



Precipitación (cont.)

James McPhee

Departamento de Ingeniería Civil
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas
Universidad de Chile

Otras plataformas

- Radar
 - Originalmente sólo *ocurrencia* (ubicación) de precipitación
 - Nuevos algoritmos permiten estimar *intensidad* en función de la distribución de tamaños de partículas

Medida radar

$$Z = \int_0^{\infty} N(D) D^6 dD = N_0 \frac{6!}{41^7} R^{1.47} = 200 R^{1.6}$$

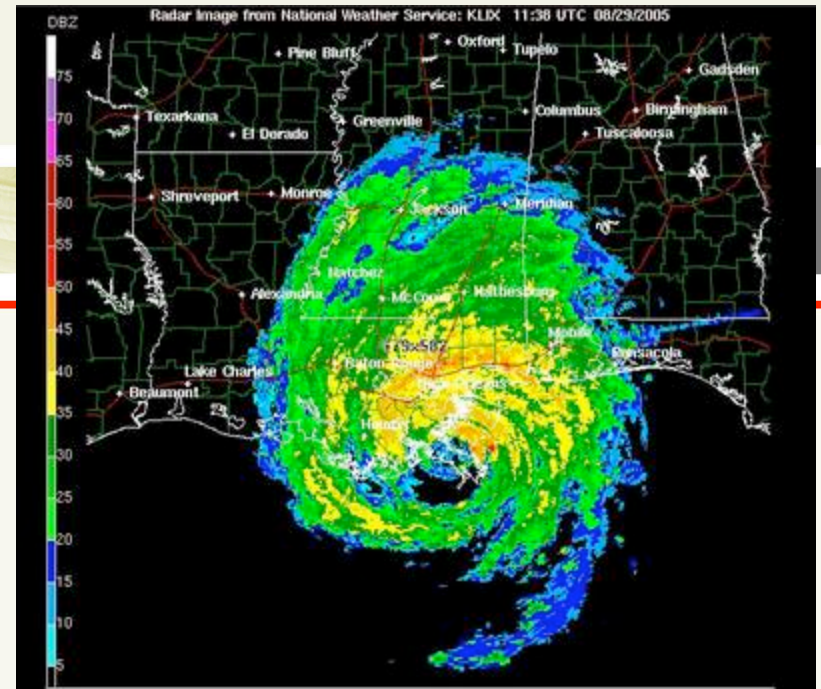
Empírico

Dist. Marshall-Palmer

Radares

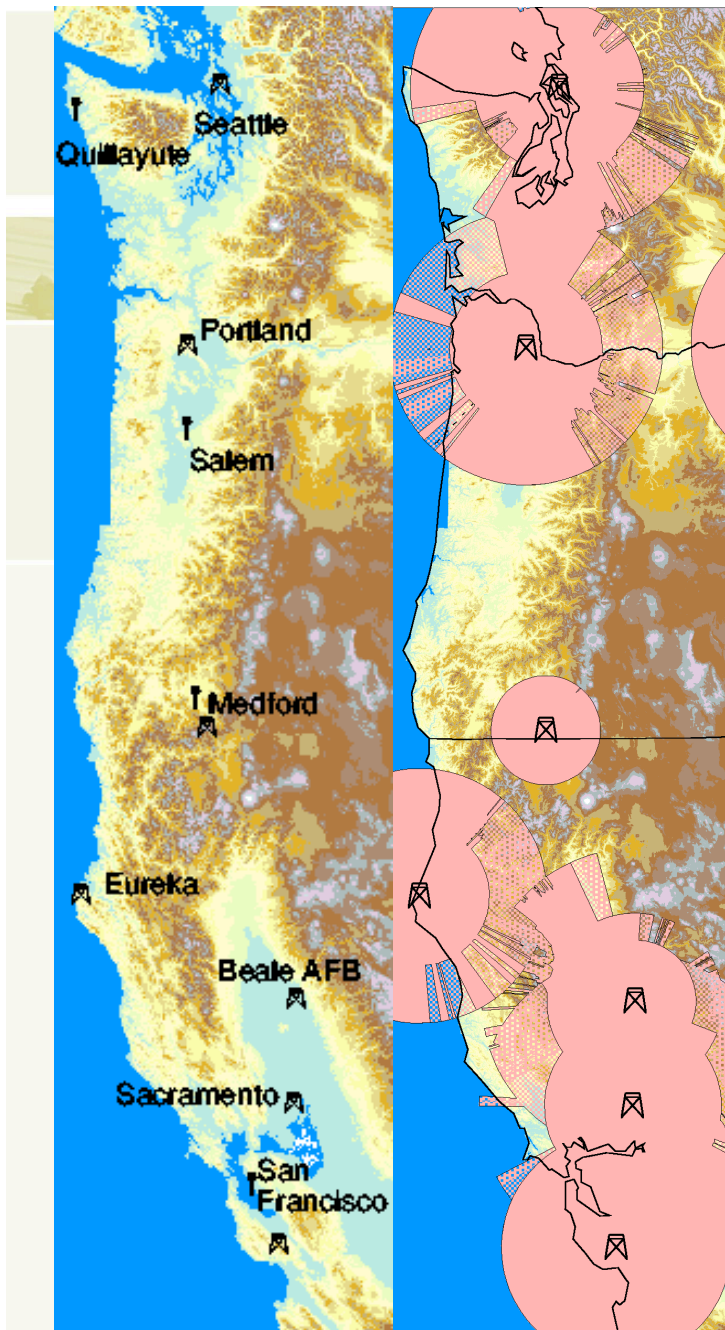


North American Weather Consultants, Inc.



fcm

Ingeniería Civil
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE



The Register-Guard

www.registerguard.com

STORMY WEATHER

Winds land sneak punch



Storm winds in the form of a sneak punch hit the coast of Oregon on Tuesday, bringing a heavy rain and strong winds. The storm, which hit the coast of Oregon on Tuesday, brought a heavy rain and strong winds. The storm, which hit the coast of Oregon on Tuesday, brought a heavy rain and strong winds.

Surprise storm packing 70 mph gusts downs trees, damages property

By JEFFREY

Portland, Ore.

A surprise storm packing 70 mph gusts

downed trees and damaged property

in the coastal town of Beale Air Force

Base on Tuesday.

The storm, which hit the coast of Oregon

on Tuesday, brought a heavy rain and

strong winds. The storm, which hit the

coast of Oregon on Tuesday, brought a

heavy rain and strong winds. The storm,

which hit the coast of Oregon on Tuesday,

brought a heavy rain and strong winds.

The storm, which hit the coast of Oregon

on Tuesday, brought a heavy rain and

strong winds. The storm, which hit the

coast of Oregon on Tuesday, brought a

heavy rain and strong winds. The storm,

which hit the coast of Oregon on Tuesday,

brought a heavy rain and strong winds.

