN



PS

Ecuador

Figura 14: Representación de meridianos y paralelos

#### La proyección gauss-kruger para el territorio argentino

Cada una de las fajas meridianas introducidas por Kruger tiene 3° de ancho, que partiendo hacia el Este con valores positivos, y hacia el Oeste con valores negativos, del meridiano cero de Greenwich, y numerados de 1 (uno) en adelante. Por ejemplo: el meridiano 21° al Este de Greenwich le corresponde el valor 7, el meridiano 39° al Oeste de Greenwich le corresponde el valor -13.

Cada faja representa un sistema de coordenadas, con dos puntos orígenes, 0 y 0', o cero de las x, estando situado el primer cero o sea el origen 0, en el Ecuador, para países del hemisferio Norte, y el segundo cero o sea el origen 0', en el polo Sur para todos los países situados en el hemisferio Sur.

Con lo expuesto se evita para todos los países del mundo, el signo negativo de las abscisas x, que expresan distancias verdaderas.

Con el fin de reducir las deformaciones en el sentido Este-Oeste a valores insensibles a los usos cartográficos de precisión, Kruger redujo el ancho de las fajas a 3° de longitud (1° 30' a la izquierda y 1° 30' a la derecha del meridiano central de cada faja). Para esos meridianos centrales, Kruger eligió aquellos cuyos números de grado son múltiplos de 3° de longitud.

Llamaremos K a la característica de cada faja.

$$K = n^\circ / 3^\circ$$

Por ejemplo, para la República Argentina, los meridianos centrales tienen los siguientes valores:

$n^\circ = -72^\circ, -69^\circ, -66^\circ, -63^\circ, -60^\circ, -57^\circ, \text{ y } -54^\circ, \text{ O. de G.}$   
 $n^\circ = 288^\circ, 291^\circ, 294^\circ, 297^\circ, 300^\circ, 303^\circ, \text{ y } 306^\circ, \text{ E. de G.}$

las características K serían:

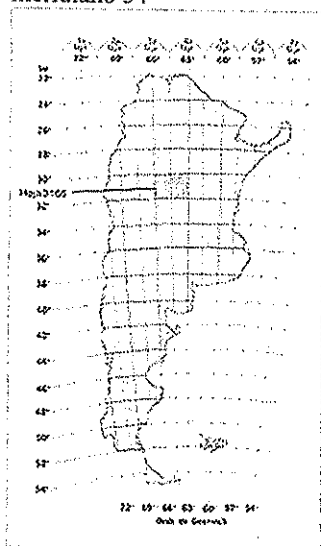
$K = -24, -23, -22, -21, -20, -19, -18$ , (Oeste de Greenwich)

$K = 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102$ , (Este de Greenwich)

$K = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$ , (Sistema I.G.M.)

crecientes todas las K en el sentido Oeste-Este de las longitudes positivas.

En lugar de elegir una de las dos primeras series de valores de K directamente referidas al " primer meridiano " de Greenwich, el Instituto Geográfico Militar, adoptó por su mayor sencillez, una numeración adaptada especialmente al territorio argentino, asignando al meridiano  $72^\circ$  la características  $K = 1$ , al  $69^\circ$ , por consiguiente, el número 2, al  $66^\circ$  el 3 y así sucesivamente hasta el número 7, que es la característica del meridiano  $54^\circ$



La figura muestran los siete sistemas (fajas meridianas) Gauss-Kruger correspondiente a la República Argentina, con el meridiano  $-63^\circ$  como meridiano central del conjunto de los siete sistemas.

Se evitó también el signo negativo en la ordenada " y ", en la siguiente forma: de haberse atribuido a todos los puntos situados sobre los meridianos centrales de cada sistema, la ordenada  $y = 0$ , se habrían obtenido para los puntos al Oeste de esos meridianos, valores negativos y además sería posible que los mismos valores se repitieran en las distintas fajas.

Para eliminar ambos inconvenientes se atribuye a cada meridiano central el valor algo arbitrario de 500.000, anteponiéndole el n° de la característica correspondiente a cada faja.

Para el meridiano  $-72^\circ$ , por ejemplo, tendríamos entonces la ordenada  $y = 1.500.000$ .

A los puntos de los meridianos centrales de los siete sistemas argentinos corresponden entonces la siguientes ordenadas  $y =$

Al meridiano  $-72$ , central de la 1ra. faja, la ordenada  $y = 1.500.000$

Al meridiano  $-69$ , central de la 2da. faja, la ordenada  $y = 2.500.000$

Al meridiano  $-66$ , central de la 3ra. faja, la ordenada  $y = 3.500.000$

Al meridiano  $-63$ , central de la 4ta. faja, la ordenada  $y = 4.500.000$

Al meridiano -60, central de la 5ta. faja, la ordenada y = 5.500.000  
Al meridiano -57, central de la 6ta. faja, la ordenada y = 6.500.000  
Al meridiano -54, central de la 7ma. faja, la ordenada y = 7.500.000

Por ejemplo, si se desea ubicar un punto P (del hemisferio sur) con las coordenadas:

$$\begin{aligned}x &= 6.137.215 \\y &= 5.682.102\end{aligned}$$

Se encuentra a 6.137.215 km. del polo Sur, en las fajas 5, y a (582.102-500.000) 182.102 metros al Este de la proyección del meridiano central de dicha faja o sea el meridiano -60°.

En cambio, si el punto P tiene las siguientes coordenadas:

$$\begin{aligned}x &= 6.137.215 \\y &= 5.382.102\end{aligned}$$

Se encuentra también a 6.137.215 km del polo sur, en la faja 5, pero a (500.000-382.102) 117.898 metros al Oeste de la proyección del meridiano central de la misma faja.

En los planos en que intervienen coordenadas Gauss-Kruger se suele trazar un reticulado adecuado, llamado "cuadrículas", razón por la cual dichas coordenadas se denominan también "coordenadas de cuadrículas".

En todas las cartas oficiales argentinas, la red de cuadrícula (cuadrulado) se representa por medio de Líneas paralelas y perpendiculares al meridiano central, separadas en 4 cm, cualquiera sea la escala de la carta.

Procedimiento para la medición de las coordenadas Gauss-Kruger:

Una de las principales ventajas de un sistema de cuadrículas Gauss-Kruger consiste en poder determinar rápidamente las coordenadas de cualquier punto que interese. Cada hoja de la carta lleva al efecto y sobre las márgenes opuestas dos enumeraciones de las líneas de cuadrículas a saber: a) la que corresponde a las líneas verticales, aumenta de izquierda a derecha; son las líneas de ordenadas Y. b) la que aumenta de Sur a Norte, corresponde a las líneas horizontales; son las líneas de abscisas X.

Para determinar un punto P cualquiera, se mide en la escala de la carta, la distancia perpendicular del punto a la línea vertical anterior, para los valores de Y. Para el valor de X se mide desde la línea horizontal de abajo hasta el punto .

Siendo las coordenadas de la figura:

$$\begin{aligned}X &= 6.341.760 \\Y &= 5.274.380\end{aligned}$$

Existen en el comercio también "indicadores de coordenadas", que consiste en escalas apropiadas dispuestas sobre los lados de un ángulo rectángulo.

Convergencia de meridianos:

Es el ángulo que en un determinado punto P el meridianos forman con la paralela al eje de las X o con el meridiano central de la correspondiente faja . Por esta razón las llamadas "líneas verticales" y "líneas horizontales" de las cuadrículas no son



paralelas a los bordes (izquierda y derecha, superior e inferior) de la planchetas. Estos bordes son siempre trozos de las proyecciones de meridianos y paralelos.

