



fcfm

FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

CI41C HIDROLOGÍA

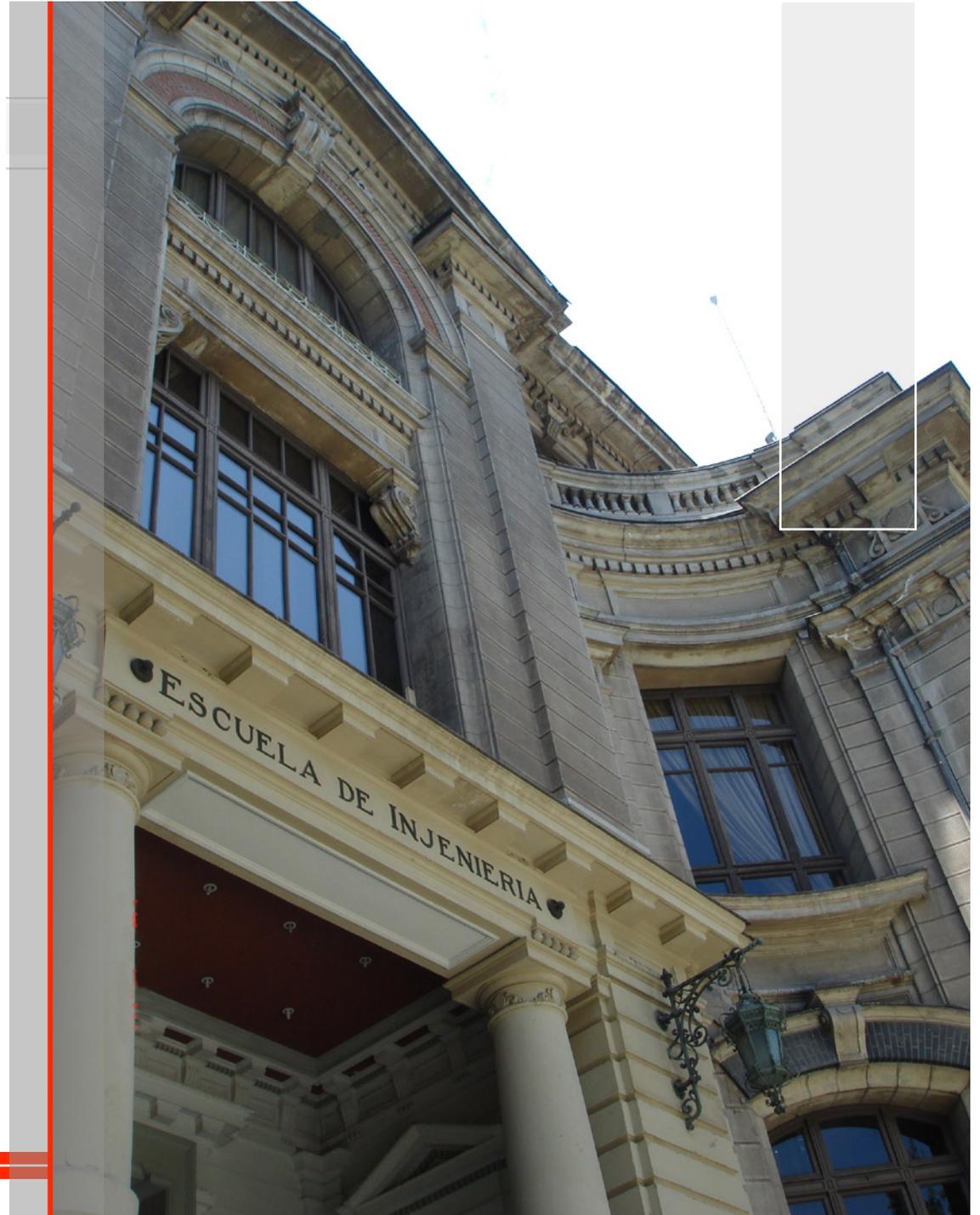
CLASE 3

fcfm



fcfm

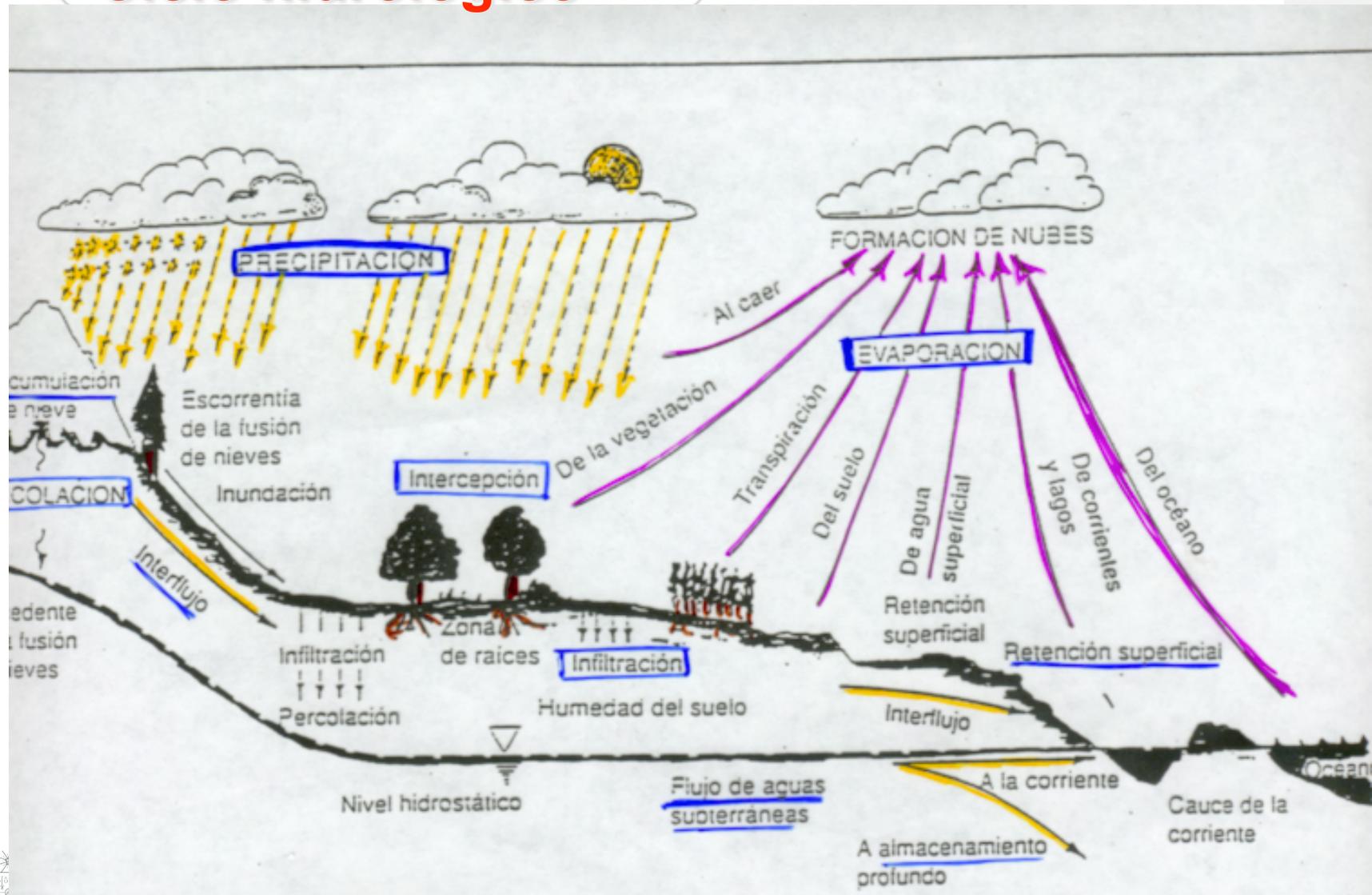
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE



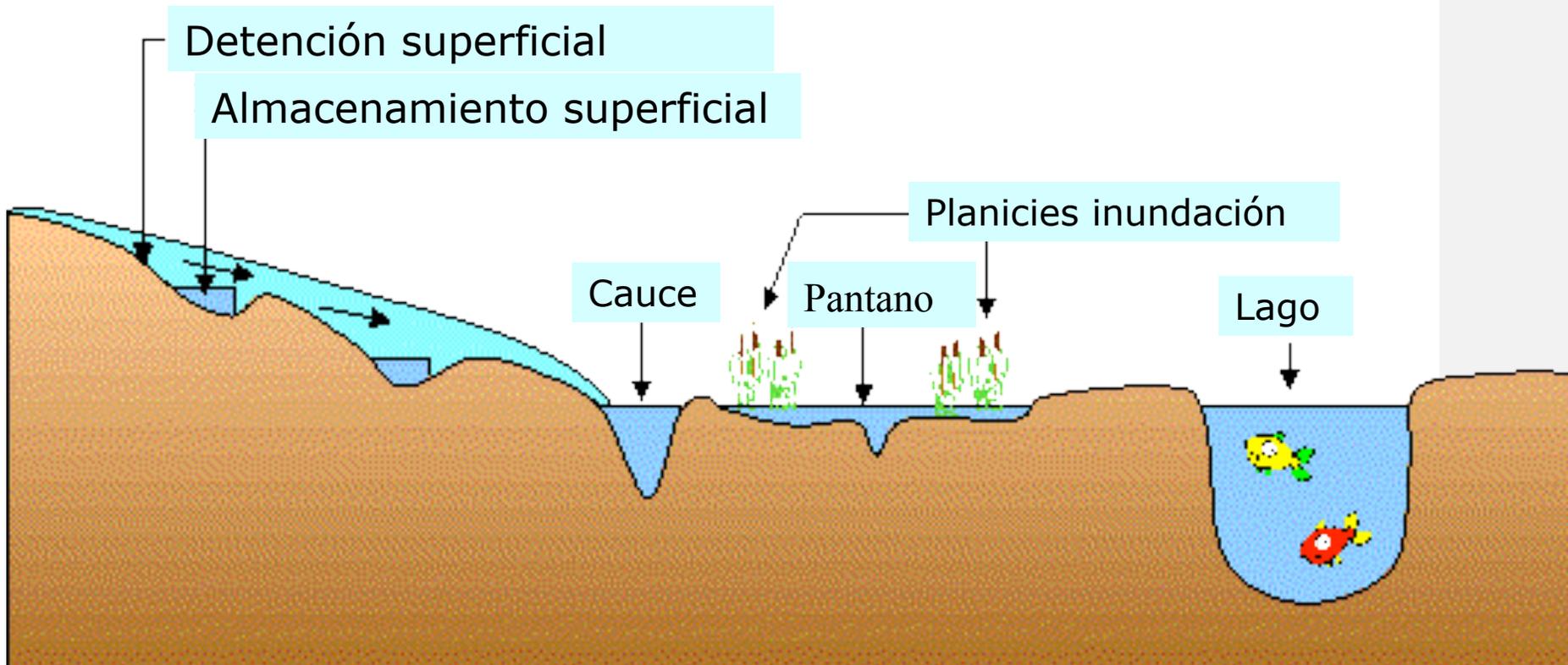
Agenda

- Ciclo Hidrológico
(Continuación)
- Ciclo de Escorrentía
- Disponibilidad de Agua
- Cuenca
- Tiempo de Concentración