The storm, which hit the coast of Oregon

on Tuesday, brought a heavy rain and

strong winds. The storm, which hit the

coast of Oregon on Tuesday, brought a

heavy rain and strong winds. The storm,

which hit the coast of Oregon on Tuesday,

brought a heavy rain and strong winds.

The storm, which hit the coast of Oregon

on Tuesday, brought a heavy rain and

strong winds. The storm, which hit the

coast of Oregon on Tuesday, brought a

heavy rain and strong winds. The storm,

which hit the coast of Oregon on Tuesday,

brought a heavy rain and strong winds.

■ **UTILITY HELP**

■ **BEALE AFB**

■ **BEALE AFB**

■ **BEALE AFB**

■ **BEALE AFB**

■ **BEALE AFB**

■ **BEALE AFB**

■ **BEALE AFB**

■ **BEALE AFB**

■ **BEALE AFB**

■ **BEALE AFB**

■ **BEALE AFB**

■ **BEALE AFB**

■ **BEALE AFB**

■ **BEALE AFB**

■ **BEALE AFB**

■ **BEALE AFB**

■ **BEALE AFB**

■ **BEALE AFB**

■ **BEALE AFB**

■ **BEALE AFB**

■ **BEALE AFB**

■ **BEALE AFB**

■ **BEALE AFB**

■ **BEALE AFB**

■ **BEALE AFB**

■ **BEALE AFB**

■ **BEALE AFB**

■ **BEALE AFB**

■ **BEALE AFB**

■ **BEALE AFB**

■ **BEALE AFB**

■ **BEALE AFB**



Three men freed after tree flattens their pickup truck

By JEFFREY

Portland, Ore.

A surprise storm packing 70 mph gusts

downed trees and damaged property

in the coastal town of Beale Air Force

Base on Tuesday.

The storm, which hit the coast of Oregon

on Tuesday, brought a heavy rain and

strong winds. The storm, which hit the

coast of Oregon on Tuesday, brought a

heavy rain and strong winds. The storm,

which hit the coast of Oregon on Tuesday,

brought a heavy rain and strong winds.

The storm, which hit the coast of Oregon

on Tuesday, brought a heavy rain and

strong winds. The storm, which hit the

coast of Oregon on Tuesday, brought a

heavy rain and strong winds. The storm,

which hit the coast of Oregon on Tuesday,

brought a heavy rain and strong winds.

The storm, which hit the coast of Oregon

on Tuesday, brought a heavy rain and

strong winds. The storm, which hit the

coast of Oregon on Tuesday, brought a

heavy rain and strong winds. The storm,

which hit the coast of Oregon on Tuesday,

brought a heavy rain and strong winds.

The storm, which hit the coast of Oregon

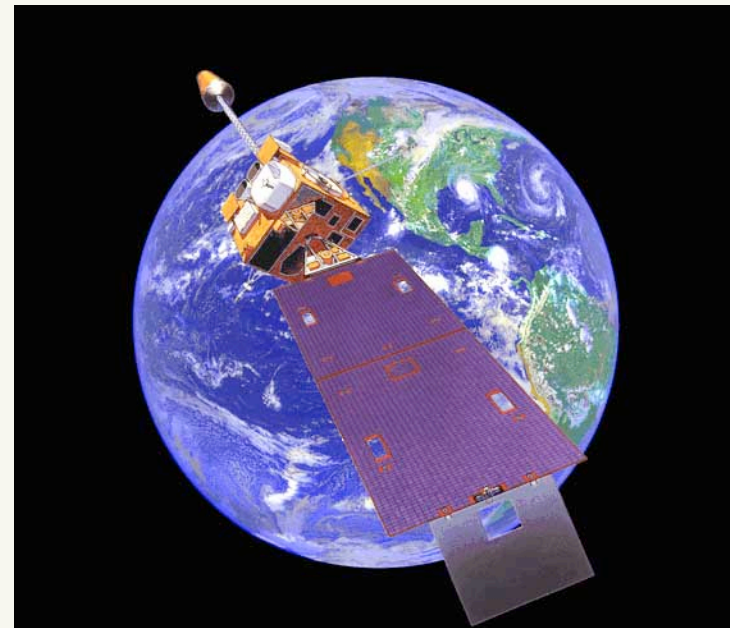


fcfm
 Ingeniería Civil
 FACULTAD DE CIENCIAS
 FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
 UNIVERSIDAD DE CHILE

Ingeniería Civil
 FACULTAD DE CIENCIAS
 FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
 UNIVERSIDAD DE CHILE

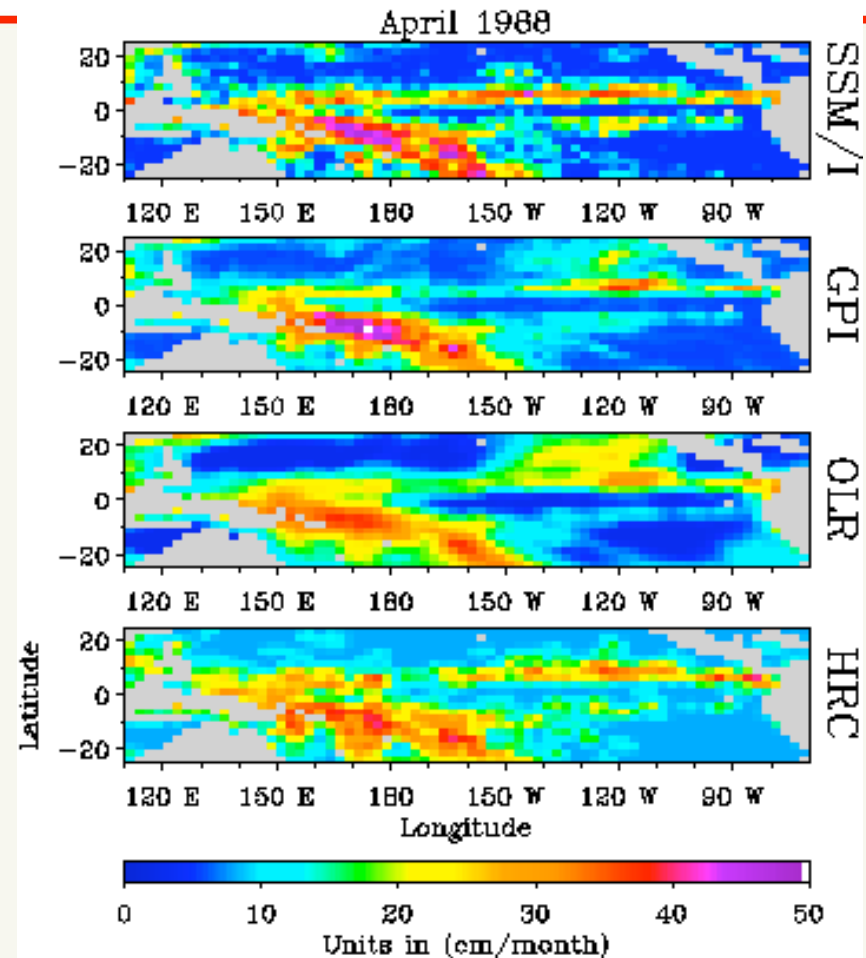
Otras plataformas

- Satelites
 - Geoestacionarios (VIS/IR)
 - Orbita polar (Microondas)