Definiciones: para cada punto de las cartas tenemos tres nortes.

a) Norte de cuadrícula: es la dirección de las líneas verticales (del cuadrículado) paralelas al meridiano central de la faja. (N).

b) Norte geográfico: es la dirección del meridiano geográfico que pasa por el punto. (Nv)

c) Norte magnético: es la dirección del meridiano magnético que pasa por el punto. (Nm)

Se forman así entre las direcciones, tres ángulos a saber:

- convergencia de meridianos y entre Nv. y N.
- convergencia magnética entre Nm. y N.
- declinación magnética entre Nm. y Nv.

La visual OP forma entonces con las tres direcciones tres ángulos:

- rumbo trigonométrico, llamado simplemente rumbo.
- azimut, rumbo verdadero o rumbo geográfico.
- rumbo magnético

Salto de cuadrícula:

A causa de la convergencia de meridianos, se produce en el encuentro de las cuadrículas de 2 sistemas vecinos, el llamado "salto de cuadrículas". Por ello es conveniente determinar las coordenadas Gauss-Kruger de puntos situados en la región limítrofe de fajas vecinas en ambos sistemas, con superposición de medio grado en cada límite de faja. De acuerdo a lo expuesto en las hojas topográficas de fajas vecinas, además del reticulado correspondiente a su faja, llevan otro con trazos negros pero interrumpidos, correspondiente a la faja vecina, y en la siguiente extensión:

En las hojas 1: 50.000 en toda la superficie.

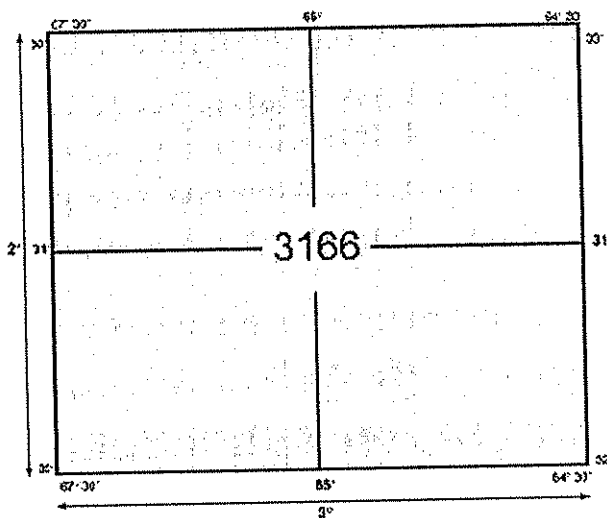
En las hojas 1: 100.000 hasta 10' del borde.

En las hojas 1: 500.000 hasta 30' del borde.

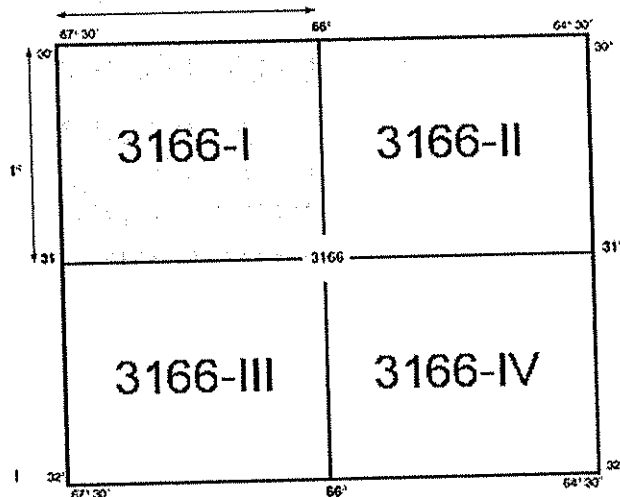
División de las cartas en hojas-Nombre, característica.

Por las enormes dimensiones que tienen las cartas a escala 1: 500.000 y mayores de un país, se tornó indispensable y práctico para su empleo, fraccionarla en trozos de dimensiones manuales, cada una de las cuales recibe el nombre de "hoja".

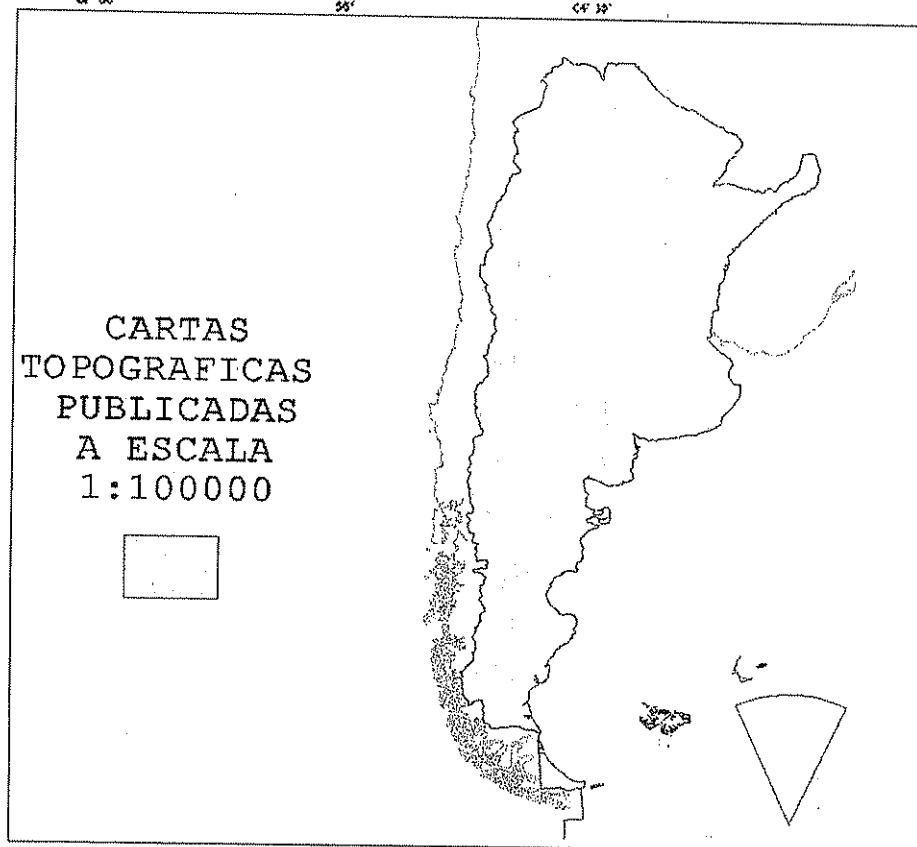
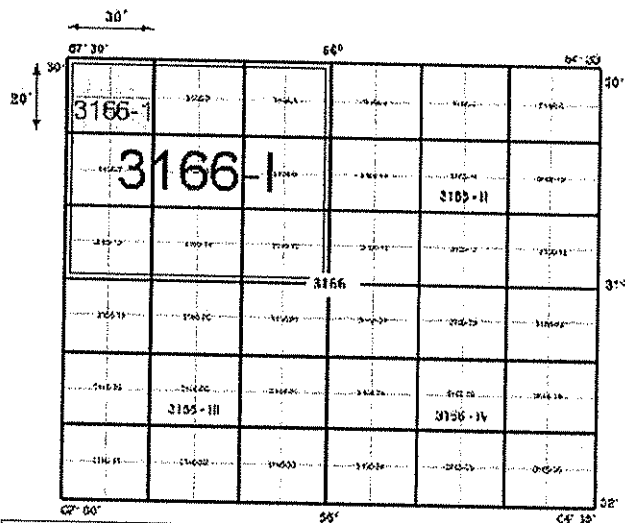
Cada hoja de la carta 1: 500.000 tiene el ancho de una faja, o sea 3° en longitud y 2° en latitud; está limitada por dos paralelos de valor par y se la denomina por su paralelo y meridiano centrales. Esta denominación se llaman "característica" de una hoja de la carta 1: 500.000. Ejemplo: 3166, significa paralelo central 31°, meridiano central 66°.