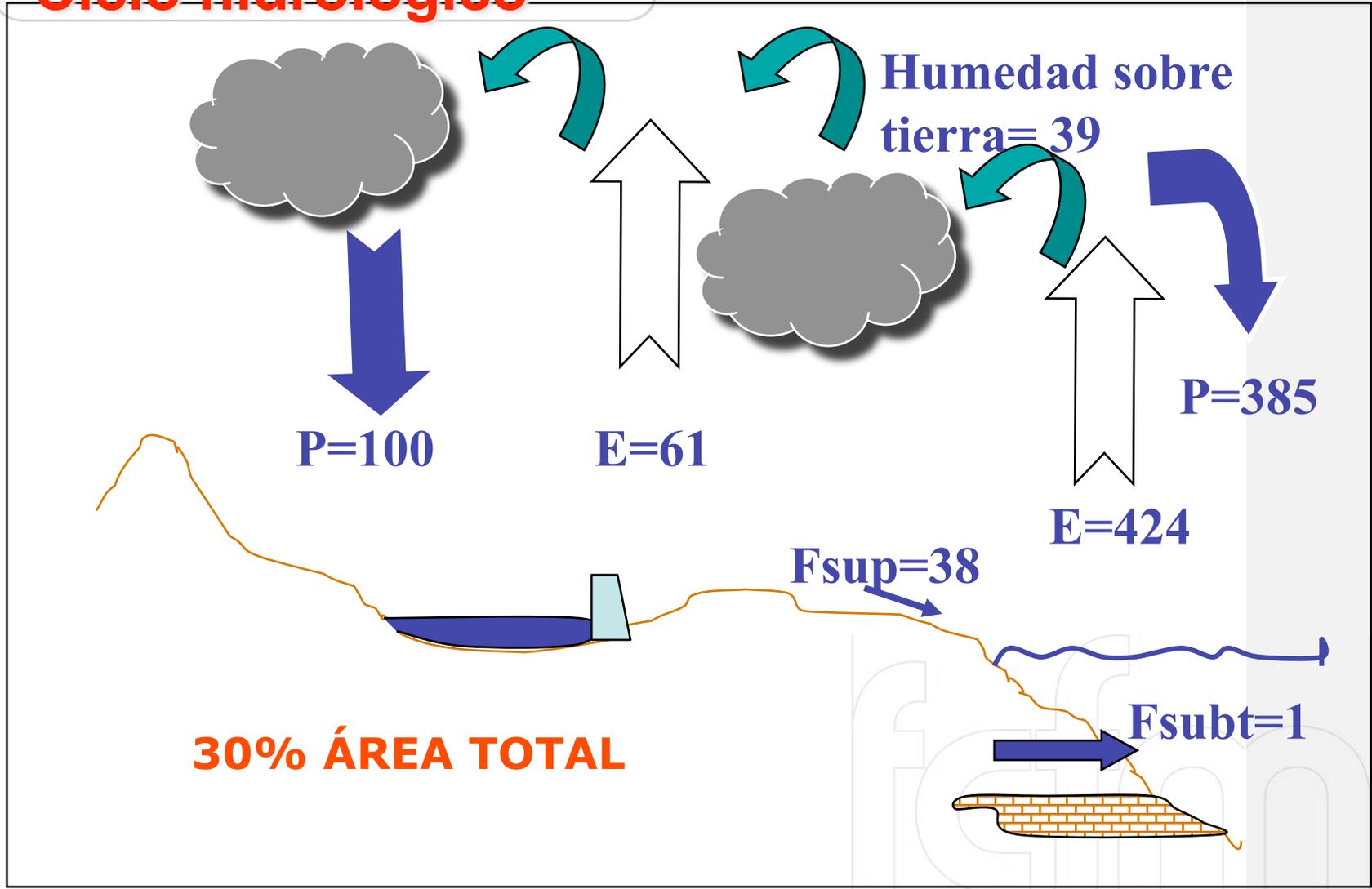
Ciclo hidrológico



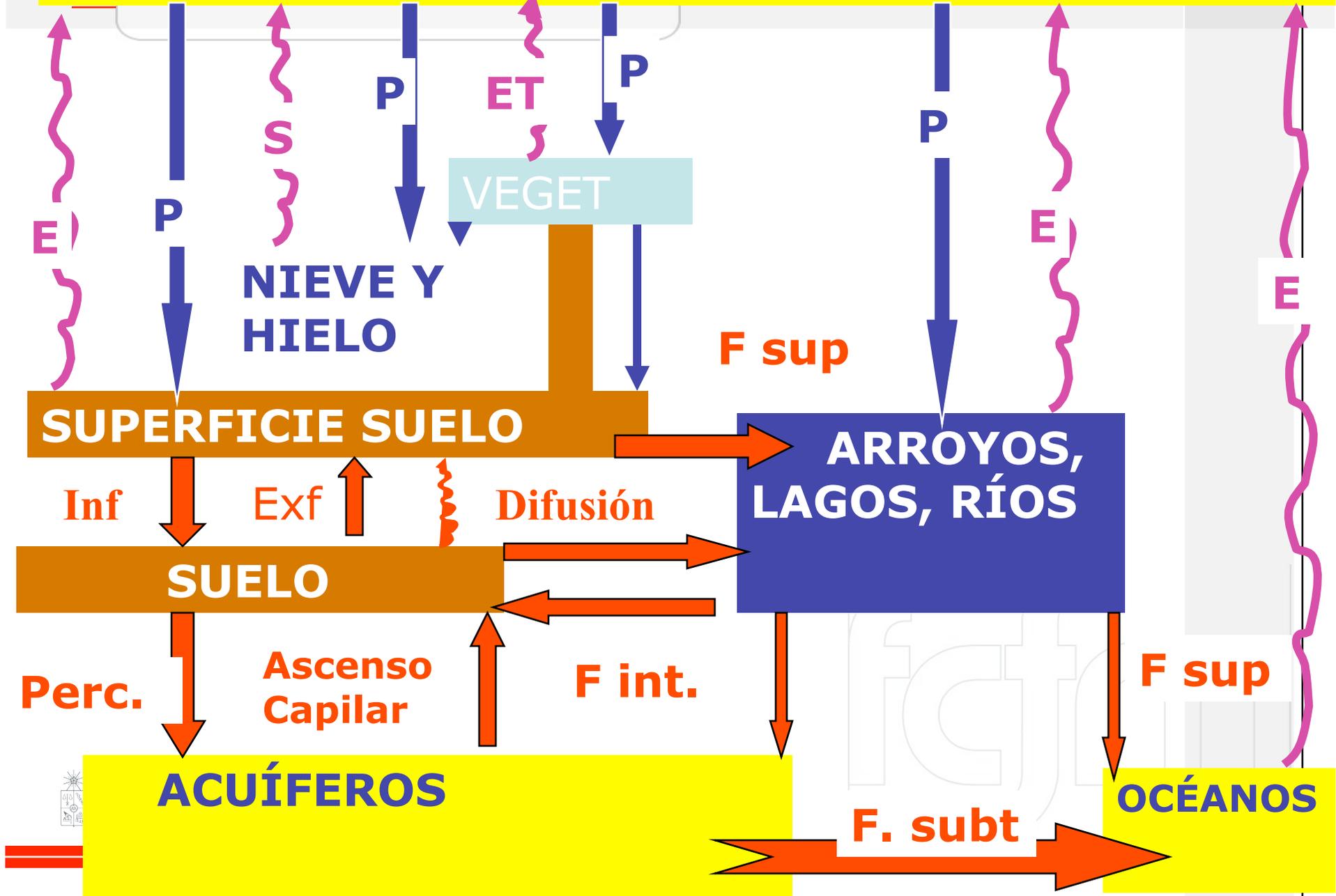
Ciclo hidrológico

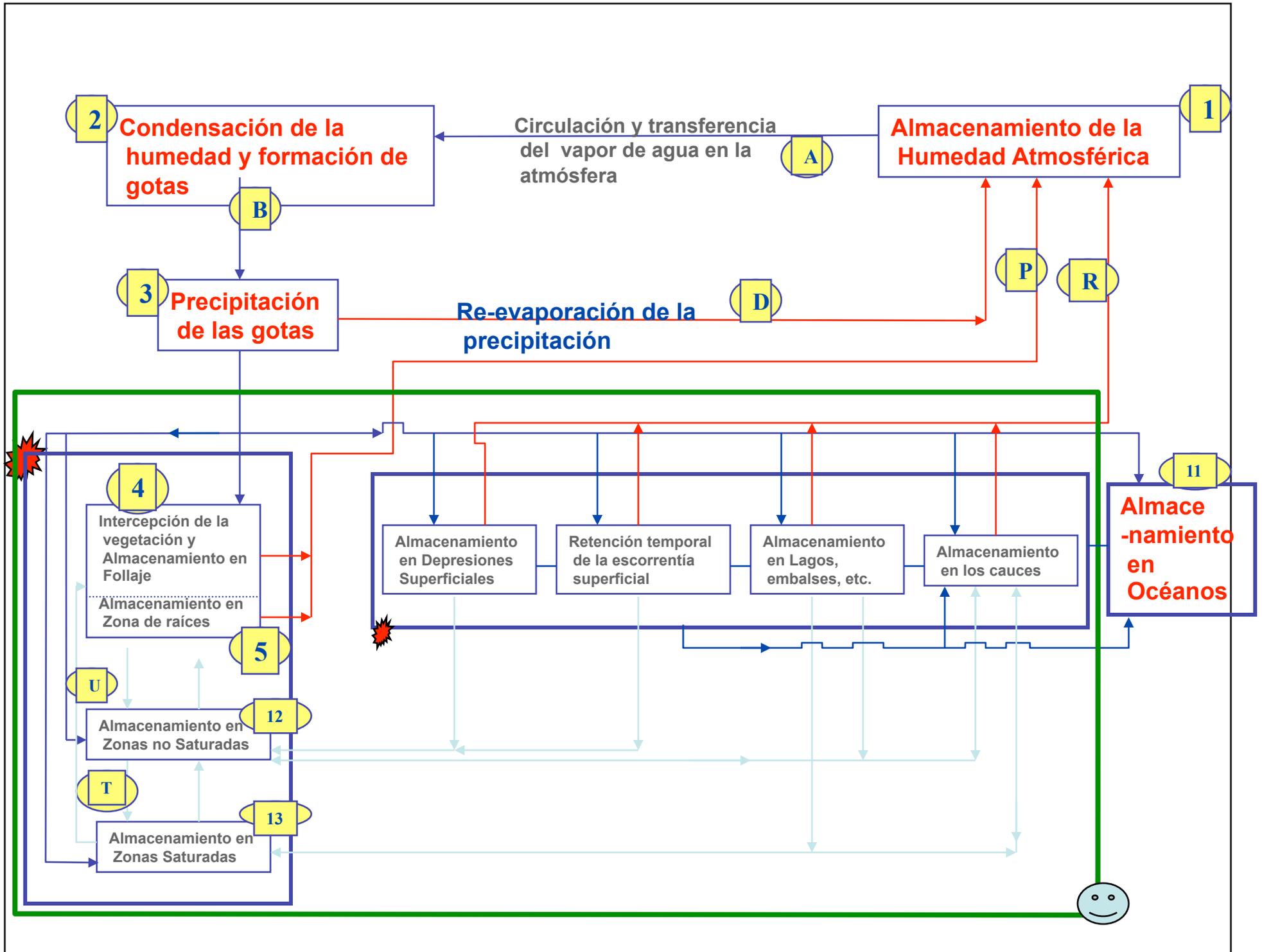


Ciclo hidrológico



ATMÓSFERA: AGUA COMO VAPOR, SÓLIDA O LÍQUIDA





C: Flujo de Pp hacia vegetación

E: Flujo de Pp a zonas no saturadas

F: Flujo de Pp a zonas saturadas y embalse subterráneo

P: Evaporación desde el follaje y evapotranspiración

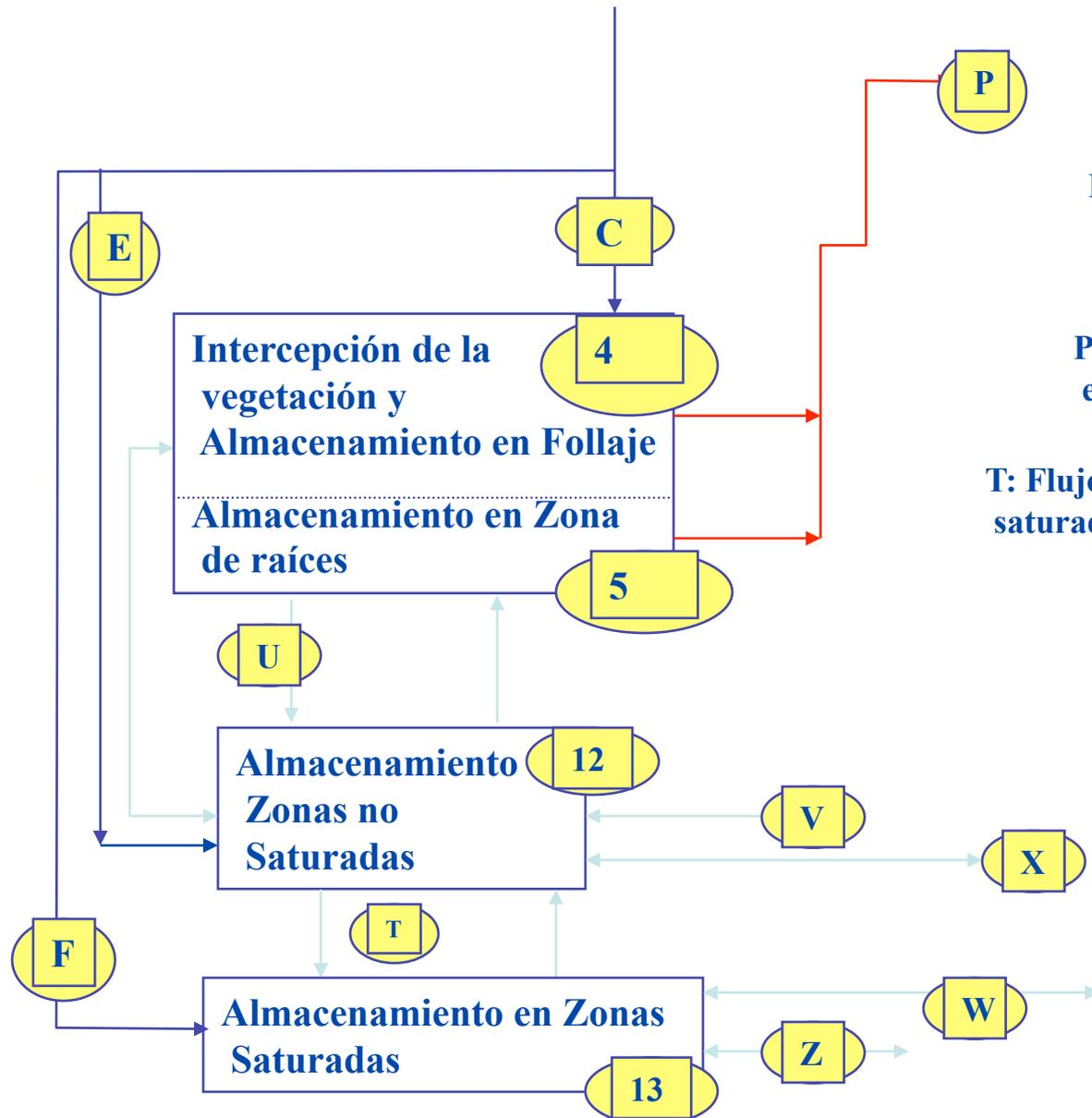
T: Flujo de agua entre Zona No saturada y saturada

U: Flujo de agua entre Zona de raíces y zona no saturada

V: Infiltración desde escorrentía superficial

W, X: Infiltración desde lagos

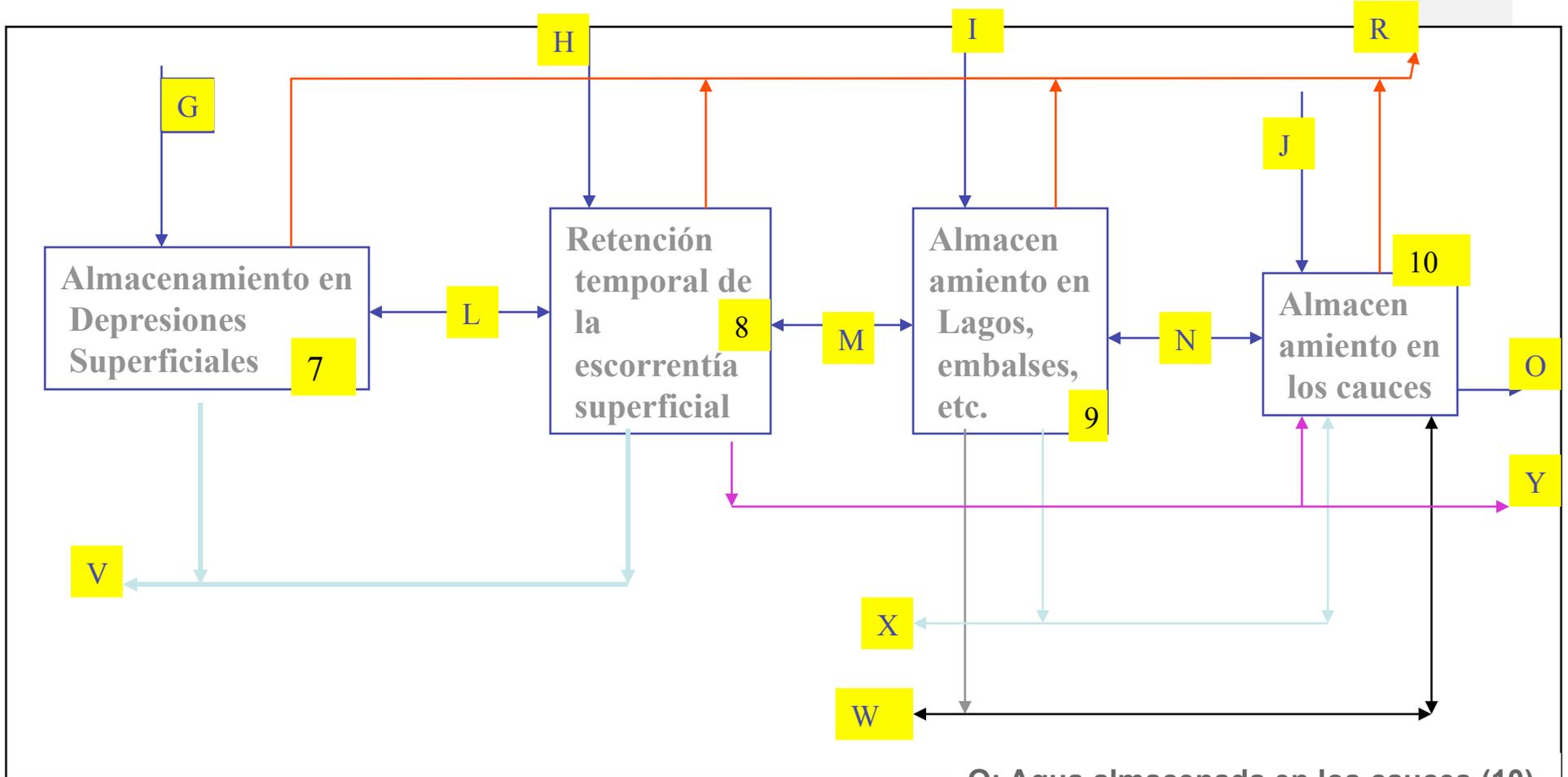
Z: Intercambio con el Océano



G, H, I, J: Flujo de Pp a elementos de almacenamiento

L, M, V, Y: Agua almacenada temporalmente como escorrentía superficial (8) puede escurrir hacia depresiones superficiales, lagos, zonas no saturadas, cauces u océanos

L, V: Agua almacenada en Depresiones Superficiales (7) puede incorporarse a escorrentía superficial o zonas no saturadas



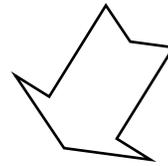
X, W: Agua almacenada en Lagos (9) y cauces (10) puede incorporarse a Zonas No saturadas o saturadas

O: Agua almacenada en los cauces (10) puede incorporarse al Océano



Ciclo hidrológico

Abstracción: se considera sólo aquellos elementos del ciclo que son posibles de cuantificar



CICLO DE ESCORRENTÍA



— CICLO DE ESCORRENTÍA

SISTEMA: Estructura, mecanismo, esquema o procedimiento (real o abstracto) que relaciona en el tiempo y espacio, una causa entrada o estímulo de materia, energía o información, con un efecto salida, o respuesta de información, energía o materia.