Satelites

- Permiten estimaciones de precipitación sobre áreas extensas
- Grandes incertidumbres en la estimación debido a naturaleza del algoritmo de estimación



Contenidos

- Definiciones
- Origen
- Medición de datos pluviométricos
- Estimación de datos faltantes
- Presentación y análisis de datos

Estimación de datos faltantes

1. Módulo Pluviométrico o Precipitación

Normal Anual de la estación i , N_i : promedio aritmético durante un cierto período de años (usualmente 30) de las precipitaciones anuales registradas en una estación (Para precipitaciones en períodos mayores a 1 día)

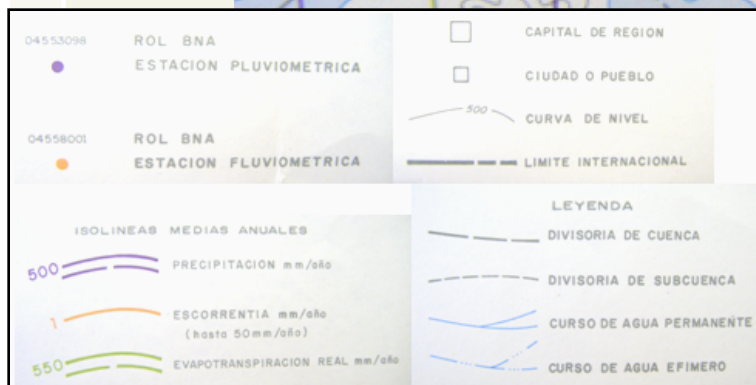
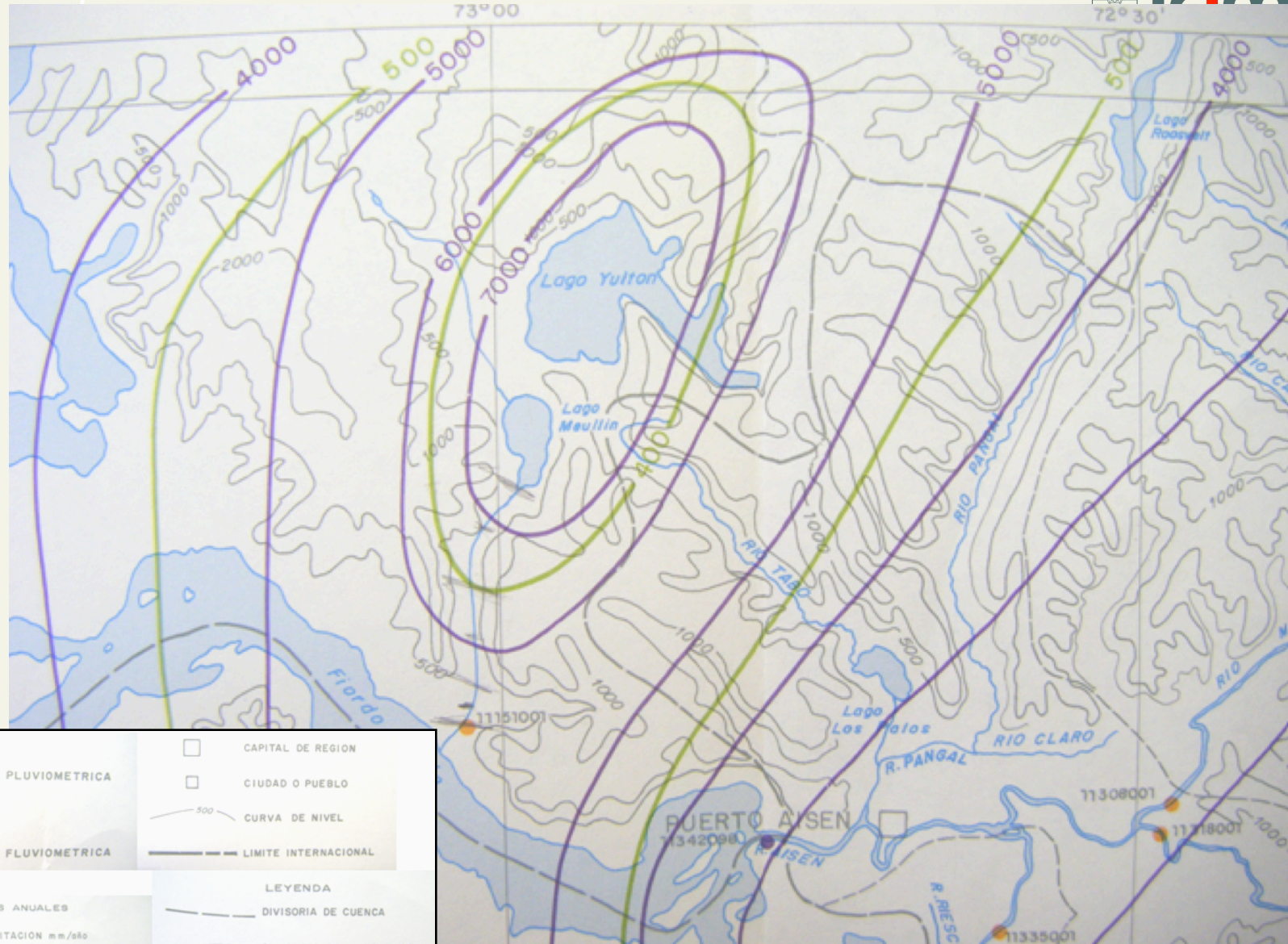
$$\text{si } \frac{N_x - N_i}{N_i} \leq 0.1 \rightarrow P_x = \frac{1}{3} (P_A + P_B + P_C)$$