El número de hojas a escala 1: 250.000 comprendidas en una hoja 1: 500.000 es 4, se enumeran con números romanos del I al IV según el sentido de las escrituras corrientes. Cada uno tiene 1° 30' de longitud por 1° de latitud. Su característica estará formada por la hoja 1: 500.000 que integra y a continuación, separadas por un guión, el número romano que ocupa dentro de aquella. Ejemplo: 3166-I

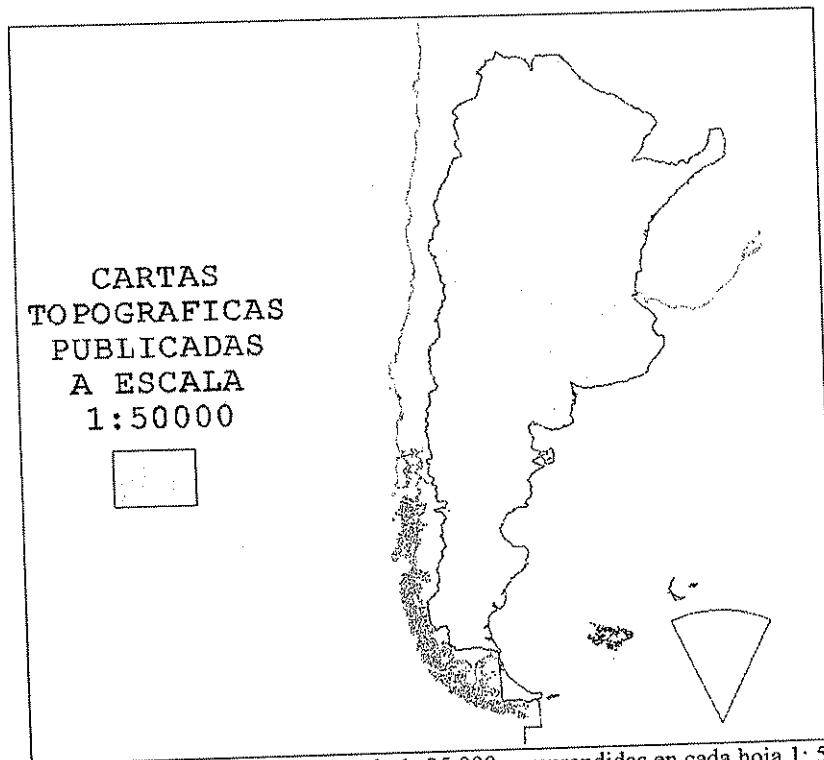
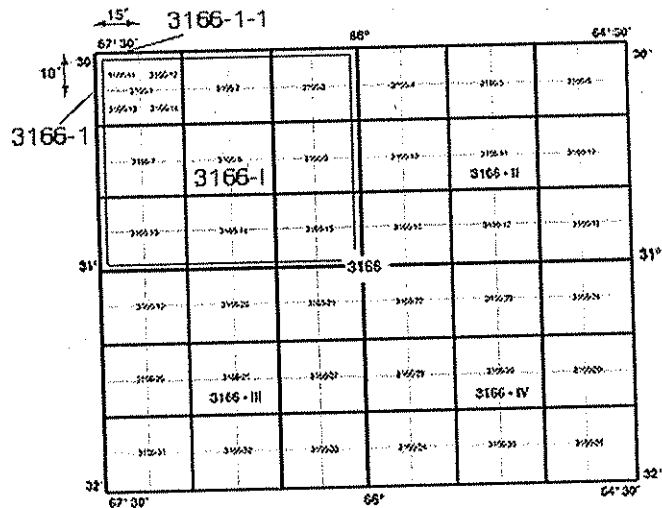


El número de hojas de la carta topográfica a escala 1: 100.000 comprendidas en una hoja 1: 500.000 es 36, y se enumeran del 1 al 36, en el sentido normal de la escritura. Cada una tiene 30' de longitud por 20' de en latitud y se denominan con la característica de la hoja 1: 500.000 de la que forma parte, seguida de el número que le hayan correspondido dentro de la misma, separada por un guión. Ejemplo: 3166-1



El número de hojas de la carta topográfica a escala 1: 50.000 comprendidas en cada hoja a escala 1: 100.000, es 4, y a cada una tiene 15' de longitud por 10' de latitud. Se enumeran del 1 al 4, en el sentido normal de la escritura y cada una de ellas se

denomina con la característica de la hoja a escala 1: 100.000 de la que forma parte, seguida del número de que le haya correspondido dentro de la misma, separada por un guión. Ejemplo: 3166-1-1



El número de hojas a escala 1: 25.000 comprendidas en cada hoja 1: 50.000 es 4, y cada una tiene 7' 30" de longitud por 5" de latitud. Las cuatro hojas a escala 1: 25.000

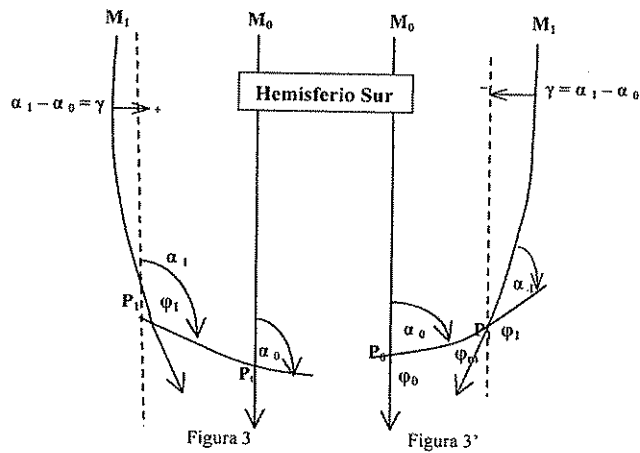
se designan por las lecturas a, b, c, d, en el sentido normal de la escritura, y cada una de ellas se denomina con la característica de la hoja a escala 1: 50.000 de la que forma parte, seguida de la lectura que le hayan correspondido dentro de la misma. Ejemplo: Hoja 3166-1-1b.

Además de su característica, cada hoja lleva un nombre propio, seleccionado entre los detalles más notables que incluye su superficie: población, estación de ferrocarril, propiedad rural u obra de arte más importantes.

Resumen:

Escala	Dimensiones		Nº de hojas	Numeración
	Longitud	Latitud	En 1:500.000	
1:500.000	3° 00'	2° 00'	-----	-----
1:250.000	1° 30'	1° 00'	4	I al IV
1:100.000	0° 30'	0° 20'	36	I al 36
1:50.000	0° 15'	0° 10'	144	I al 4
1:25.000	0° 07' 30''	0° 05'	576	a,b,c,d

### Convergencia de meridianos



Se ilustra la definición de concepto de la convergencia de meridianos o se los ángulos  $\gamma = \alpha_1 - \alpha_0$  entre el meridiano  $P_1 M_1$  y la paralela por  $P_1$  al meridiano central  $P_0 M_0$  para la latitud medida  $\Phi_{m-1/2}$  ( $\Phi_0$ )

+  $(\Phi_1)$ , en figura 3 para un punto situado al oeste y en la figura 3' para un punto al este del meridiano central.

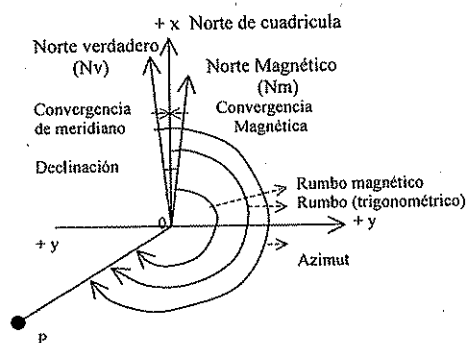


Figura 4

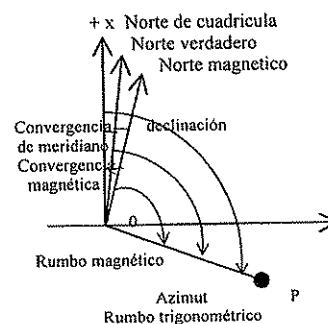


Figura 4'

Figura 4 punto 0 situado al oeste del meridiano central de la faja meridiana.  
 Figura 4' punto 0 situado al este del meridiano central de la faja meridiana.

