



UNIVERSIDAD DE SONORA
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA



MATERIA

HIDROGEOLOGIA

PRECIPITACIONES

PRESENTA: M.C. J. ALFREDO OCHOA G.

PRECIPITACIONES



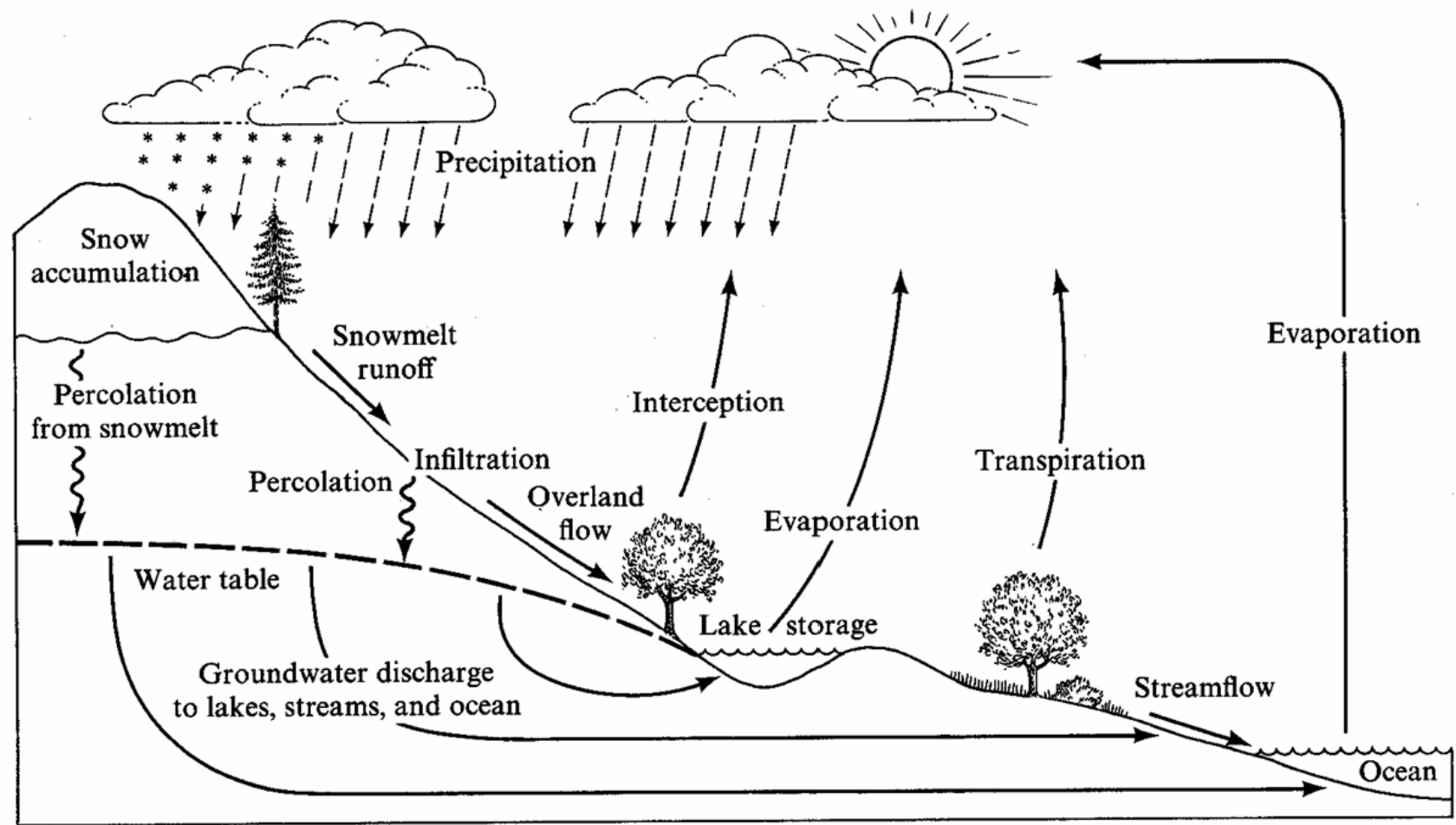


Figure 1-1 Schematic diagram of the hydrologic cycle.

Importancia de las precipitaciones:

- Son la principal fuente de entrada de agua en una cuenca vertiente.
- Controlan el paisaje natural y las actividades humanas.

FORMAS DE PRODUCIRSE LAS PRECIPITACIONES:

PROCESOS QUE ORIGINAN LAS

LLUVIA

NIEVE

GRANIZO

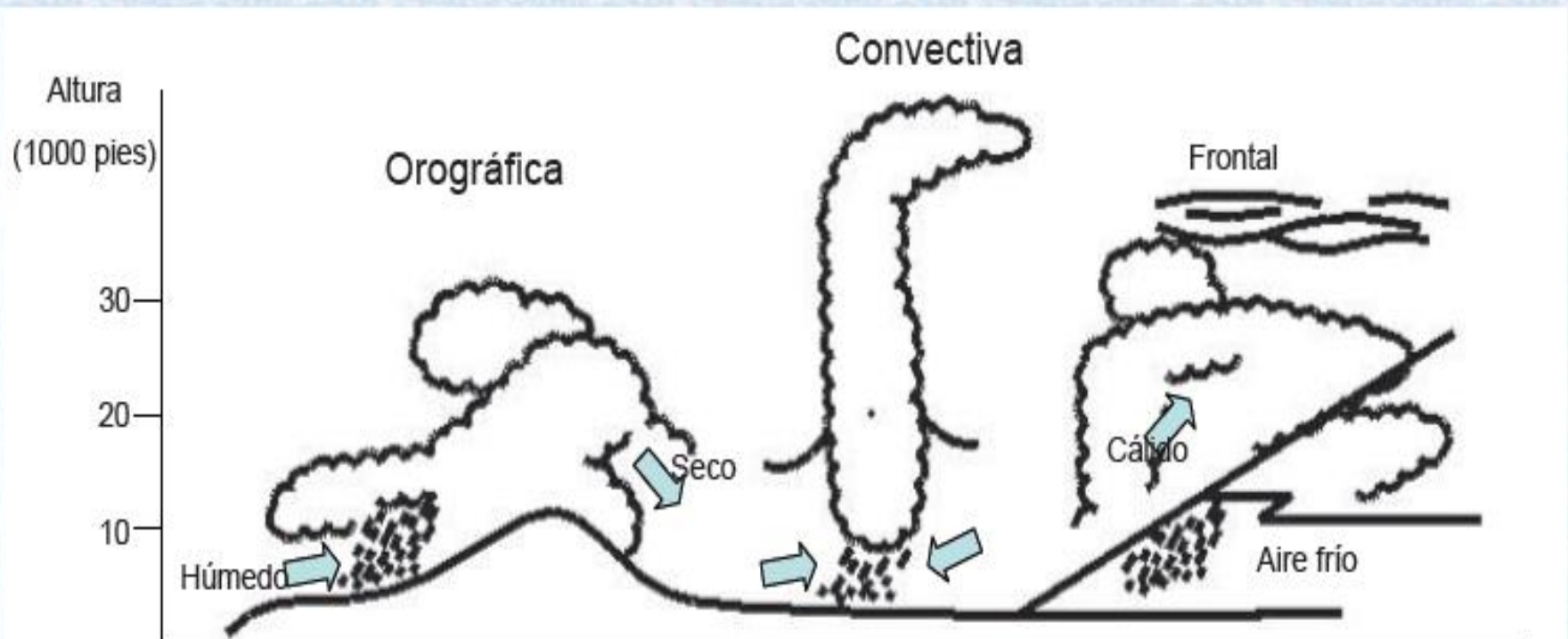
ROCIO

ESCARCHA

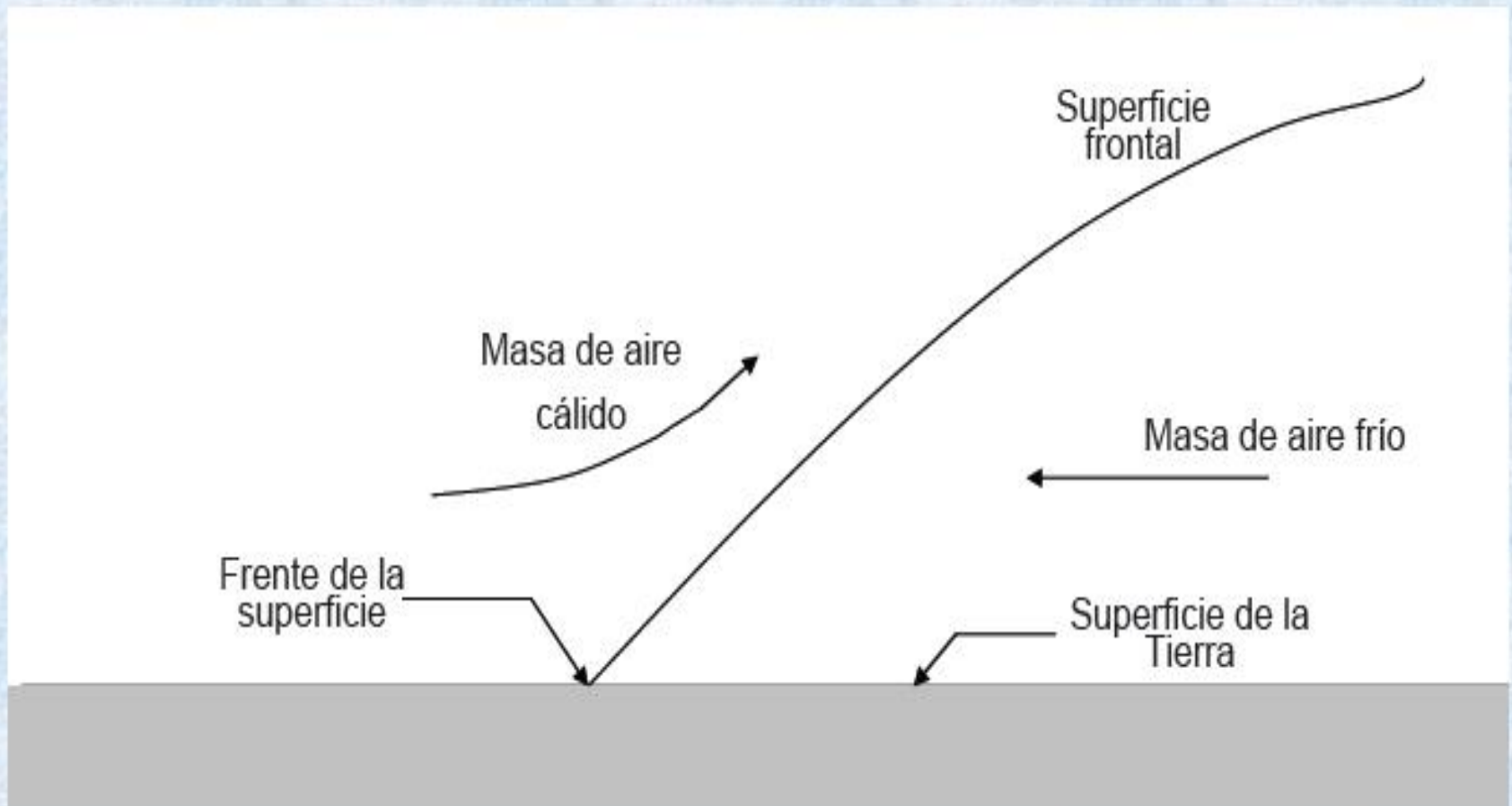
PROCESOS QUE ORIGINAN LAS PRECIPITACIONES:

a) Enfriamiento del aire por cambios de presión:

- Precipitaciones orográficas
- Precipitaciones convectivas
- Precipitaciones de tipo ciclónico

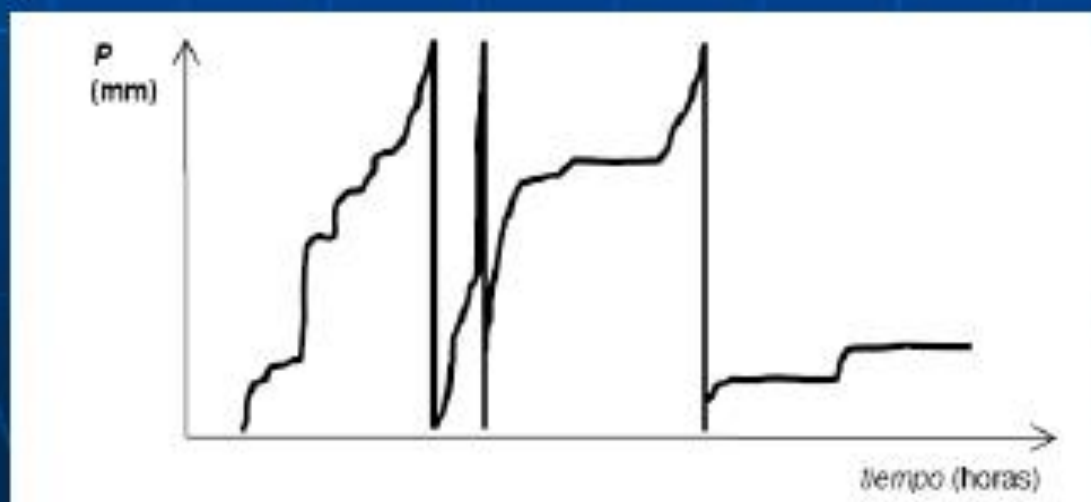


PRECIPITACIONES CICLÓNICAS



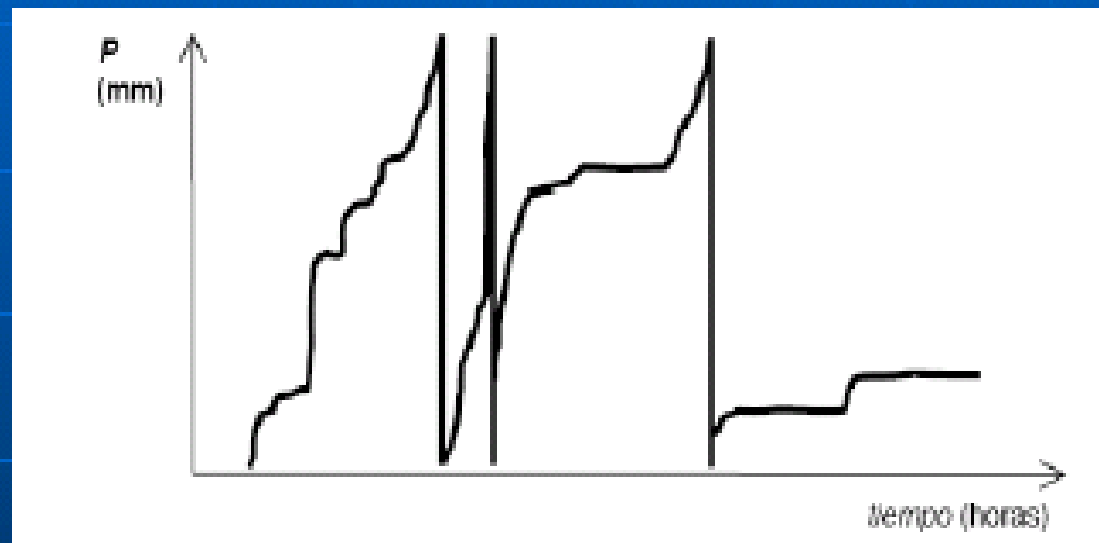
MEDICIÓN DE LAS PRECIPITACIONES

- Pluviómetros y Pluviógrafos
- Radares y Satélites
- Análisis del manto de nieve
- Condensaciones ocultas