Estimación de datos faltantes

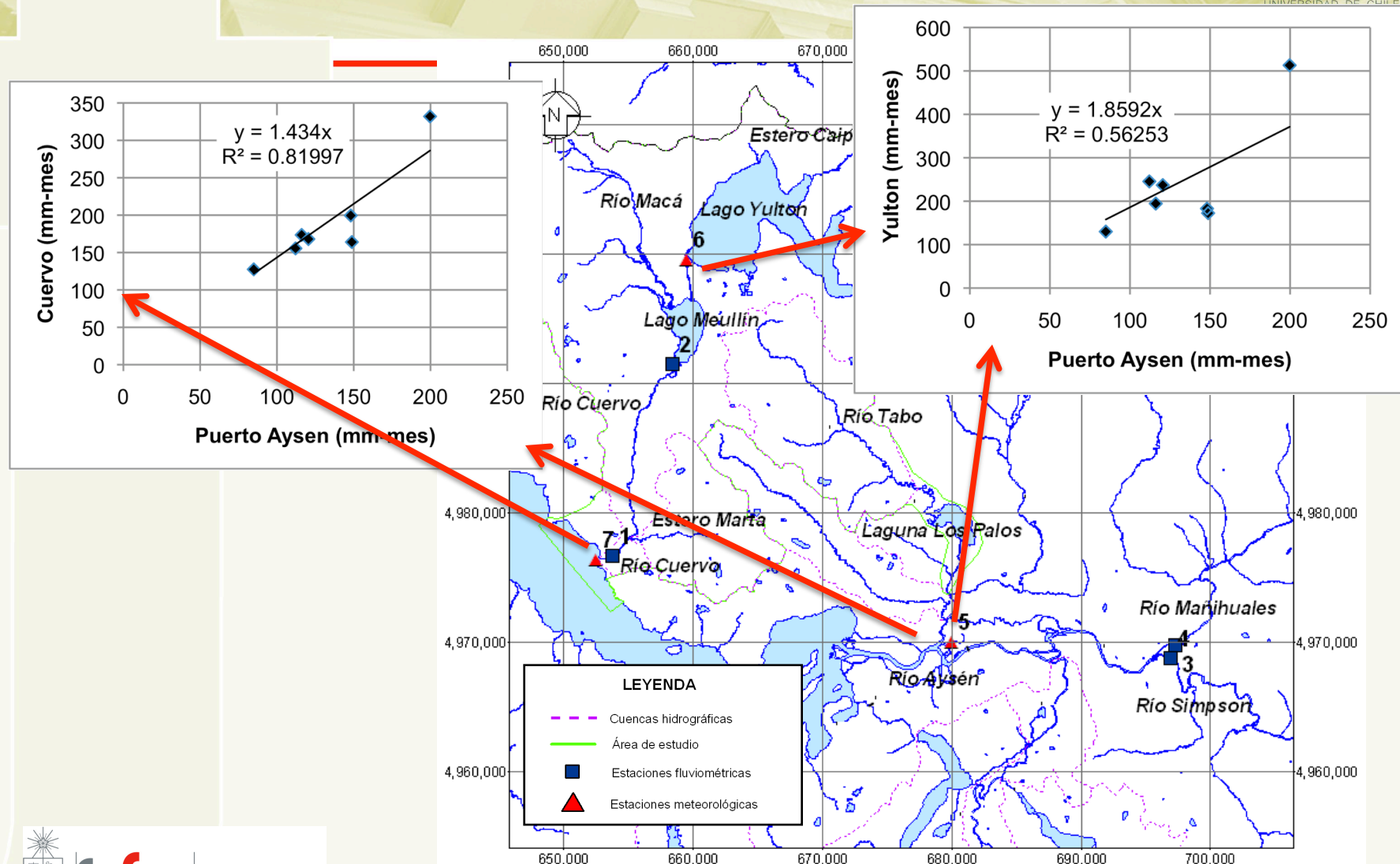
$$\text{si } \frac{N_x - N_i}{N_i} > 0.1 \rightarrow P_x = \frac{1}{3} \left(\frac{N_x}{N_A} P_A + \frac{N_x}{N_B} P_B + \frac{N_x}{N_C} P_C \right)$$