### SEGEMAR y CARTOGRAFÍA

El SEGEMAR realiza el relevamiento sistemático del territorio nacional a través del Programa Nacional de Cartas Geológicas y Temáticas, produciendo información geológica y temática sobre las bases topográficas del IGM a escalas 1:250.000 y 1:100.000, dando cumplimiento a la Ley de Reordenamiento Minero N° 24.224. Sin embargo, su actividad comienza en 1904 con la creación de la División Minas, Geología e Hidrología del Ministerio de Agricultura de la Nación. En 1911, el director de esta División, Ing. Hermitte, creó la Sección Topografía, responsable desde entonces y hasta 1984 de generar la topografía para la carta geológico-económica de la República Argentina a escala 1:100.000, pero con una división y nomenclatura diferente a la actual.

La grilla dividía el país de norte a sur en segmentos de 30', numerados del 1 al 68. Cada uno de ellos, se dividía en hojas o cartas de 40' hasta los 42° de latitud, y de 1° al sur de los 42°. Estas hojas se denominaban las letras del alfabeto desde el límite con Chile hacia el este.

Durante las primeras décadas los relevamientos expeditivos se realizaron con instrumental de la época y las técnicas que se utilizaban en Europa. A partir de 1956, se

comenzó a utilizar la aerofotogrametría, y en la siguiente década tanto la fotografía aérea como los nuevos modelos de instrumentos permitieron la obtención de cartas de mayor precisión tanto en el cálculo de las mediciones de campo como en la delineación geomorfológica. Con la evolución informática y electrónica, el SEGEMAR fue incorporando las nuevas tecnologías tanto con el uso de sistemas posicionadores globales (GPS) como con el uso de datos de satélites de observación terrestre.

Hasta 1984 se realizó una cobertura topográfica de las regiones de interés hidrogeológico y minero, de la cual hay 170 hojas disponibles en formato impreso a escala 1:200.000 y 120 hojas disponibles en copias del original a escala 1:100.000. Desde 1987, SEGEMAR adoptó la grilla del IGM y el relevamiento geológico sistemático fue estandarizado a fin de cubrir el territorio montañoso con cartas a escala 1:250.000 en corto plazo. También comenzó el relevamiento a escala 1:100.000 de las áreas de interés minero.

Por medio de un programa de transferencia tecnológica de JICA, SEGEMAR incorporó en 2001 la utilización de datos ASTER para la generación de mapas geológicos y metalogenéticos de mayor escala.

ASTER (Advanced Space-borne Thermal Emission and Reflection Radiometer) es un sensor satelital de imágenes de alta resolución, transportado por el satélite TERRA, que integra la Constelación Matutina junto con SAC-C y LANDSAT, entre otros. Tiene 3 subsistemas que registran datos simultáneamente de las regiones del espectro correspondiente al visible e infrarrojo cercano (VNIR), infrarrojo medio o de onda corta (SWIR) y del infrarrojo termal (TIR). El VNIR tiene 3 bandas con 15 metros de resolución y permite obtener pares estereoscópicos a lo largo del camino orbital (bandas 3N y 3B). El ancho de barrido de ASTER es de 60 km.

Las capacidades espectrales, radiométricas y geométricas del sensor permiten realizar estudios topográficos y temáticos más exhaustivos, incluyendo identificación y distribución precisa de óxidos de hierro (VNIR), de diferentes minerales de alteración hidrotermal (SWIR), de rocas con diferentes contenido de sílice (TIR) y el modelo digital de terreno de cada escena.

FACULTAD DE INGENIERIA- U.N.L.P.  
DEPTO DE AGRIMENSURA  
CATEDRA DE GEOMORFOLOGIA

Se presentan las características generales de los datos ASTER, procesamiento, análisis, productos, como así también, ejemplos de aplicaciones en las provincias de Jujuy, Catamarca, La Rioja, Río Negro y San Juan.



# FACULTAD DE INGENIERIA – LA PLATA

## ESTUDIO DE TITULOS

### “Sistema Cronológico o Personal”

#### GENERALIDADES:

Las transacciones sobre bienes inmuebles deben ser hechas en “escritura pública” en virtud de lo establecido en el inciso 8º del artículo 1184 del Código Civil, aquel “instrumento” legaliza así, al “contrato de adquisición”.

Las escrituras públicas son: “Instrumentos Públicos”, según la enunciación que hace el artículo 979 del Código Civil, “y que se otorgan con la intervención de una persona que, ejerciendo un cargo público en los negocios correspondientes a su empleo u oficio está facultado para autorizarlos y observando las solemnidades que para cada caso sean establecidas (ver Art. 979 a 1011 – CC.). en esta circunstancia se redactan los siguientes elementos.

- a) Escritura Matriz (Protocolo del Escribano)
- b) Primer Testimonio (Para Propietario)
- c) Minuta (Registro de la Propiedad)

Según la ley nº 6191 – Ley Orgánica del Notariado – de la Provincia de Buenos Aires – “los Escribanos Públicos o Notarios, son profesionales del derecho, funcionarios públicos depositarios de la fe pública notarial”. La escritura o título de propiedad es el documento que contiene la “relación jurídica” del inmueble; entre otras: medidas (lineales y superficiales), rumbos (costados) y linderos, y que inscripto en el Registro de la Propiedad (Partido – Número de Inscripción (folio y año) – Serie) exterioriza la titularidad de los Derechos Reales. La “Publicidad” de los Derechos Reales, se obtiene con la Inscripción en el Registro respectivo, este acto da seguridad a las transacciones inmobiliarias, garantiza a terceros y con ello a los adquirentes que a ciencia cierta saben que el titular del dominio puede disponer libremente de su propiedad (inmueble).

En síntesis, el dominio se transmite con la firma de la escritura de enajenación (compra – venta – permuta – etc.) seguida de la tradición (entrega jurídica de la cosa) Art. 2609 C. Civil, es decir que el adquirente puede tomar posesión física de la cosa (inmueble).

El sistema de inscripción que aquí comentamos es el llamado “Cronológico o Personal”, o sea que en este procedimiento se sigue fundamentalmente a la persona y no al inmueble en sí; este sistema impedía descubrir la “duplicidad de inscripciones” sobre el mismo inmueble por distintos titulares (Título Supletorio). Hoy en el Catastro Parcelario (Registro Gráfico) y el sistema instituido para la usucapión (adquisición del dominio por Prescripción – Posesión Veinteafial) – Ley 14159 y decreto nº 5756/58 – circular nº 14 (Comisión Coordinadora Permanente – Registro de la Propiedad – Catastro – Geodesia) de la Provincia de Buenos Aires, la duplicidad, triplicidad, etc. dominial (inmueble – parcela – predio – lote) se advierte rápidamente. En cambio en el “Registro Real” (Folio Real) se verifica la inscripción de inmuebles, y no por personas. Con este último procedimiento, se refleja la verdadera situación JURIDICA y GRAFICA del inmueble en cuestión. De lo analizado y comentado se infiere que uno representa los hechos (Folio Real) y el otro los derechos (Registro Personal), con la combinación de los mismos se ha llegado al total perfeccionamiento de las transmisiones inmobiliarias, -ejemplo el folio real- ver Decreto-Ley 11643/63 dando así una mayor garantía y seguridad. Como ejemplos de “registros reales” está el Sistema Torrens en el que se agrega un plano detallado del inmueble y por una ficción del Estado es el que resulta vendedor (Vendedor – Estado – Adquirente) y el Sistema Alemán que se individualiza por intermedio del Catastro (Registro Gráfico Inmobiliario – Catastral).