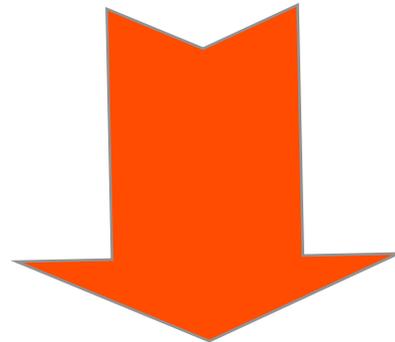
Se elige subsistema a estudiar



CICLO DE ESCORRENTÍA



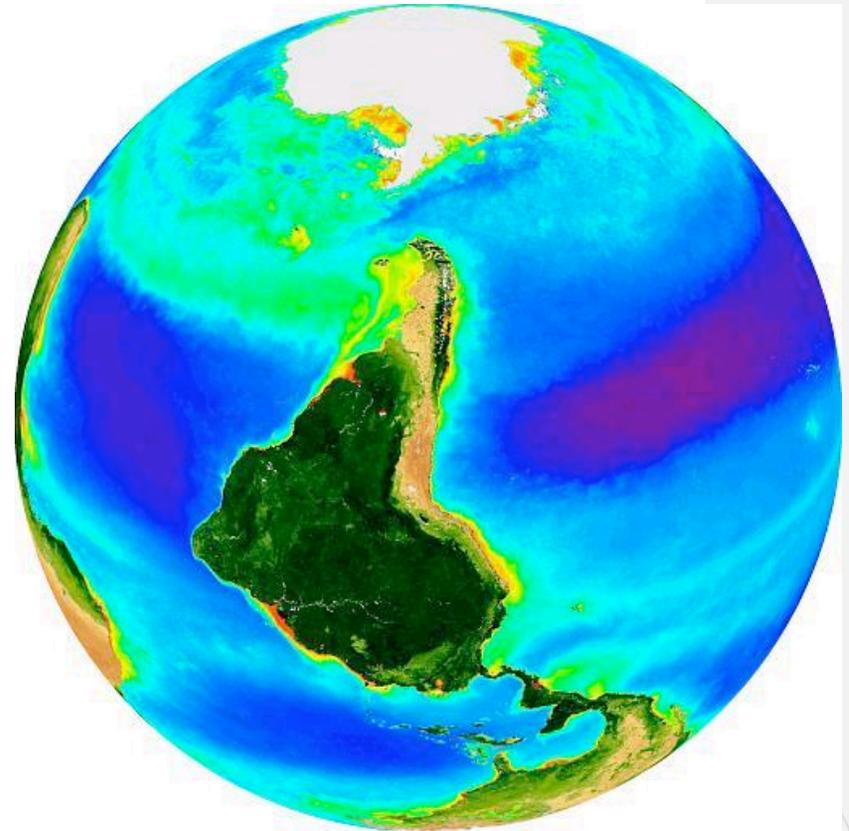
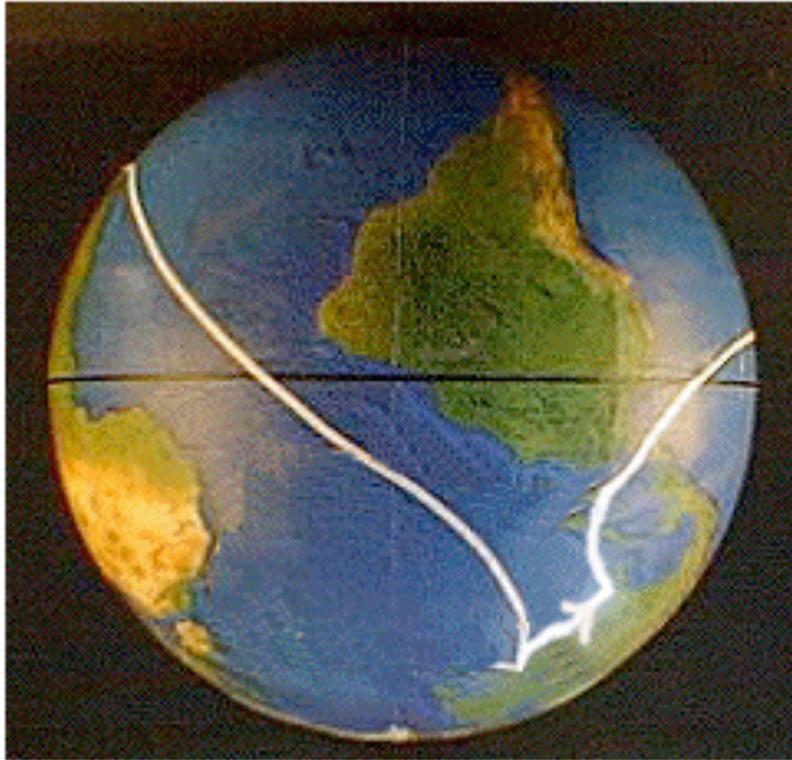
Análisis de Sistemas