2. Interpolación en mapa de isoyetas
3. Correlación con información registrada en estaciones vecinas

2. Interpolación en mapa de isoyetas



3. Correlación con información registrada en estaciones vecinas



Factores fisiográficos

- Precipitación aumenta con la altura

$$P = Kz + K'$$

- Distancia a fuentes de humedad

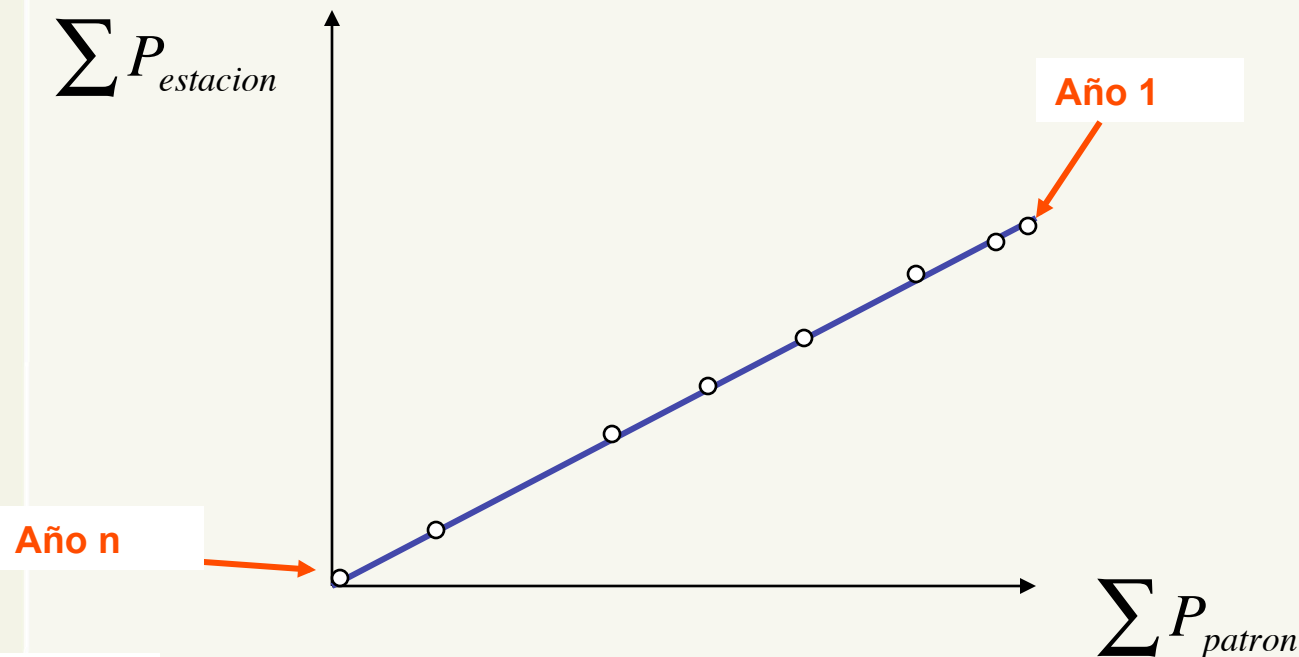
$$P = \lambda e^{-\mu D^2}$$

Verificación de consistencia

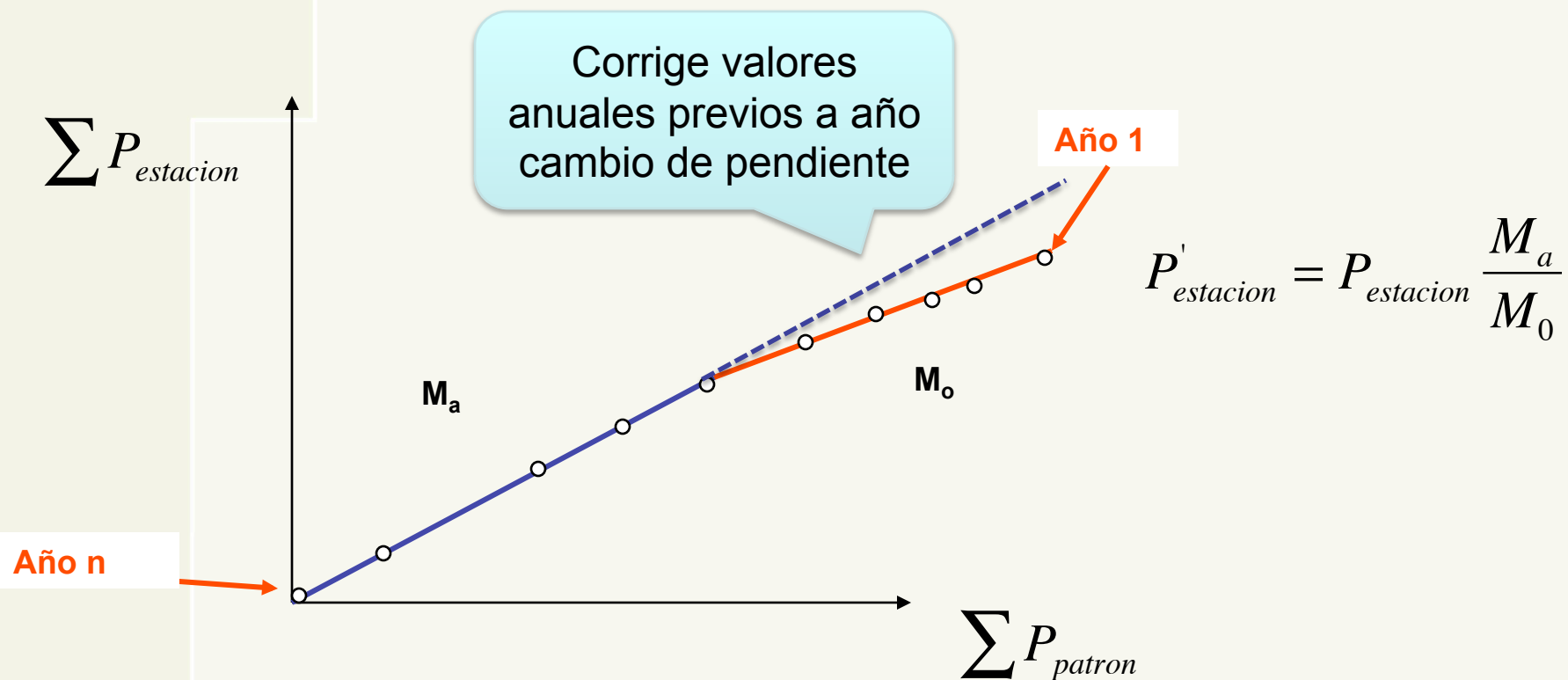
- Es necesario detectar cambios en el proceso de obtención de la información en una estación a lo largo del tiempo
 - Cambios exposición y ubicación instrumento
 - Modificaciones técnica de medición
 - Errores instrumentales y de lectura
- Método: curvas doble acumuladas

Curvas doble acumuladas

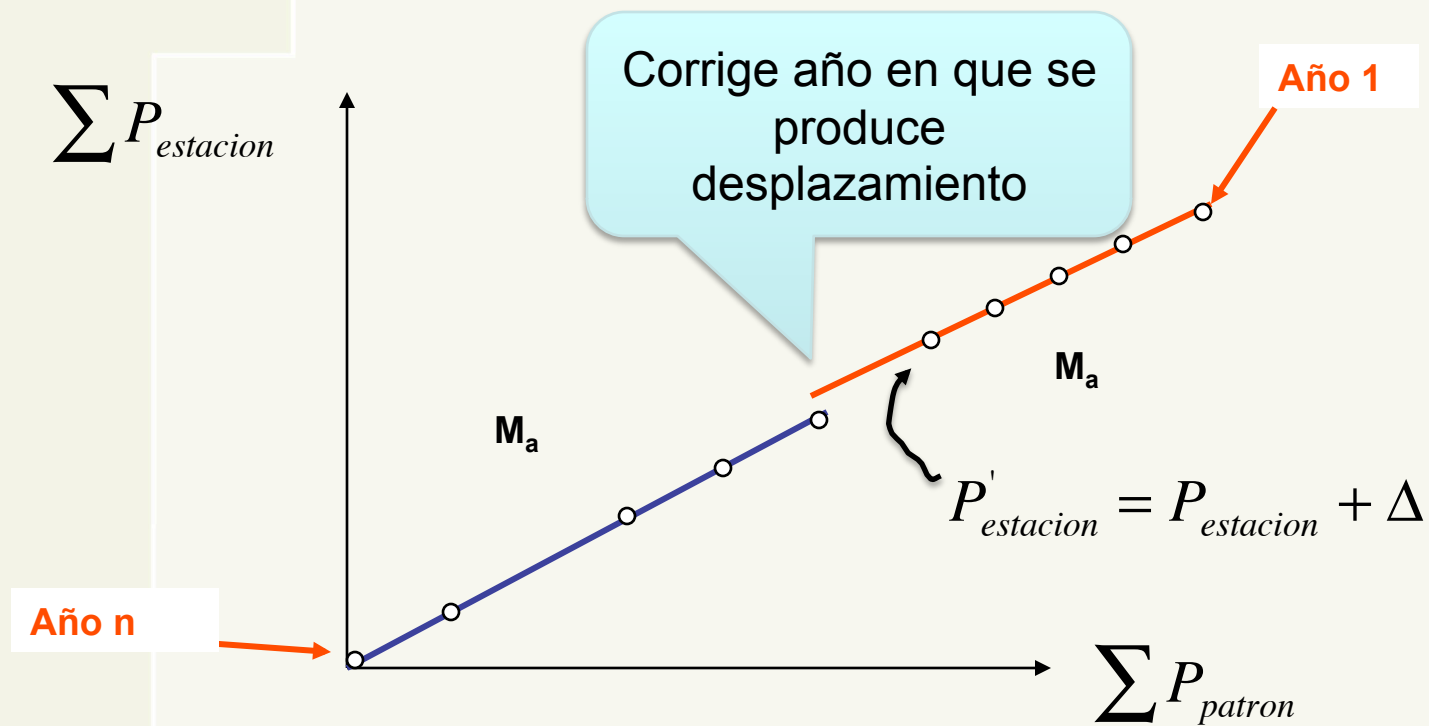
- Objetivo: verificar que cambios de tendencias en el tiempo sólo se deben a causas hidrometeorológicas y no a la manera en que se hacen las observaciones.