El registro de la Propiedad de la Provincia de Buenos Aires ha adaptado, por Decreto-Ley nº 2202/62, un nuevo sistema para la registración dominial de inmuebles y el Decreto-Ley nº 11643/63 de las “normas para el funcionamiento” de la precitada Dirección del Registro de la Propiedad. El antes citado Decreto-Ley, que modifica el antiguo Sistema que regía en virtud de la Ley Orgánica del Registro de la Propiedad – nº 2378/1890 – introduce el proceso de matriculación por medio del Folio Real y los principios básicos del derecho registral, como son especialidad, legalidad, tracto sucesivo y prioridad o rango.

Este sistema facilita el otorgamiento de rápidas certificaciones mediante copias, lo que garantiza la información. El sistema de Folio Real, según el tratadista de la materia – Lacruz Berdejo – supone la ordenación, sea de los títulos o de los derechos reales, por las fincas (predio – lote

– parcela) sobre los que recaen. El registro (folio real) se lleva pues, por fincas: a cada una de ellas se le abre lo que podríamos decir una cuenta, en la que se cuentan (anotan) todas las vicisitudes jurídicas que van sufriendo: venta – hipoteca – servidumbre – embargo – inhibición, etc. La matrícula (su número) no cambia, aunque varíe el titular del dominio, ello siempre que no haya alteración del estado parcelario originario (división; de una parcela se originan dos o más, etc.). Para el uso interno del Registro de la Propiedad, el sistema se completa con carpetas que contienen los elementos que el profesional actuante en la compra – venta, etc. (escribano) acompaña a los títulos, solicitando su inscripción: MATRICULACION (minutas, certificados, solicitud, etc.); además lleva ficheros personales de los: titulares, deudores hipotecarios y nomenclatura catastral del inmueble.

El Registro de la Propiedad “es el instrumento idóneo de la publicidad, solo en él podrá encontrar el titular de un derecho real... la auténtica seguridad jurídica que la institución registral confiere”. Puede agregarse que en toda transferencia de dominio el contrato debe ser hecho por escritura pública e inscribirse en el Registro de la Propiedad.

### **ANALISIS DE LOS TITULOS DE PROPIEDAD Y SU EXTRACTO**

a) El estudio de los títulos de propiedad de un inmueble, es elemental y fundamental, previamente a la realización de la “operación de mensura” (replanteo de título, relevamiento de hechos existentes) ya que ésta consiste en la “correcta ubicación y deslinde predial”, dado que al título le corresponde una y tan solo una ubicación”, por “carecer del don de ubicuidad”. Podemos aseverar: “medir es fácil, saber lo que se mide es lo difícil”, de esto surge la necesidad de la investigación dominial (estudio de títulos) del bien inmueble en cuestión, como a veces, de los inmuebles linderos (integración parcelaria). Sintetizando podemos decir que la operación de mensura consiste en “la reproducción geométrica del título sobre el terreno”.

La operación de mensura se realiza, no solo, cuando se produce una “alteración del estado parcelario”, sino también, cuando hay que replantear un inmueble – aún con deslindes materializados – para emplazar una edificación, en este caso, se llevará a cabo un contraste entre los datos que indica el título (medidas – rumbos – linderos), con los hechos físicos (deslindes existentes) para saber si existe o no la coincidencia (magnitudes lineales – angulares) entre los datos analíticos (títulos) y los hechos existentes (cerco – alambrados – mojones...). De todo ello podrían resultar o no “excesos y/o defectos” (demasías y o faltantes) de los cuales nos ocuparemos en capítulos subsiguientes al hablar de la relevancia jurídica, que tiene la colindancia predial, como límite entre parcelas (lotes-predios). En conclusión en la investigación dominial los datos de mayor interés para el Agrimensor son fundamentalmente: medidas lineales y superficiales, rumbo, linderos, designación del bien (lote – Mz. – Qta.), etc.

b) Con motivo de la compra – venta de un inmueble (lote – parcela) interviene un funcionario llamado Escribano Público, quien confecciona para este acto notarial; la “escritura traslativa de dominio” (Escritura Matriz), el “Primer Testimonio” (para el adquirente), y las minutas o extractos del título (para el Registro de la Propiedad).

Para el estudio de título de una propiedad se puede recurrir a Tribunales, donde obra el Protocolo del Escribano (libro donde se compagina la documentación de la actuación anual del Notario), con la “Escritura Matriz”, debiendo previamente conocerse el nombre de ese funcionario (Escribano), lugar de actuación, para identificar así el “Departamento Judicial” en el que se encuentran esos elementos (Escritura Matriz) y fecha de actuación (día – mes – año), para identificar el protocolo correspondiente. Todo esto sin interesar el Partido donde se ubica el inmueble descrito, y del cual será necesario conocer nombre del propietario, transmitente (vendedor), designación, etc., ya que en la misma fecha pueden existir uno o más actos notariales similares (escrituras de ventas, etc.).

En lo que respecta a este estudio o identificación de la escritura respectiva, se llevará a cabo, siempre, en el sentido de los corresponde o sea hacia las inscripciones anteriores, es un estudio retrospectivo y en único sentido. El “corresponde” en sentido ordinal, es la escritura anterior, a la del dato que tenemos y único curso que se puede seguir en los Tribunales: de lo actual al origen, previa correlación de las inscripciones intermedias, siguiendo un orden cronológico.

En cuanto al estudio de títulos, en el Registro de la Propiedad, debe contarse previamente con el número de inscripción (Folio – Año), nombre del Partido donde se ubica el inmueble (Parcela – Lote) y otros datos relativos al predio en si, ya que en la misma inscripción pueden describirse varios bienes, del mismo propietario, y a veces ubicados en distintos Partidos, generalmente linderos entre sí, o bien por existir dos o más inscripciones con el mismo número de Folio y Año y Partido. Con los datos precedentes, podrá remontarse, como el caso anterior, hasta la inscripción de

origen, previa consulta de los correspondes, o con la "inscripción origen" a la actual, y/o intermedias, en los dos sentidos (origen a actual o viceversa). Aquí hay triple entrada de intermedias al origen y/o actual y de éstas a sus intermedias; quiere decir que teniendo una cualesquiera de las inscripciones (vinculadas al inmueble) puede realizarse el estudio de títulos que se pretende.

La facilidad que existe en este último caso, se debe a las distintas correlaciones del dominio a causa de las notas marginales (ventas y/o adjudicaciones) y también por el "corresponde", que en el sentido ordinal siempre significa la inscripción anterior a la que se está estudiando. Por tanto, y sintetizando, en el Registro de la Propiedad, puede procederse al estudio de títulos con cualquier inscripción de dominio y en cualquier sentido, mientras que el Archivo de Tribunales (Protocolo del Escribano) en un solo sentido hacia el "corresponde" o inscripciones anteriores; estudio retrospectivo.

Ampliado y aclarado aún más lo analizado, podemos decir que los distintos elementos que confeccionan los Escribanos, a raíz de la enajenación, adquisición de inmuebles por venta, permuta, donación, etc., son la Escritura Matriz, que contienen: datos personales del adquirente (Accipiens) y transmitente (Tradens), Bases de Título (deslinde analítico: medidas, rumbos, linderos), precio, Domicilios y su anterior inscripción dominial (Corresponde), nombre del Escribano y lugar y fecha de intervención notarial (escritura) precedente. Estos elementos los retiene el Escribano interviniente quien en ese acto protocoliza los mismos dándole así validez notarial y luego encuadrados, anualmente en Protocolos, los archiva, conjuntamente, con todas sus demás actuaciones, en el Archivo de los Tribunales (Departamento Judicial) correspondiente al lugar de su domicilio notarial. La colección ordenada cronológicamente de las escrituras matrices extendidas durante el año respectivo, son numeradas, por Folio, correlativamente de uno en adelante, y todos los demás elementos que deben incorporarse, en el Protocolo, por el imperio de las Leyes o Reglamento expreso o implícitos de los otorgantes (Ver Título I – Capítulo VI – Ley 6191).