Hidrología Física



DISPONIBILIDAD DE AGUA

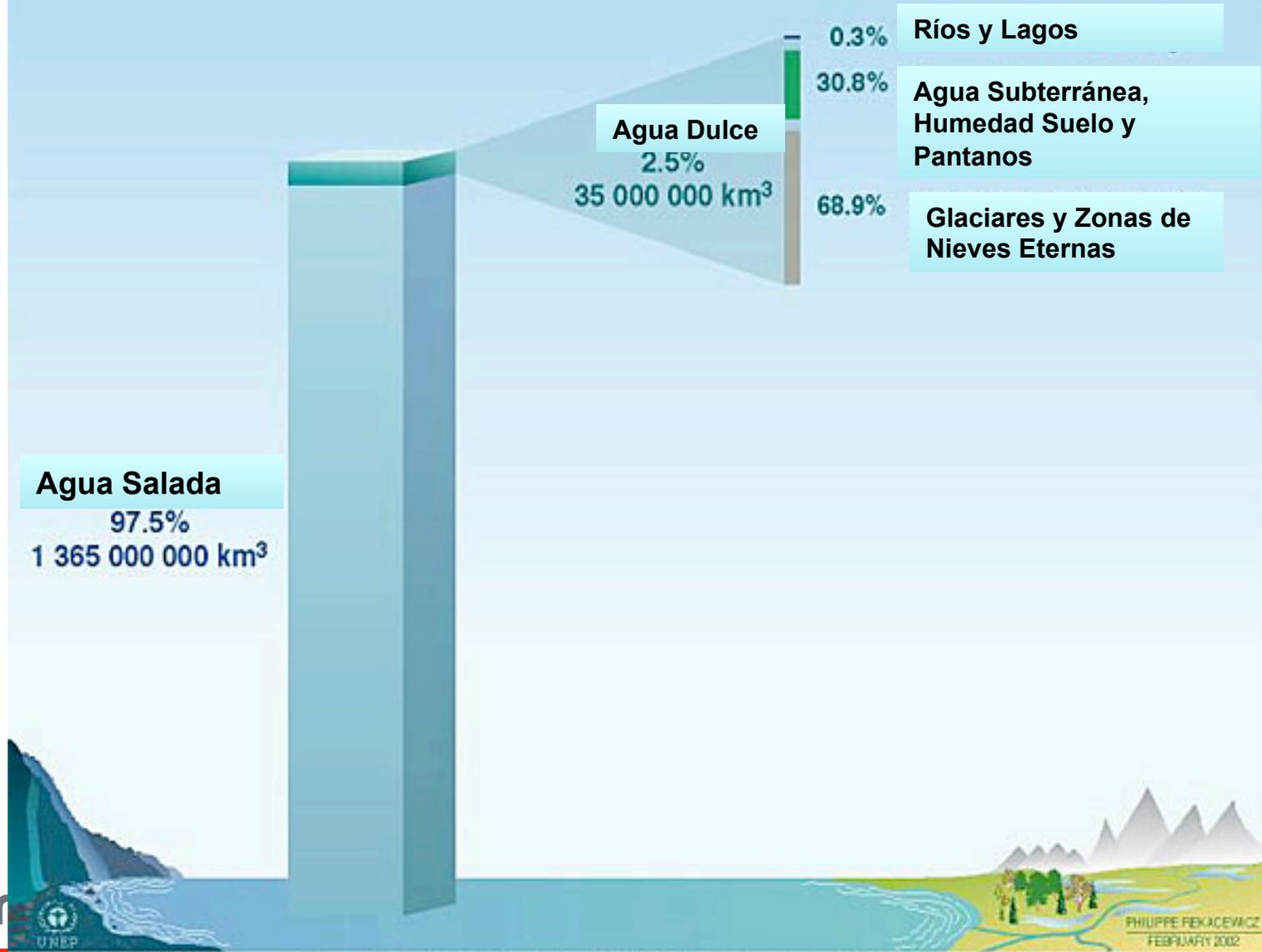


fcfm

FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

PLANETA ¿TIERRA?

UN PLANETA DE AGUA SALADA



fcfr



Source: Igor A. Shiklomanov, State Hydrological Institute (SHI, St. Petersburg) and United Nations Educational, Scientific and Cultural Organisation (UNESCO, Paris), 1999.

PHILIPPE REKACEWICZ
FEBRUARY 2002

Tiempo de Residencia

- El tiempo promedio que el agua permanece en un reservorio es:

$$\tau = V / Q$$

- τ (tau) es el tiempo de residencia, años
- V es el volumen en el reservorio, km^3
- Q es el flujo a través del reservorio, $\text{km}^3/\text{año}$

DISPONIBILIDAD DE AGUA

Agua en la Hidrósfera	Renovación
Océanos	2500 años
Agua Subterránea	1400 años
Hielo Polar	9700 años
Glaciares Cordilleranos	1600 años
Glaciares y Nieves eternas	10000 años
Lagos	17 años
Humedales	5 años
Humedad del suelo	1 año
Red de Canales	16 días
Humedad Atmosférica	8 días



fcfm

FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE



— DISPONIBILIDAD DE AGUA

Suponer recipiente vacío y ver cuanto demora en llenarse si flujo de entrada constante.

Suponer recipiente lleno, no hay flujo de entrada, ¿cuánto demora en vaciarse? ¿es igual al tiempo de llenado?

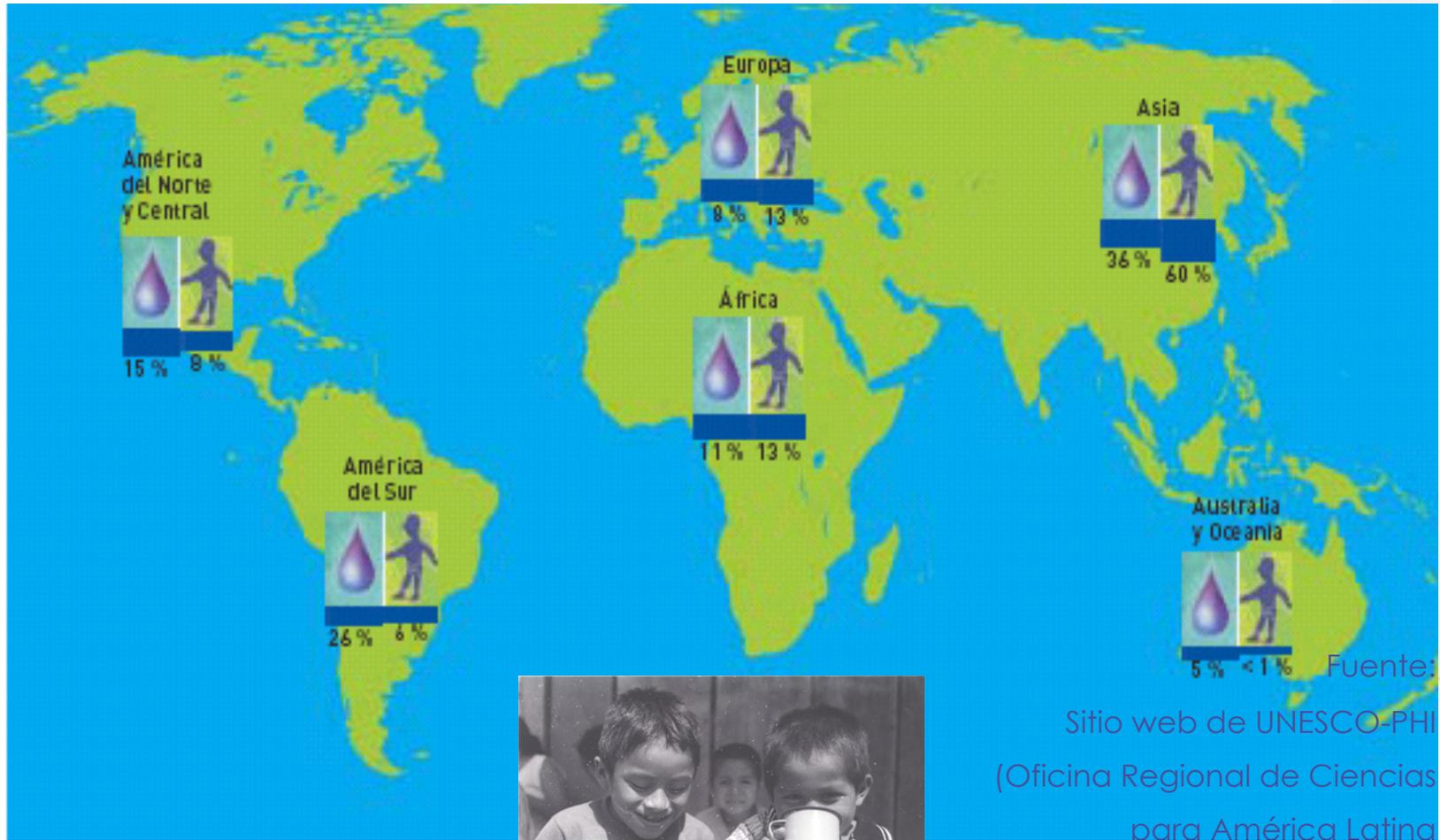
Si se agrega un flujo de entrada igual al flujo de salida y se agrega un trazador ¿Cuánto demora el trazador en salir?

— DISPONIBILIDAD DE AGUA

Continente	Area mln.km ²	Población mln.	Recursos hídricos km ³ /año			Agua Potencial Disponible	
			Promedio	Max	Min	per km ²	per capita
						1000 m ³ /año	
Europa	10.46	685	2900	3410	2254	277	4.23
América del Norte	24.3	453	7890	8917	6895	324	17.4
Africa	30.1	708	4050	5082	3073	134	5.72
Asia	43.5	3445	13510	15008	11800	311	3.92
América del Sur	17.9	315	12030	14350	10320	672	38.2
Australia y Oceanía	8.95	28.7	2404	2880	1891	269	83.7
El Mundo	135	5633	42785	44751	39775	317	7.60
Chile	0.76	14.0	354	515	266	466	25.3