Representaciones gráficas: Pluviograma

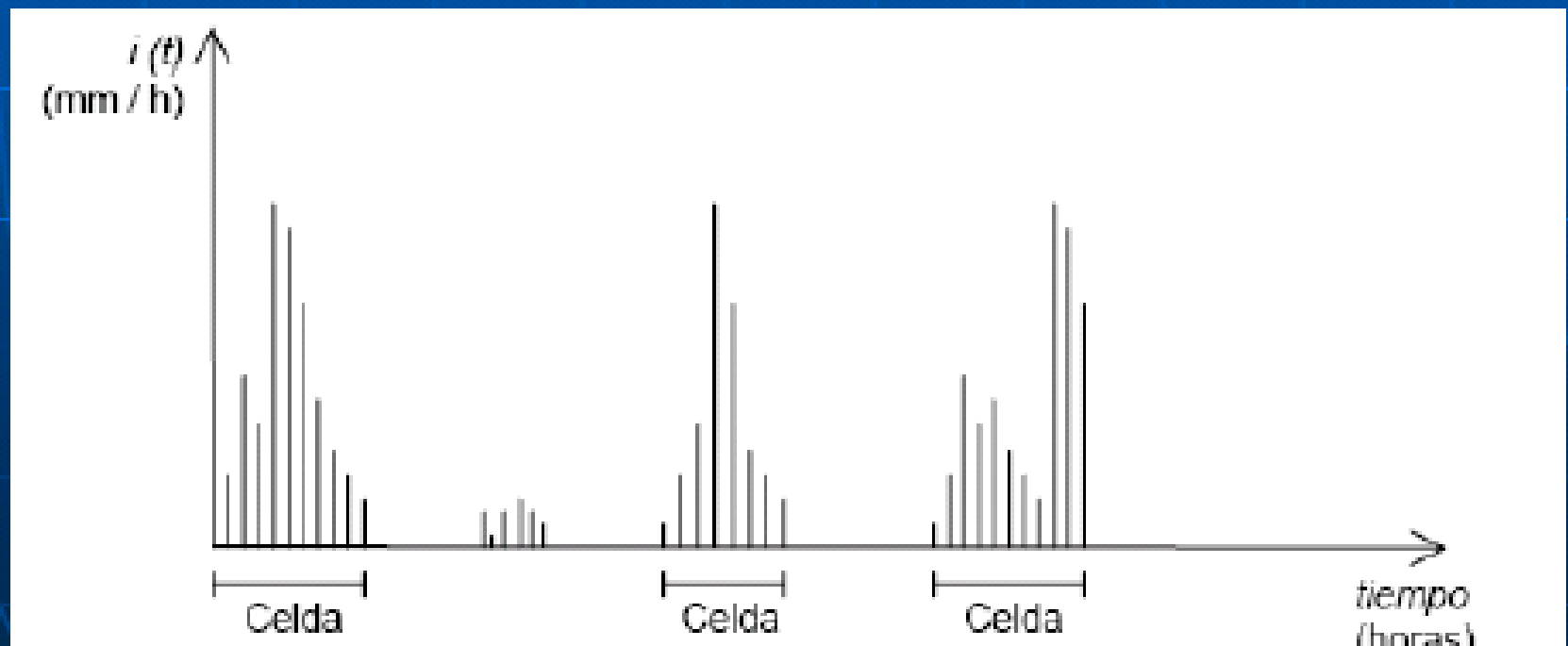
- Curva de precipitaciones acumuladas donde se representa el total de lluvia caída en un intervalo de tiempo determinado



- Cálculo de la intensidad de la precipitación (mm/hora) en un punto dado
 - Calculando el valor de la pendiente de la curva lluvia – tiempo (poca precisión)
 - Controlar la lluvia recogida por el pluviómetro cada x tiempo

Representaciones gráficas: yetograma

- Representa la evolución temporal de la intensidad de lluvia ($i(t)$)
- Escala de tiempo variable (un día, anual)
- Cada celda representa un episodio lluvioso



Fórmulas: Métodos de estimación de precipitaciones áreales.

Media Aritmética (a)	Isoyetas (b)	Método Precipitación (c)
$P_m = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{n}$	$P_m = \frac{\sum_{i=1}^n ((P_{i+1} + P_i) / 2) * S_{i+1, i}}{S_t}$	$P_p = a + b * H^z$
Thiessen (d)	Thiessen Modificado (e)	IDC (f)
$P_m = \frac{\sum_{i=1}^n S_i * P_i}{\sum_{i=1}^n S_i}$	$P_m = \sum_{i=1}^n (P_{m_{ai}} / P_{m_{ei}}) * P_{eai} * (S_i / S_t)$	$P_m = \frac{\sum_{i=1}^n P_i * (1 / D_i^2)}{\sum_{i=1}^n (1 / D_i^2)}$

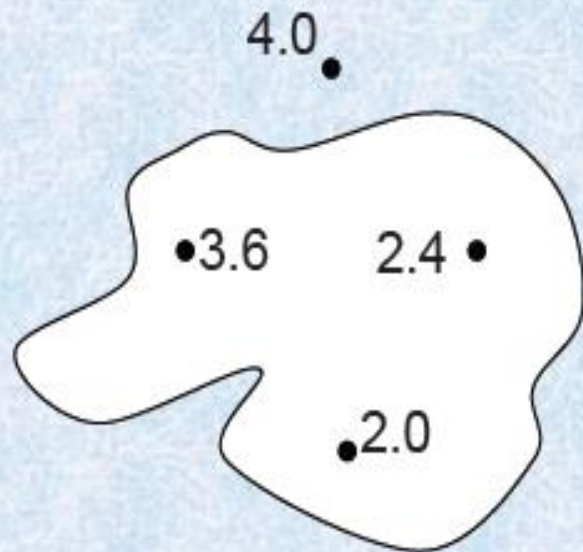
SIMBOLOGIA

- P_m** : Precipitación media del área de estudio [mm]
n : Número de estaciones en análisis.
S_{i+1,i} : Superficie entre dos isoyetas consecutivas [km²].
P_p : Precipitación [mm].
H : Altitud [ms.n.m.].
S_i : Superficie del área de influencia i [km²].
D_i : Distancia entre estación y celda correspondiente [km].
P_{m ai} : Precipitación media del área de influencia de la estación i, según Thiessen, obtenida por isoyetas medias anuales [mm].
P_i : Precipitación de la estación o isoyeta i [mm].
P_{i+1} : Precipitación de la isoyeta i+1 [mm].
S_t : Superficie total [km²].
a,b,z : Constantes de regresión.
S_i : Superficie de influencia de la estación i [km²].
P_{m ei} : Precipitación media de la estación i (Promedio aritmético) [mm].
P_{eaij} : Precipitación de la estación del área de influencia i [mm].