Conjuntamente se redacta el primer testimonio (copia fiel de la escritura matriz), documento que se entrega al comprador y que lo acredita como titular (propietario) del inmueble, en él consta el número de inscripción dominial que el Registro de la Propiedad le asignó oportunamente. Cabe advertir que en el supuesto de extravío de éste testimonio (primero) se puede gestionar el otorgamiento de un "segundo testimonio" con la intervención del Juzgado Notarial y previo los trámites pertinentes.

El "extracto de título" o "minuta", redactado con motivo de la adquisición inmobiliaria y visado por el Registro de la Propiedad, una vez aprobada su inscripción (matriculación), se archiva en dicho Organismo en un protocolo simultáneamente con todas las restantes y distintas ventas habidas en el mismo Partido y con intervención de distintos Escribanos y correlacionadas por orden, desde el folio 1 al 250, es decir 250 minutas por protocolo (º 251 a 500, 501 a 750, etc.). Estas agrupaciones de hicieron a partir del año 1916, pues hasta el año 1916 se agrupaban en Protocolos por Departamento Judicial (Insc. nº....Serie....Año....), las Series eran A-B-C.... y los números por pares e impares, por cada una de las Series que hubiesen. Esto hacía más complicado el manejo del Protocolo, dada la diversidad de minutas de distintos Partidos que se agrupaban en un mismo libro (Protocolo). Ej. La Plata con Quilmes y Avellaneda; Magdalena o Brandsen, etc.; los distintos Partidos pertenecientes al mismo Departamento Judicial.

El sistema de anotación precedente, como hemos visto se modifica a partir del año 1916 con una clasificación más particular, o sea por Partido y Folio (Pdo - Fº nº....Año 1...) dato este que constituye lo que vulgarmente llamamos número de Inscripción.

La Ley nº 2378/1890 de creación del Registro de la Propiedad obedece al sistema de Registro Personal, por lo tanto el Agrimensor habrá de tomar nota en las distintas inscripciones consultadas, de los planos que hubiere o las citas respecto a dicha "Expresión Gráfica", número del correspondiente, funcionario autorizante (Escribano), fecha, lugar de actuación notarial y todo otro dato que le permita la correlación dominial (corresponde) o la consulta del Protocolo del Escribano (actual o anterior) interviniente.

Debe señalarse que de acuerdo con el artículo 54 del Decreto 12749/54, reglamentario de la Ley 5738/53, la Dirección de Geodesia (M.O.P. – Pcia de Buenos Aires) – interviniente en la aprobación de planos- remite, para su protocolización en el Registro de la Propiedad, dentro de las 24 horas de aprobado el plano, una copia de dicha planimetría. Con este procedimiento ese plano (S/M o copia fiel) pasa a "complementar el dominio" y por tanto si se pretendiera vender de acuerdo al "deslinde según título", habría que hacer anular o suspender la vigencia del plano pertinente, especialmente si se realizó con motivos de la alteración del estado parcelario (de una parcela se originan dos o más lotes, etc.), cualquiera que hubiese sido la finalidad del mismo (división y/o unificación, etc.). La situación comentada precedentemente debe tenerse en cuenta en el estudio de títulos si se nos presenta ese caso, ya que el plano "protocolizado" suple en el deslinde los datos según título, tan es así, que si pretendiéramos enajenar (dividir) parte de uno de los lotes originados por aquel

plano, en vez de citar los datos S/T se indicarán los datos según plano antecedentes (vigente) o sea croquis según plano (S/P), correlativamente con la graficación de la mensura de aquel predio del plano indicado; haciendo el contraste (medidas: lineales y superficiales) entre según plano y según mensura (S/P y S/M).

A partir de la vigencia del decreto precedente (12749/54), la Dirección del Registro de la Propiedad, ha preparado legajos de planos, los que son correlacionados con las inscripciones de dominio, por medio de una "nota marginal" y lo remiten por medio de un número al legajo del plano respectivo y al folio pertinente (dentro del mismo) donde se encontrarán las planimetrías de referencias. Debe señalarse que en los legajos de planos, se agregan planos de distintos Partidos, por todo ello, es importante el dato que dará la referencia para la búsqueda y consulta del Legajo en cuestión y la planimetría en consideración (Legajo n°.....Plano...).

La protocolización del plano y/o la nota marginal en una inscripción cualesquiera, permitirán descubrir, si hay alguna transmisión de dominio en trámite, especialmente expropiaciones – (interdicción al dominio), ya que el procedimiento judicial demanda tiempo, antes de su anotación dominial a favor del Fisco. La interdicción al dominio, que esa disposición impone, evita ulteriores inconvenientes en la enajenación de Remanentes resultantes de los lotes S/T o S/M.

Remanente en la jerga legal o topográfica, es lo que resta de un título de propiedad o lote, en forma indeterminada, a raíz de una desmembración parcial, por mensura o venta de una porción de aquel dominio (Título).

**Conclusiones:** Del análisis de los extractos o minutas de dominio consultadas podrían deducirse incongruencias (dudas), y por tanto deberá ampliarse la investigación dominial, con otras inscripciones y/o bienes circunvecinos o linderos, o de la parcela en consideración, en su caso, y por tanto, otros datos deberán tenerse muy en cuenta para la mensura y/o replanteo del título o "mensura de hechos existentes" (hecho físico: pared, cerco, alambrado, zanja, etc.) según la operación que las circunstancias obliguen realizar en la medición del o los predios a deslindar (medir – relevar)

### **SITUACIONES QUE PUEDEN SURGIR DEL ESTUDIO DE TITULOS**

En el estudio de títulos de un bien inmueble, pueden resultar varias situaciones con respecto a las medidas superficiales y lineales. En relación a la primera hay títulos que consignan superficies: Según Título (S/T) – Según Mensura (S/M) y Según Plano (S/P), de todas ellas la de mayor relevancia jurídica (Legal) lo es la de Según Título. Puede darse la situación que en la descripción analítica del inmueble (Base de Títulos) se consignen las tres (S/T – S/M – S/P), en este caso debemos optar por la "Según Título" para el contraste con la que resulte del relevamiento, pues la mensura no da derecho. En su defecto (carencia S/T) se optará por las otras (S/M o S/P).

#### **Que el título indique únicamente superficie:**

Si de la consulta dominial del testimonio, minuta o Escritura Matriz y sus "correspondes" (Tribunales, Registro de la Propiedad) resultara que todas las escrituras traslativas del dominio se redactaron con la omisión de las medidas lineales e indicando la superficie del predio (lote – parcela), será entonces la colindancia: Linderos y/o rumbos, los dos elementos (datos) que nos precisarán en principio, el polígono a medir (relevar), será (triángulo, rectángulo) en realidad la base en cuanto al número de sus lados, no así en cuanto a la longitud de los mismos (varas o metros). Al describirse los linderos (orientación) suele hacérselo por medio de los Rumbos o Costados, son dos formas de deslindes (indiferentes), pero que no pueden usarse simultáneamente o alternativamente, hay que optar por alguno de los sistemas (modalidades). El caso en consideración (carencia de medidas lineales) se agrava cuando el lote es baldío, como sus linderos, aquí habrá que realizar una integración de títulos linderos, partiendo de arranques relevantes, y por un procedimiento indirecto, podría llegarse a determinar las medidas de cada uno de los lados en correlación con los rumbos o costados pertinentes, del polígono a deslindar. Procedimiento similar al de un "rompe cabeza", se ha perdido una pieza del mismo y habrá que armar (componer) la figura y así llegaremos a que la parte faltante, tendrá la forma, ubicación, - dentro del todo - y medidas que dan sus partes colindantes; operación aquella (integración de linderos) que directa o indirectamente realizamos en toda mensura (relevamiento topográficos). En síntesis, esta operación obligará, previamente, a la confección de un catastro de los lotes o parcelas necesarias (colindantes – circunvecinas), y así se podrá a ciencia cierta saber que, la superficie –

conocida – del lote es consecuencia de tales o cuales medidas, y que recién ahora hemos deducido y que nos permitirán materializar en el terreno, aquel lote que según título (S/T) carecía de medidas lineales, en su deslinde analítico, ello permitiría, también dar su posición relativa con respecto a los otros lotes, que tampoco estaban materializados en el terreno.