CDA: cambios en pendiente

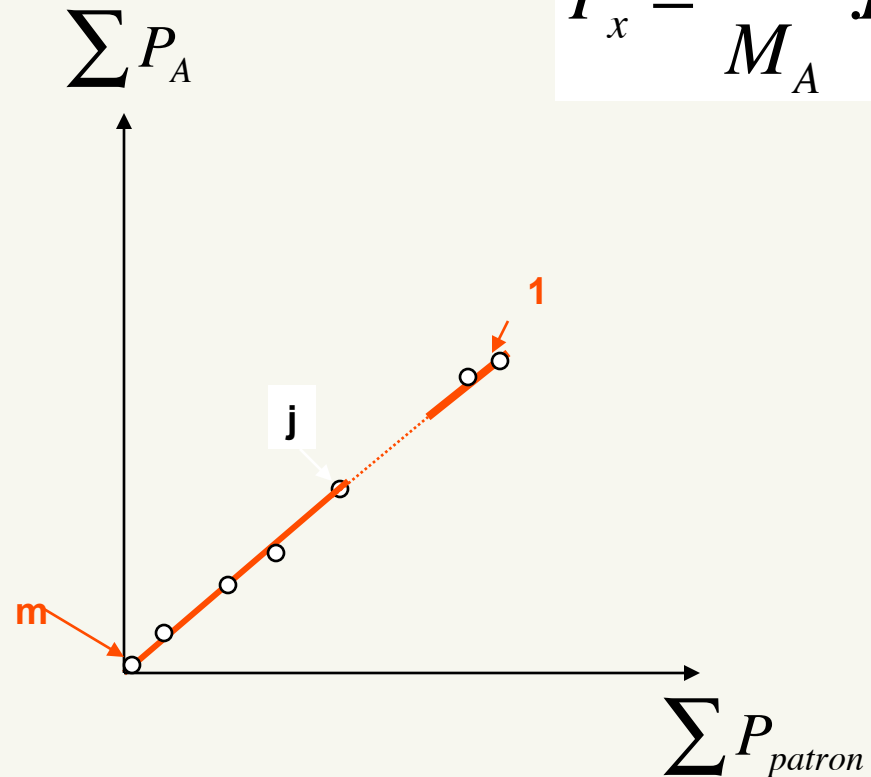
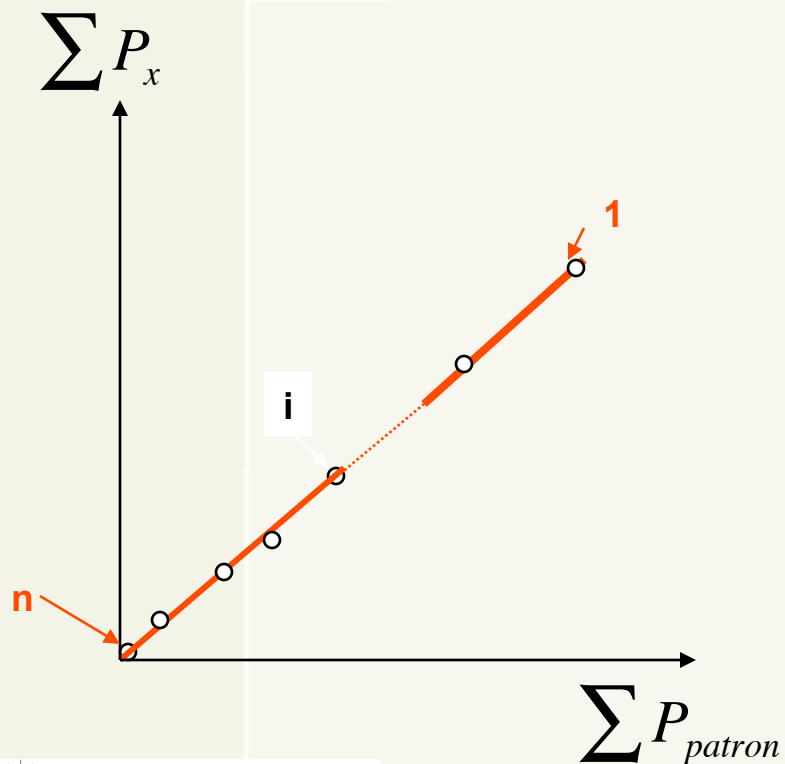


CDA: desplazamiento



CDA: extensión de estadísticas

$$P_x = \frac{M_x}{M_A} P_A$$

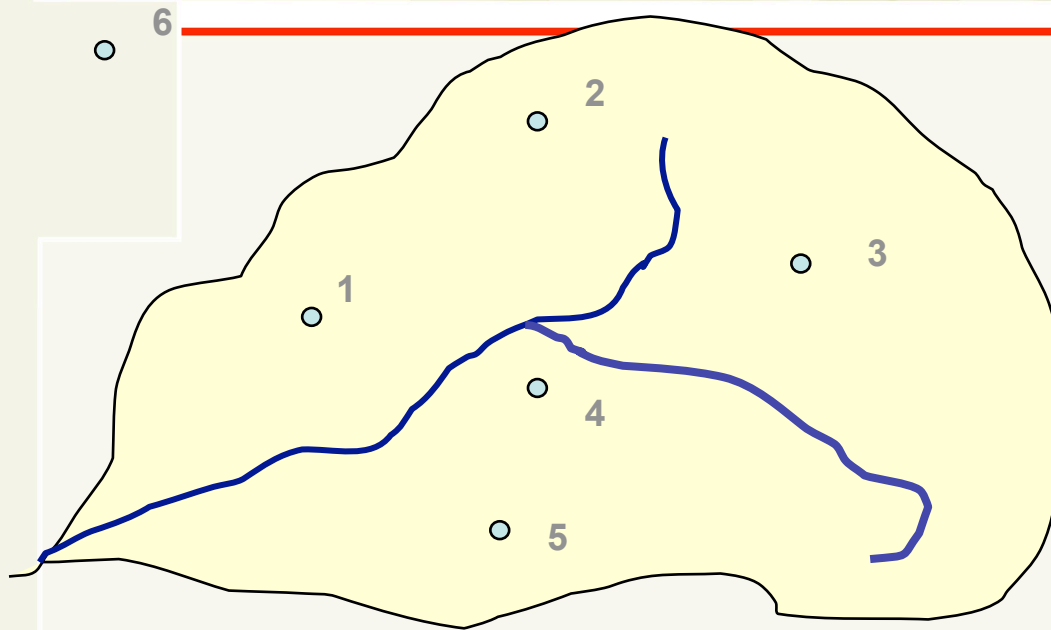


CDA: importante

- Al analizar la consistencia de las estaciones que conforman el patrón, éstas no deben presentar cambios de tendencia
- Si ello ocurre, se corrigen, y si siguen siendo inconsistentes deben eliminarse del patrón.