Precipitación media sobre una superficie

Información disponible: Datos de precipitación procedentes de estaciones meteorológicas (datos puntuales)

Media aritmética:



a) Media aritmética:

$$\frac{3.6 + 2.4 + 2.0}{3} = 2.66 \text{ mm.}$$

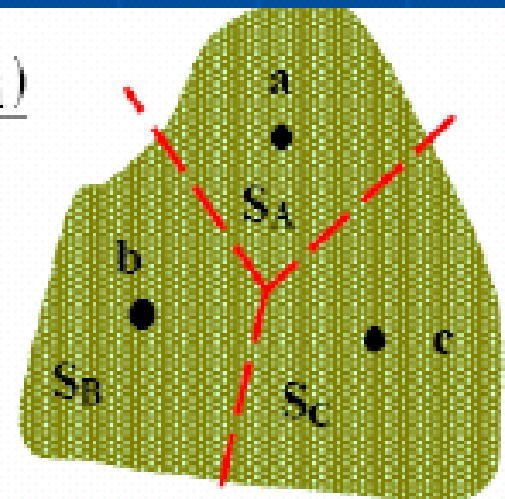
V: Sencillez de cálculo

I: No tiene en cuenta rango altitudinal, ni localización geográfica de las estaciones

Polígonos de Thiessen

Se trazan mediatrices entre los pluviómetros cercanos, de manera que se separa el área de influencia de cada pluviómetro

$$P_m = \frac{(\sum P_i * S_i)}{\sum S_i}$$



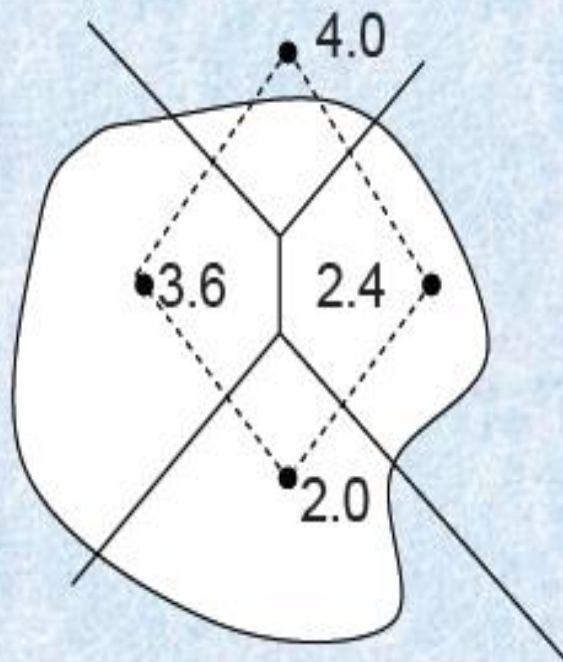
a, b y c son pluviómetros

S_A , S_B y S_C superficie del polígono

P_a , P_b y P_c valor de la precipitación del pluviómetro de cada pluviómetro

Polígonos de Thiessen:

Cada polígono asocia un área de influencia a la estación meteorológica correspondiente



b) Método de los polígonos de Thiessen:

P_i (mm.)	A_i (mi ²)	A_i/A_t	$(P_i)(A_i/A_t)$ (mm.)
4.0	1.5	0.064	0.256
3.6	7.2	0.305	1.098
2.4	5.1	0.216	0.5184
2.0	9.8	0.415	0.83
$\Sigma =$	23.6	1.000	2.7024 mm.

V: Corrige errores por localización geográfica irregular

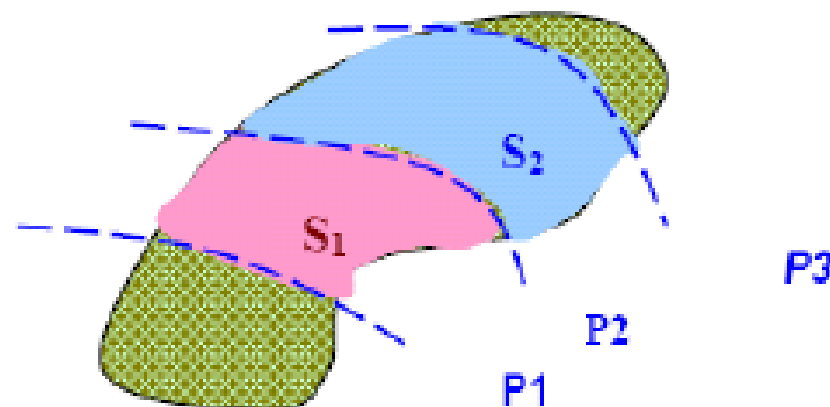
I: Los polígonos están trazados con criterios meramente geométricos

Mapas de isoyetas

Isoyeta: línea imaginaria que une todos los puntos de igual valor de la precipitación en un tiempo

Se considera que en el área entre dos isoyetas se produce una precipitación media entre los valores de ambas

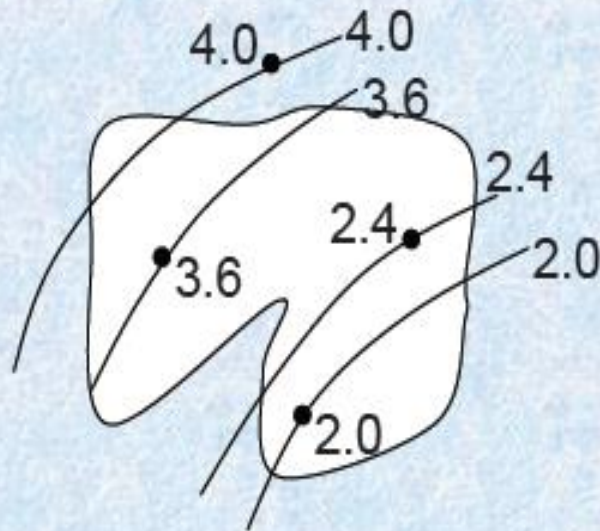
$$P_{\text{media cuenca}} = \frac{\left(\frac{P_1 + P_2}{2}\right) \cdot S_1 + \dots + \left(\frac{P_{n-1} + P_n}{2}\right) \cdot S_{n-1}}{S_T}$$



Precipitación media sobre una superficie

Método de las isoyetas:

Isoyeta: Línea de puntos de igual precipitación



c) Método de las isoyetas:

Isoyeta (mm.)	A (mi ²)	P _{av} (mm.)	V (mm.-mi ²)
4.0	5.1	3.8	19.38
3.6	9.8	3.0	29.4
2.4	3.1	2.2	6.82
2.0	5.6	1.0*	5.6
	23.6		61.2

Lluvia media = $61.2 / 23.6 = 2.60$ mm.