Teóricamente, este estudio (Títulos, planos, planchetas - planos de unidades características) y operación agrimensural (mensura – relevamiento) es la que se realiza cuando se trata de inmuebles baldíos (parcela – predio – lote) o edificados (ver si existe corrimiento - superposición); si bien por una ficción, se presume la mayoría de las veces que los lotes integrantes del bloque (solar – manzana – quinta – chacra, etc.) están ya deslindados (cercos – alambrados – mojones) por hechos existentes que consideramos relevantes (límites entre títulos contiguos) y nuestro levantamiento topográfico (mensura) en síntesis, consiste simplemente en amojonar el lote en consideración, a continuación de sus respectivos linderos (parcelas). Las incongruencias, dudas, etc., sobre ciertos datos obligan y hacen necesario un estudio total o integral (dominios – planimetrías) para la correcta ubicación y deslinde.

#### **Que la superficie sea indeterminada:**

Puede suceder que el título de propiedad (dominio), consigne la superficie en forma indeterminada (tantos metros cuadrados, o lo que más o menos resulte entre los linderos). Esa venta trataría en realidad de una transferencia: Ad-Corpus o sea lo encerrado entre confines (límites físicos). Aquí no existe corrimiento – superposición (invasión – ocupación), por lo tanto no hay demasías (sobrantes – excedentes) ni defectos (faltante – diferencia en menos) y la mensura no se compara con la del título, dada la imprecisión de esta última (S/T). Ver Código Civil (Art. 1344 y sgtes) y aspectos Técnico – Jurídicos.

#### **Que el Título cite medidas lineales únicamente:**

Si de la invasión dominial respectiva, del título de propiedad “vigente” y sus correspondes se deduce que en la confección de la Base de Títulos (descripción analítica) de la parcela (lote) se omitió citar la Superficie Según Título (S/T) deberá calcularse, con los demás elementos que resultaban del deslinde dominial, aplicando el “mejor criterio” técnico – legal. La determinación de la “Superficie Según Título Calculada” (S/T Calc.) deberá ajustarse a las provisiones existentes (Decreto nº 7015/44 – Provincia de Buenos Aires) en el apartado 5.1.0 de las Normas para Presentación de Planos y Subdivisión de Tierras, que dicen “Se entiende por superficie según título calculada, la que se deduce calculándose en base a las dimensiones lineales y angulares (rumbos) que menciones dichos dominios”. Ver apartados 5.2.0 siguientes de aquellas normas.

Si hubiere algún plano antecedente, protocolizado, en el Registro de la Propiedad, del lote a medir (relevar), puede usarse la superficie S/P y contrastarse (compararse) con la S/M resultante. Resulta de sumo interés consultar planimetrías: legajos obrantes en el Registro de la Propiedad, Carpetas de Planos Particulares (Dirección de Geodesia – M.O.P.), Municipalidad y cualquier otra fuente de elementos gráficos (planos): Dirección inmobiliaria (Catastro), Archivos históricos.

### **IMPORTANCIA DE LOS LINDEROS**

El estudio de los linderos, e los distintos rumbos o costados, nos permitirá saber que lote o accidente topográfico (calle, camino, cauce, etc.) existe sobre tal o cual rumbo (costado) y si estos están o no materializados en el terreno. Veremos el caso especial de una calle pública (C/c calle en medio) no librada al uso público. El hecho, que alguno de los propietarios frentistas a la misma (bien público) esté en el usufructo total o parcial de su extensión, no significa ni presume que se puede adueñar de la calle, por tratarse dicha vía de acceso de un “bien público del Estado”, imprescriptible e inalienable (no se puede prescribir ni enajenar). El hecho de que algún lindero lo ocupe no le otorga ningún derecho posesorio, aunque de las tolerancias superficiales de la “mensura del hecho existente” surja que no supera en el 1% a la superficie según título (ver sobrantes y excedentes). Como lindero, la calle tiene su relevancia jurídica y hay que deslindarla. En consecuencia aún en el caso que aparentar ser una diferencia en más – ver decreto nº 7015 (ap.5.4.0) – no podrá incorporarse al dominio privado del particular o sea integrar su título. Por tanto, siempre habrá que indicar en el plano de mensura (relevamiento), hasta donde llega el título (linealmente) y cual es la porción del hecho físico existente que se ocupa sin título, con los signos pertenecientes de la cartografía (ver Instrucciones Generales para Agrimensores), vías de comunicación.

Todo esto, no nos releva de otros hechos físicos, que teniendo la apariencia de calle vecinal, incita a provocar lotes con frente a la misma, cuando resulta que ella es una calle privada (vía de acceso) de algún lindero a la fracción contigua de referencia. Vemos pues que el estudio de los linderos, nos demostrará la realidad de los hechos: calle pública, calle privada o bien calle librada al uso público, que no consta en las referencias dominiales (títulos), habrá que averiguar a costa de que título se desmembró y liberó públicamente (cesión).

Este comentario nos da una idea clara de la importancia que tiene el estudio previo del título y de las graves consecuencias, de la ligereza de una "mensura de hechos existentes", sin conocimiento de lo que expresa la escritura traslativa del dominio en lo referente a: Medidas (Superficiales – lineales), Rumbos y Linderos, etc. Por lo tanto, siempre habrá que ir a la fuente originaria (adquisición del dominio) o sea a la "Escritura Matriz", ya que el extracto de título (Minuta) obrante en el Registro de la Propiedad, pueden haber omisiones de datos o redacción confusa (inversión de medidas y/o rumbos o linderos).

**Decreto 7015/44:** Normas para Subdivisión de Tierras y Normas para Presentación de Planos. Reglamentario de la Ley 3487. Modificadas por Decreto 13285/54 y Decreto 9282/68.

**Normativas Vigentes:** Para Subdivisión de Tierras: Decreto Ley 8912/77 y complementarias; para Normas de Presentación y Confección de Planos: Disp. 1930/99 y para Vinculación: Disp. 1792/99 y complementarias.

### Reseña histórica del Registro de la Propiedad

La Dirección Provincial del Registro de la Propiedad fue creada el 21 de mayo de 1879 mediante la Ley 1.276.

En octubre de 1890, entró en vigencia la Ley 2.378 en reemplazo de la ley de creación. Debido al crecimiento en volumen y complejidad de las transacciones inmobiliarias y dada la necesidad de modernizar los procedimientos registrales en busca de mayor eficiencia, más seguridad y mayor dinámica en la prestación del servicio, el 14 de marzo de 1962 se promulga el Decreto 2.202.

Este Decreto introdujo una profunda modificación, reemplazando los Libros de Inscripciones por el Folio Real, basado en la matriculación de los inmuebles. De este modo una sola unidad de información (el Folio Real) contiene la totalidad de la historia jurídica de un inmueble y sus titulares.