Precipitación media sobre una cuenca

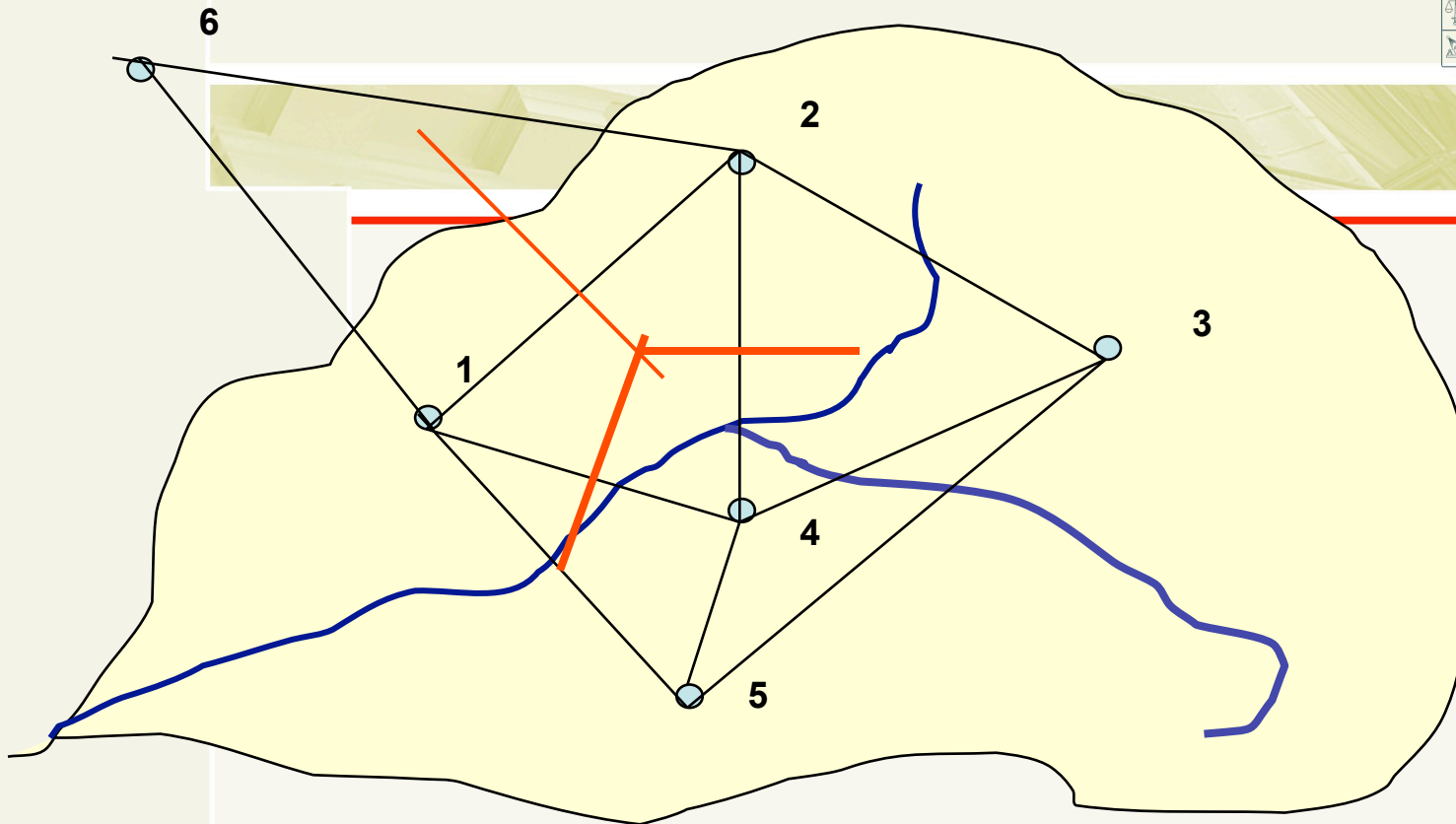
- Promedio aritmético simple
 - Si estaciones uniformemente distribuidas
- Polígonos de Thiessen
 - Si estaciones no uniformemente distribuidas
 - Si efectos orográficos no importantes
- Mapa de Isoyetas
 - Si efectos orográficos importantes