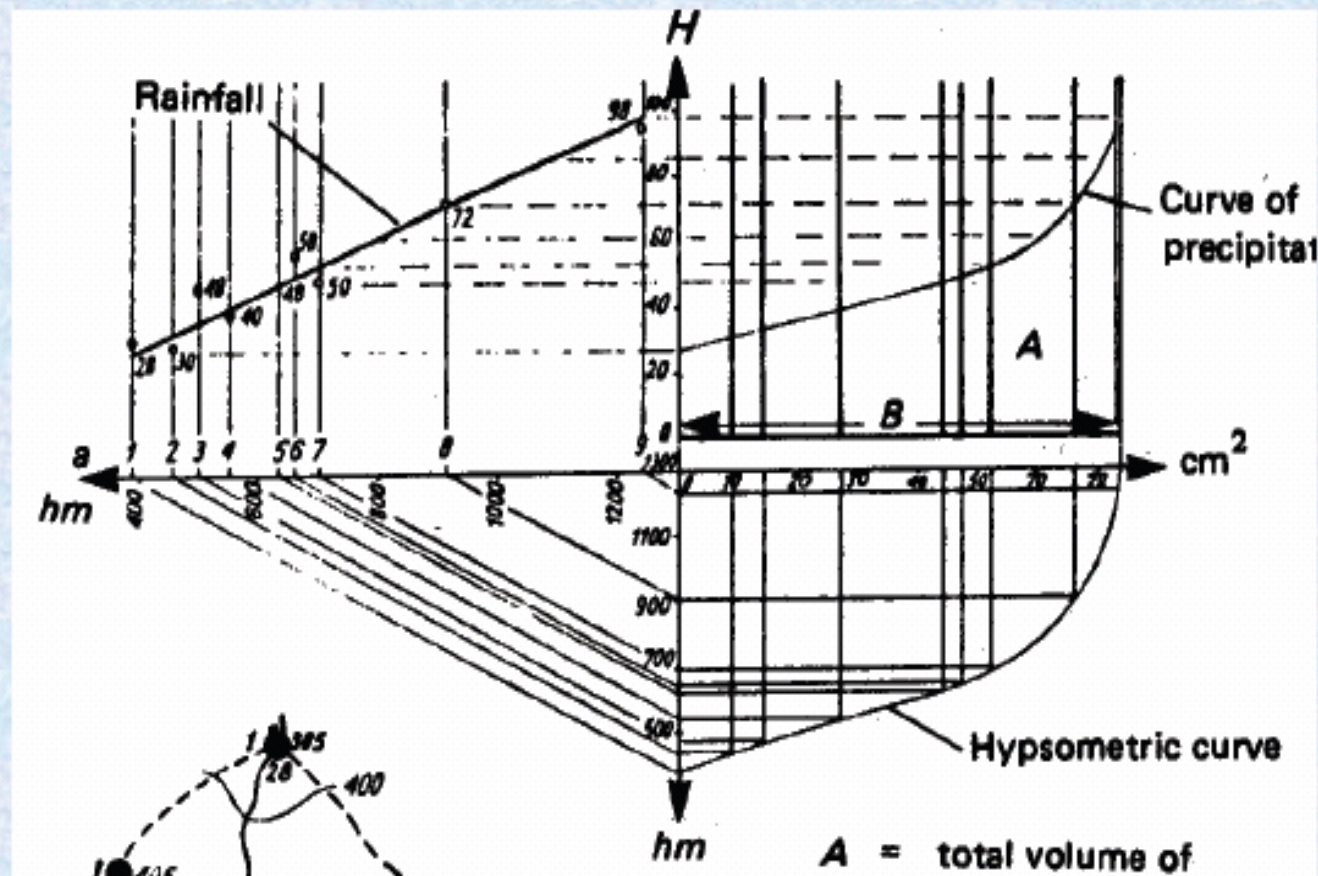
* Estimado

V: Tiene en cuenta la topografía

I: Para dibujar las isoyetas se necesita disponer de una red densa de estaciones meteorológicas

Precipitación media sobre una superficie

Método hipsométrico:



Shaw (1983)

V: Aprovecha información regional de precipitaciones, y su relación con la altitud.

I: Requiere disponer de la curva hipsométrica de la cuenca.

CARACTERIZACIÓN DE LAS PRECIPITACIONES

- Altura
- Duración e Intensidad
- Frecuencia
- Periodo de retorno

SERIES DE PRECIPITACIONES: Registros históricos correspondientes a una serie de años consecutivos

- Elegir las series de mayor duración: a partir de 20-30 años consecutivos.
- Las estaciones meteorológicas seleccionadas dentro de una misma cuenca deben coincidir en el periodo de años considerado.
- En ocasiones, conviene comprobar la validez de las series, o completarlas cuando falta algún dato aislado, relacionando unas estaciones con otras.

Completar las series de registros: Correlación entre estaciones

$$P_x = \frac{1}{3} \left[\left(\frac{N_x}{N_a} \right) P_a + \left(\frac{N_x}{N_b} \right) P_b + \left(\frac{N_x}{N_c} \right) P_c \right]$$

Comprobar la validez de las series: Dobles acumulaciones

Dunne & Leopold (1978)