La referida norma no exigió la transformación de las registraciones obrantes en la Dirección Provincial del Registro de la Propiedad, sino el tratamiento del flujo de las transacciones inmobiliarias a partir de su fecha de vigencia. Lo antedicho trajo aparejada la actual coexistencia de dos técnicas inscriptorias: la del Folio Protocolizado y la de Folio Real.

Un año más tarde, en octubre de 1963, se promulgó el Decreto Ley 11.643/63 (Ley Orgánica aún vigente), luego reglamentado por el Decreto 5.479/65 que trajo una modificación al sistema registral inmobiliario de la Provincia de Buenos Aires, con la ratificación de la técnica de matriculación de inmuebles que había implantado el Decreto 2.202.

Pocos años después, en 1968, la publicidad registral se incorporó a la legislación de fondo con la reforma al artículo 2.505 del Código Civil y el dictado de la Ley 17.801 (que siguió los lineamientos de Decreto Ley provincial 11.643/63 y la Ley Nacional 17.417 de aplicación en la Capital Federal).

En 1971 se promulga la Ley Convenio 7.701 que instituyó un mecanismo de cooperación financiera entre el Colegio de Escribanos y el Ministerio de Economía, la que sufrió modificaciones y sucesivos reemplazos.

En el año 1980 se sancionó la Ley 9.590, fruto mancomunado del Colegio de Escribanos de la

Provincia de Buenos Aires y de la Dirección Provincial del Registro de la Propiedad, que contó con el decidido apoyo de la Subsecretaría de Hacienda, su objeto es la conversión a la técnica de Folio Real de la totalidad de las inscripciones de los inmuebles (hasta ese momento se hallaba convertido solamente el 23% de los inmuebles), merced a la activa participación del notariado bonaerense.

---

### Reseña histórica de Catastro

>>La creación formal del Catastro Bonaerense se dio a principios del siglo pasado, pero no obstante es importante resaltar que las primeras inquietudes sobre la necesidad de poseer un Catastro en la provincia se manifestaron ya en el siglo XIX.

>>Ejemplo de ello es lo que ocurre en el año 1824, cuando el gobernador Las Heras aprueba un decreto para asegurar los derechos territoriales del suelo de Buenos Aires; momento a partir del cual constituye la "Comisión Topográfica" que tuvo como gran tarea confeccionar el primer "plano" de la Provincia. Años más tarde, en 1890, se publica el primer "Registro Gráfico" de la totalidad del territorio bonaerense. Es así como empiezan a vislumbrarse los inicios del Catastro.

>>A inicios del siglo actual, como consecuencia del aumento de la población en el campo y del surgimiento de nuevos centros urbanos, hubo un incremento parcelario considerable, lo cual hizo insostenible la organización vigente y surgió la imperiosa necesidad de crear el Catastro Provincial. En junio de 1924 se ordenó, por Ley, la confección de un catastro geométrico parcelario. En el año 1931 se inicia la etapa ejecutiva de dicha obra, iniciándose con el ensayo del partido de Avellaneda.

>>A partir del año 1935, se produce un hecho de gran relevancia que significó la creación formal y oficial del Catastro: se promulga la Ley provincial N° 4331 denominada "Ley del Catastro". Mediante la sanción de dicha Ley, se incorpora el Catastro Parcelario a la administración pública, como la base del sistema inmobiliario fiscal.

A partir de aquel entonces comienzan a realizarse trabajos catastrales de gran extensión.

>>Entre 1935 y 1942 se realizaron (por intermedio de empresas privadas) los relevamientos urbanos y rurales ordenados por la norma. Se catastraron los dos millones de parcelas urbanas existentes en Buenos Aires en la época.

La Ley 4.331 constituyó el instrumento legislativo más importante en materia de Catastro de todo el continente americano. Nació con el objetivo de determinar la posición exacta de los predios urbanos y rurales, sus dimensiones y superficies, su dominio y valor fiscal a los efectos del pago del impuesto territorial.

Para poder llevar a cabo tareas de tal dimensión, se dio origen a un instrumento catastral de gran relevancia, que representa la unidad de registración: la Cédula Catastral, en la cual se volcaba la información correspondiente al dominio, la designación del bien, la condición geométrica del inmueble considerado desde el punto de vista del título o plano que le dio origen y la medición directa del Catastro.

>>Los Bancos oficiales de la provincia y la nación, fueron las primeras instituciones públicas que descubrieron la eficiencia y utilidad de las constancias catastrales. Luego acudieron las Direcciones de Viabilidad, Escuelas, Arquitectura, Tránsito, Pavimentación, Hidráulica, etc.

En 1947 se dicta la Ley 5124 denominada "Reestructuración del Catastro Parcelario", convirtiéndose el Catastro de la provincia en la base del sistema inmobiliario, desde los puntos de vista tributario, de policía y de ordenamiento administrativo del dominio".

>>Esta legislación da un importante paso porque impone el certificado catastral como instrumento básico del régimen, necesario para asegurar la identificación parcelaria en la constitución o modificación de derechos reales sobre inmuebles.

En el año 1953 se sanciona la Ley 5.738 modificando el sistema valuatorio, señalando que los valores del inmueble tienen que ser obtenidos mediante metodologías racionales y técnicas que permitan determinarlos en un mismo instante de tiempo, garantizando su permanencia hasta otro revalúo general.

En el año 1955 se realiza el 1° Revalúo General Inmobiliario, representando un gran adelanto en la evolución del catastro provincial.

>>En 1970 se comienza a proyectar el Plan de Perfeccionamiento del Catastro Económico, y finaliza en 1983. El mismo se realizó por medio de contratistas que recorrieron la provincia con un formulario en el que volcaban las características y croquis de los inmuebles.

>>En la década del '80, con la actualización directa sobre el sistema informático de ese momento (Servicio de procesamiento electrónico de datos (SPED); hoy DSI) desaparece la operatoria de confeccionar formularios volantes para la actualización valuatoria, pasando a ser el único soporte la planilla de avalúo.

Finalmente, en el año 1988 se sanciona la Ley 10.707, denominada Ley de Catastro -vigente hoy -, que establece que para toda transferencia dominial es imprescindible la "Constitución del Estado Parcelario", resolviendo con tal metodología el problema más acuciante de los catastros territoriales: su actualización.

>>Dicha Ley genera el marco jurídico necesario para alcanzar los objetivos preliminares que definen a su vez al Catastro: " conocer, ordenar, registrar y dar publicidad del estado de hecho del espacio territorial a través de la individualización y caracterización de la propiedad inmueble, desde los aspectos físicos, jurídicos, económicos".

En el contexto de la ley 10.707, la Constitución del Estado Parcelario consiste en la registración por el Organismo Catastral del acto de relevamiento parcelario. Y en el mismo marco, se denomina Certificado Catastral a la copia autenticada de la cédula catastral.

>>Lo innovador de la actual ley del Catastro es el novedoso mecanismo de actualización de sus constancias, basado en la exigencia de la constitución del estado parcelario, o en la renovación de su vigencia, al momento de publicitar el estado de hecho de los inmuebles.

>>Un hecho importante de los últimos años de la historia del Catastro Bonaerense es que en 1996 (después de 40 años), se lleva a cabo un nuevo revalúo, donde se establecen nuevos valores para la tierra libre de mejoras; valores que durante el año '97 fueron ingresados en la base de datos catastral y puestos en vigencia a partir de 1998, subsanándose errores que se venían arrastrando desde años atrás. En aquel entonces se detectaron 36.000 edificios nuevos y se agregaron otros 4.000.000 de m2.

>>En los años más recientes, el Catastro ha ido evolucionando a pasos agigantados, han surgido herramientas informáticas para el registro de los datos, lo cual pone de manifiesto el proceso de modernización que esta protagonizando.

---