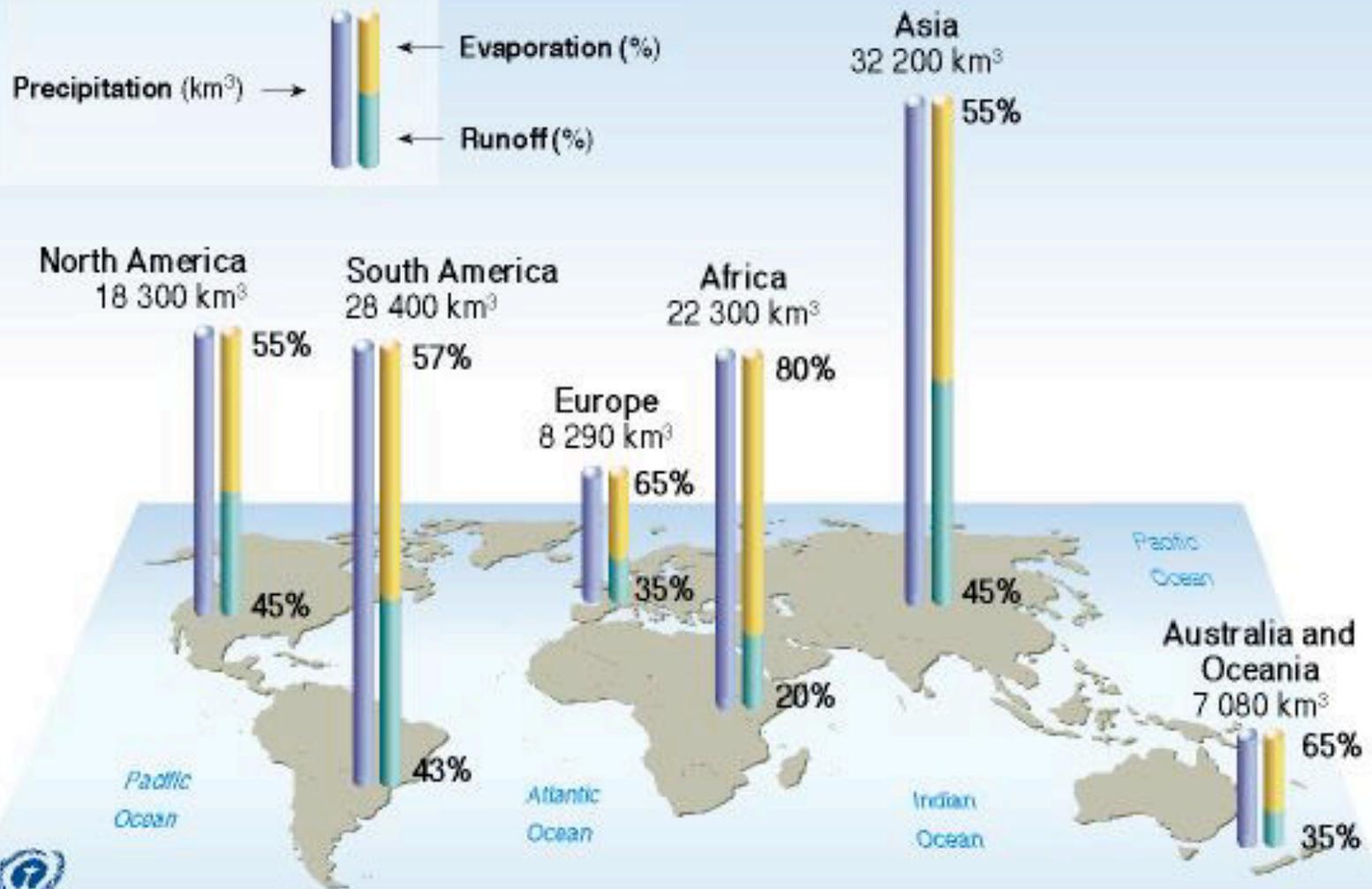
Relación entre la disponibilidad de agua y la población

DISPONIBILIDAD DE AGUA



The World's Surface Water

Precipitation, Evaporation and Runoff by Region

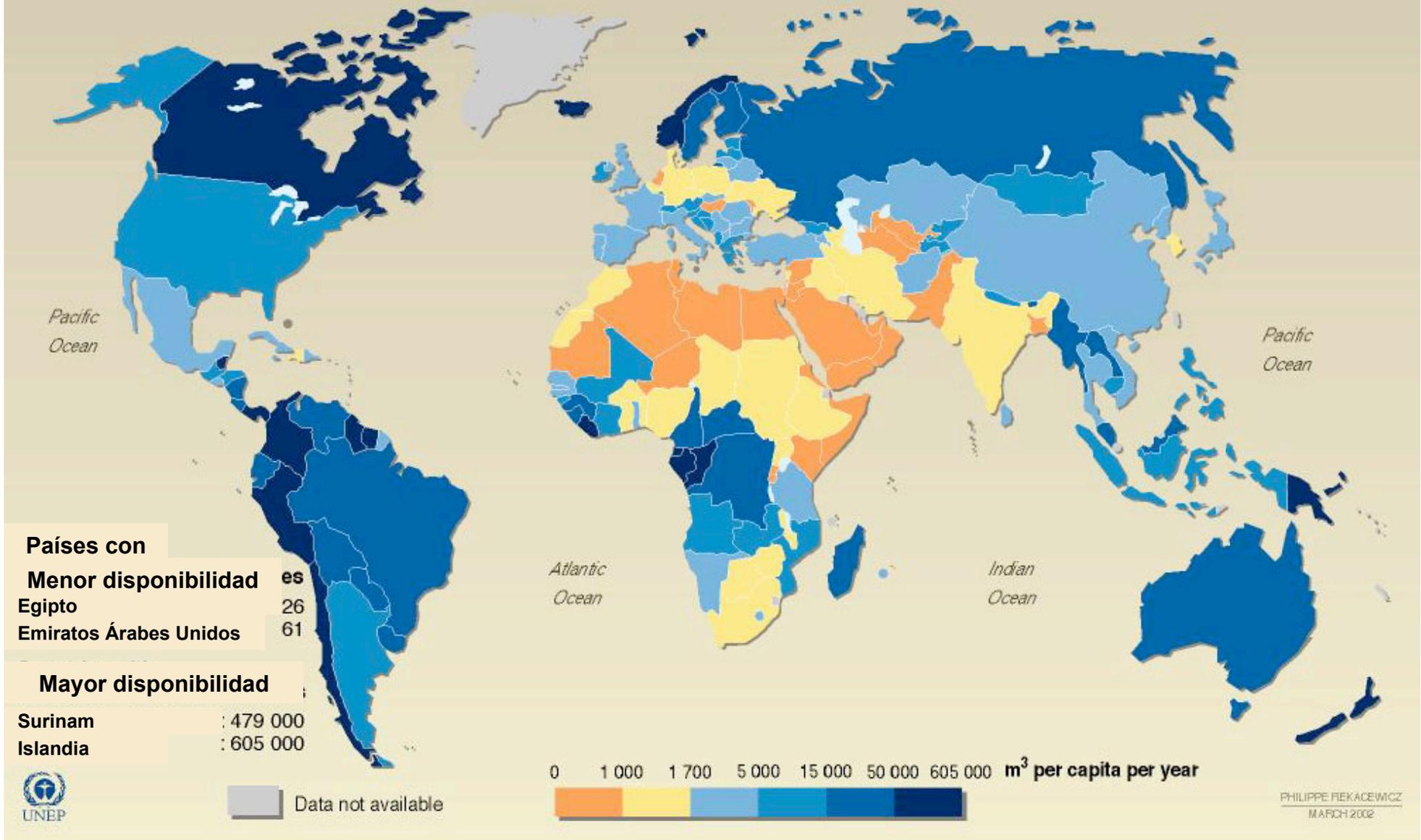


PHILIPPE REKACEWICZ, MARCH 2002

Source: Peter H. Gleick, *Water in Crisis*, New York Oxford University Press, 1993.