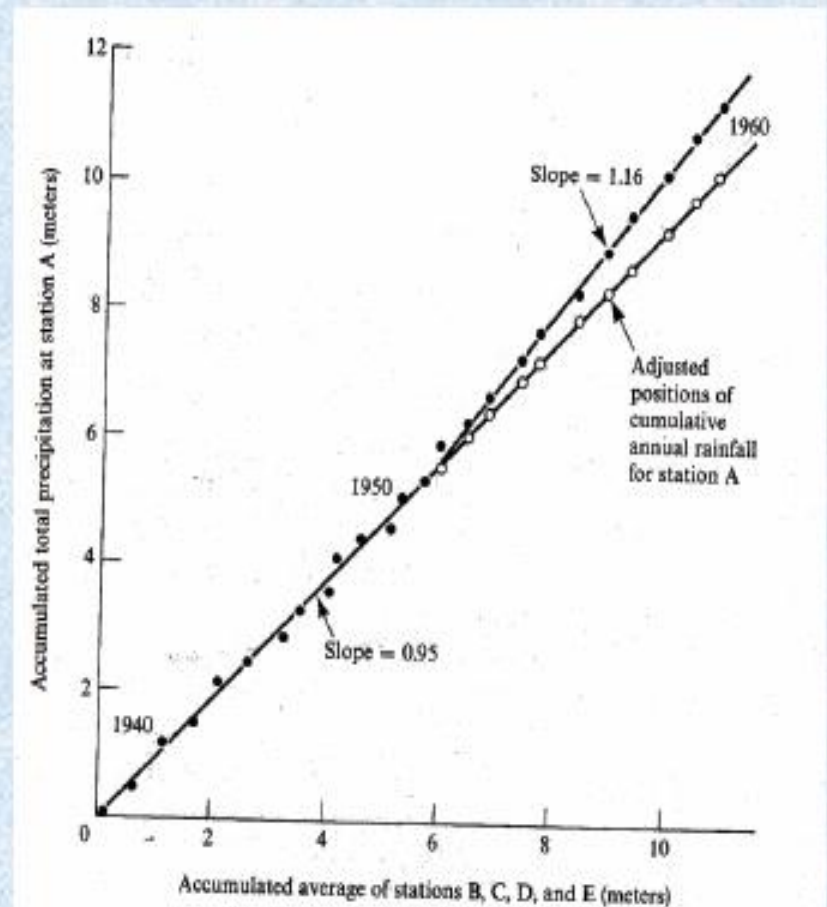
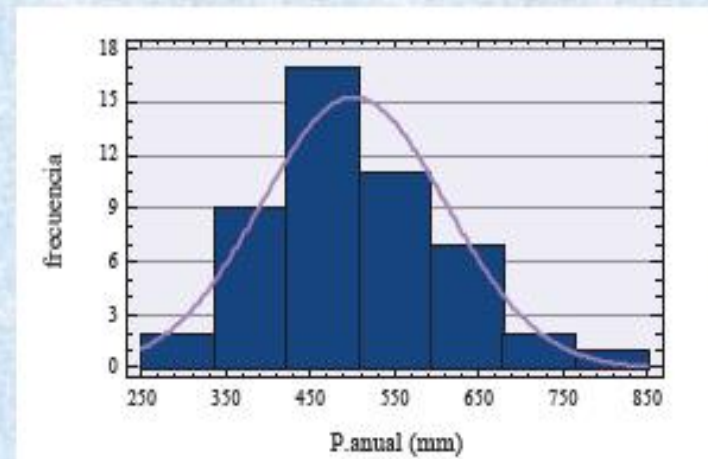
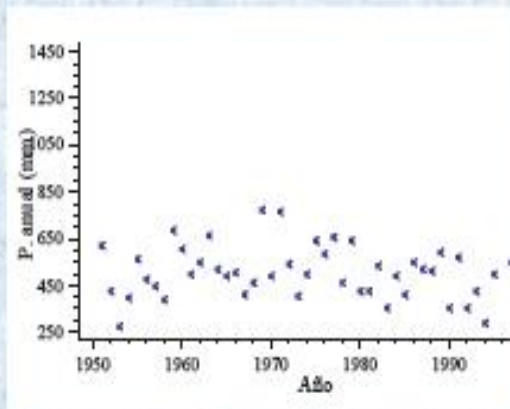


Figure 2-6 Double-mass analysis of annual rainfall for checking the homogeneity of the records at station A and for adjusting them to agree with the average recorded at four other stations, B-E.

Serie de PRECIPITACIONES ANUALES

- Reflejan la precipitación acumulada anual de cada año
- Se asume que se ajustan a una distribución normal, y quedan caracterizadas por su media, desviación típica y coeficiente de variación
- Cuanto mayor es la precipitación anual, mejor se ajusta a la distribución normal



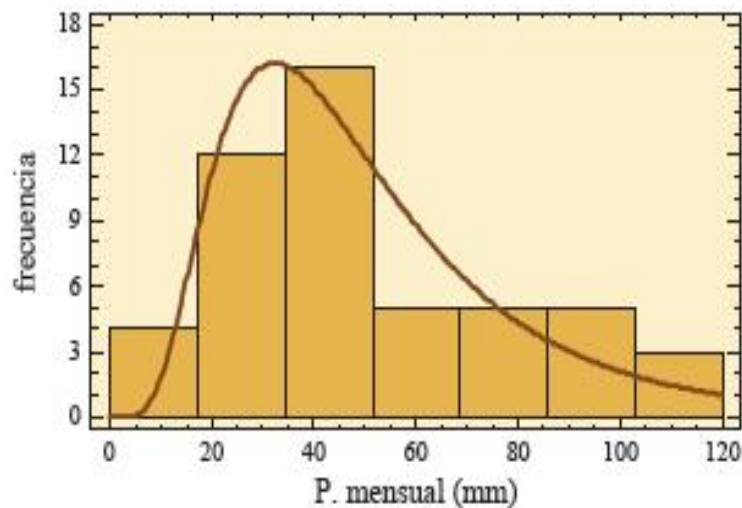
Media(mm)	501,7
Moda(mm)	476,5
S.D (mm)	109,5
C.V	0,22
Mínimo (mm)	274,9
Máximo (mm)	769,0
Rango (mm)	494,1

Molina de Aragón (Teruel): 1951-2000 (Romero, 2002)