$$\bar{P} = \frac{1}{N} \sum P_i$$

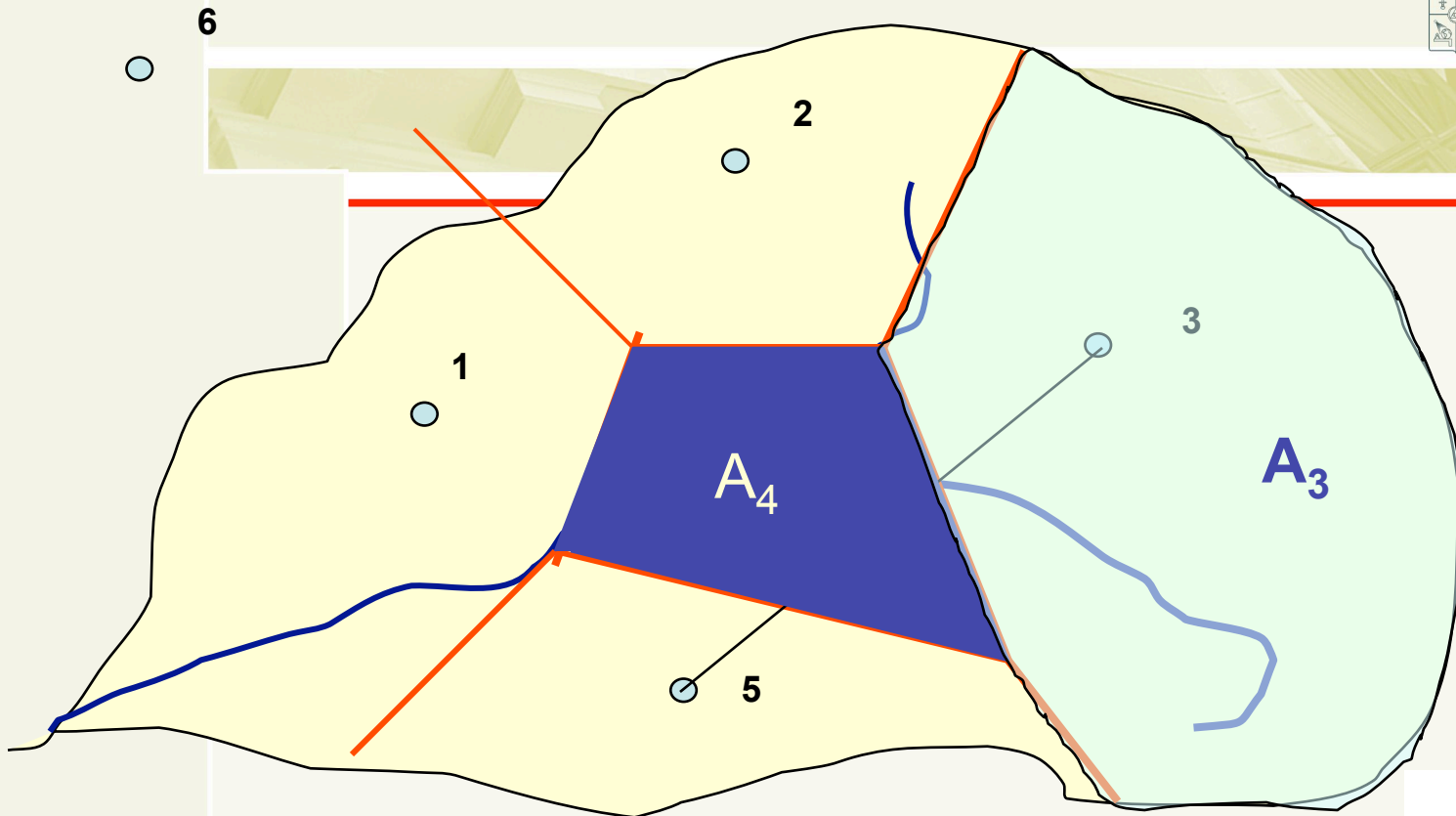
Promedio aritmético

Confiable cuando existen suficientes
estaciones



Polígonos de Thiessen

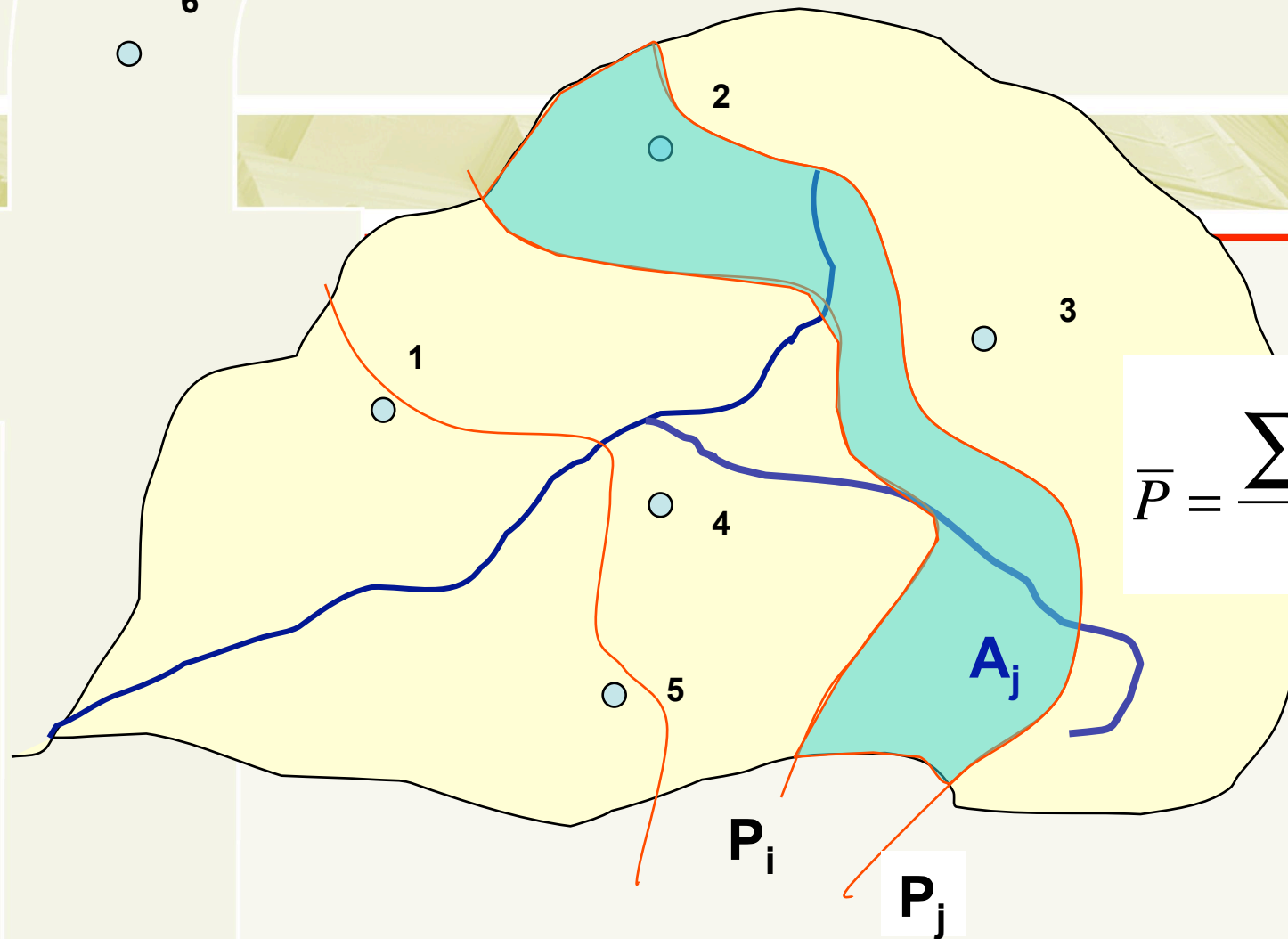
Asigna sub-areas representativas de acuerdo a
triangulación de *Delaunay*



Polígonos de Thiessen

Resultado final no depende de criterio de la persona
que hace el análisis

$$\bar{P} = \frac{\sum P_i A_i}{\sum A_i}$$



$$\bar{P} = \frac{\sum A_j (P_i + P_j) / 2}{\sum A_i}$$

Método de Isoyetas

- Interpolación entre estaciones
- Manual o automática

Contenidos

- Definiciones
- Origen
- Medición de datos pluviométricos
- Estimación de datos faltantes
- **Presentación y análisis de datos**