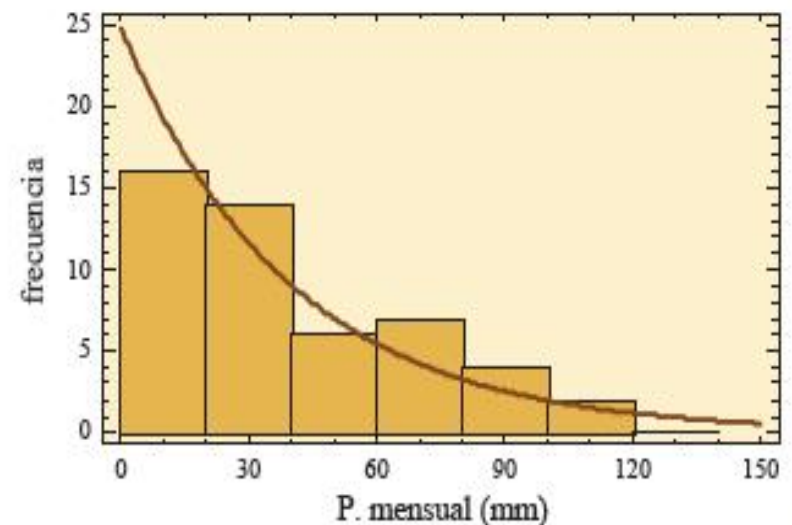
Serie de PRECIPITACIONES MENSUALES

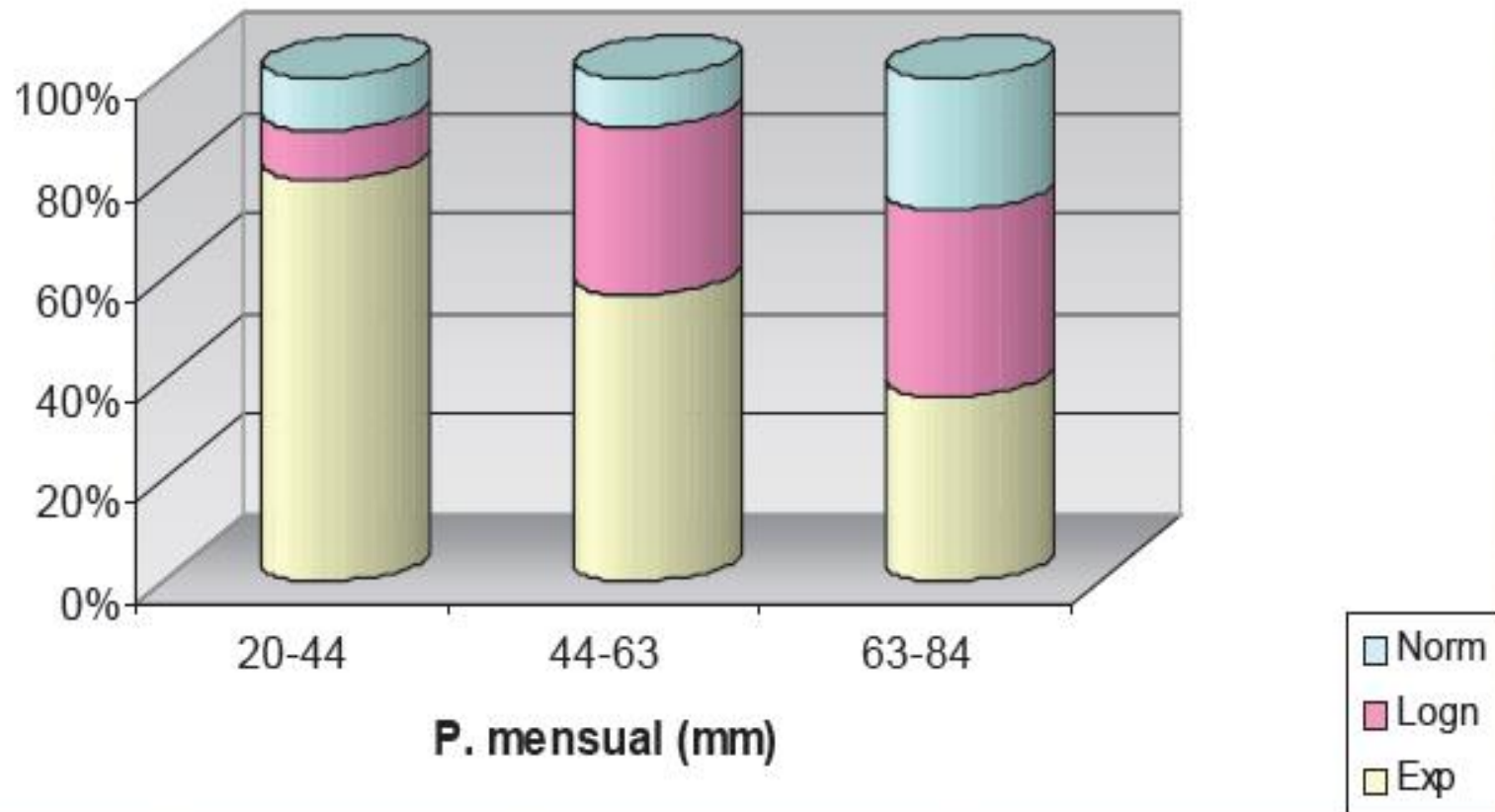
- Reflejan la precipitación acumulada mensual de cada año.
- Se asume que se ajustan a una distribución normal, y quedan caracterizadas por su media, desviación típica y coeficiente de variación.
- En la práctica, se ajustan mejor a una distribución lognormal o exponencial.

Abril



Diciembre





Porcentajes de los tipos de distribución seguidos según los distintos intervalos de precipitaciones medias mensuales, de las estaciones Molina de Aragón, Prados Redondos, Tramacastilla, Toril y Griegos (Teruel). Periodo de años: 1950-2000 (Romero, 2002).

GRACIAS