DISPONIBILIDAD DE AGUA DULCE (2000)

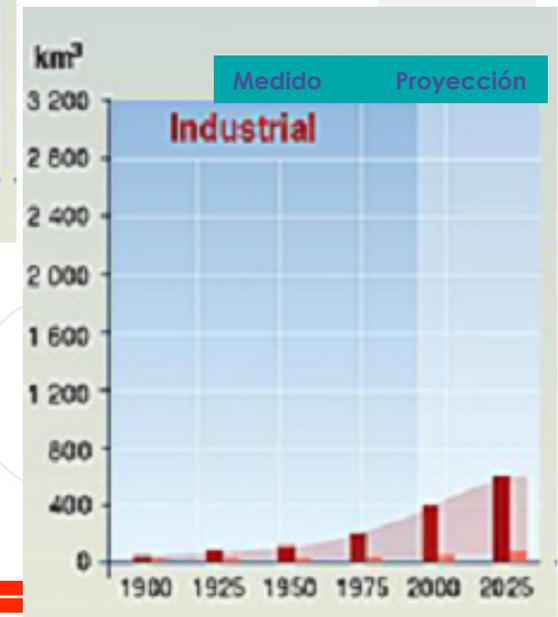
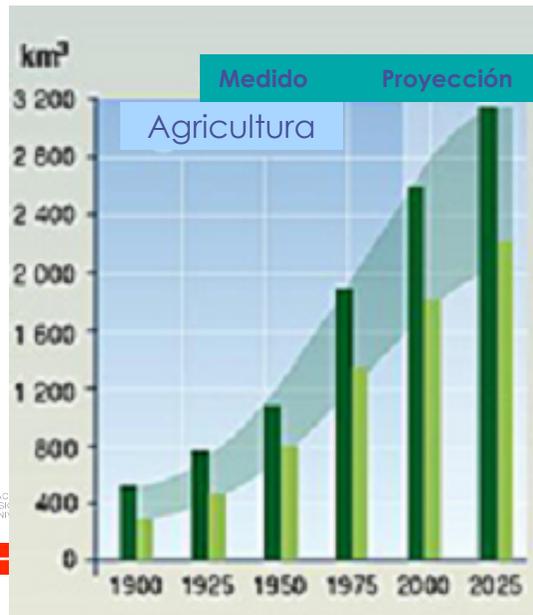
Promedio Anual Flujo en Ríos y Recarga Subterránea



Source: World Resources 2000-2001, People and Ecosystems: The Fraying Web of Life, World Resources Institute (WRI), Washington DC, 2000.

DISPONIBILIDAD DE AGUA

Captación y Consumo Agua Superficial

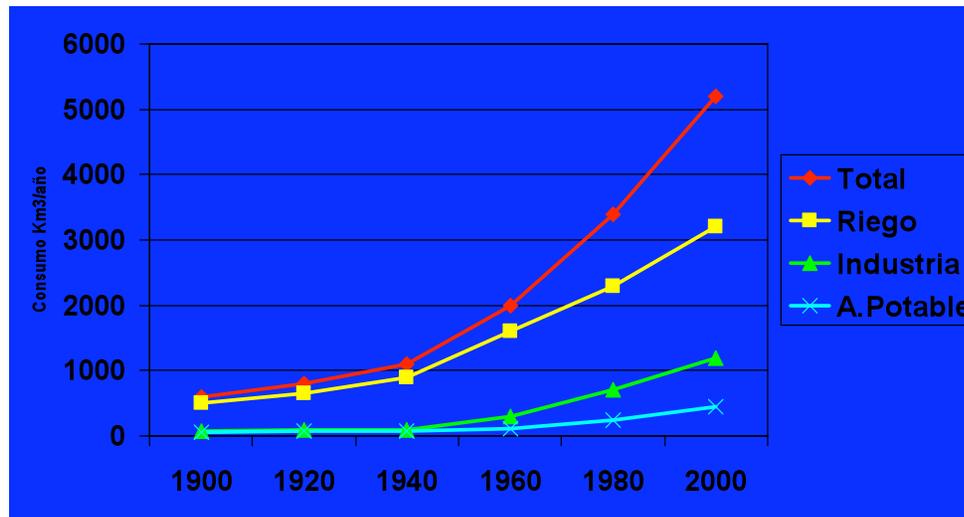


En países desarrollados
500-800 (l/hab/día)

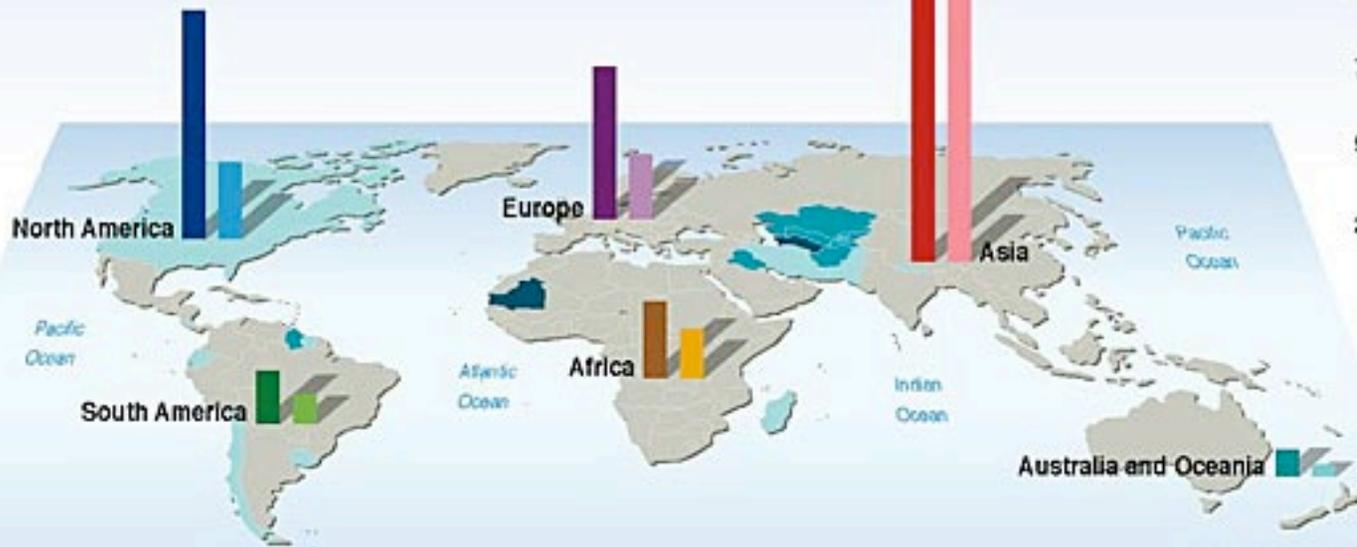
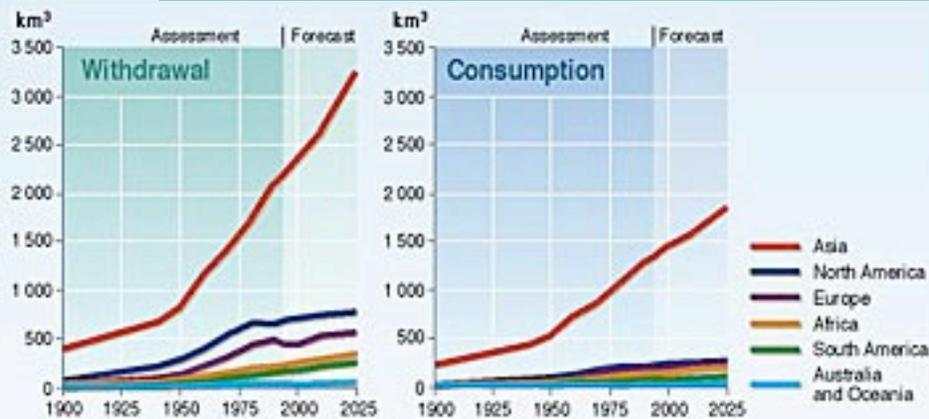
En países subdesarrollados
60-150 (l/hab/día)

DISPONIBILIDAD DE AGUA

Consumo Agua Subterránea



Captación y Consumo Global de Agua



Source: Igor A. Shiklomanov, State Hydrological Institute (SHI, St. Petersburg) and United Nations Educational, Scientific and Cultural Organisation (UNESCO, Paris), 1999, *World Resources 2000-2001, People and Ecosystems: The Fraying Web of Life*, World Resources Institute (WRI), Washington DC, 2000; Paul Harrison and Fred Pearce, *AAAS Atlas of Population 2001*, American Association for the Advancement of Science, University of California Press, Berkeley.

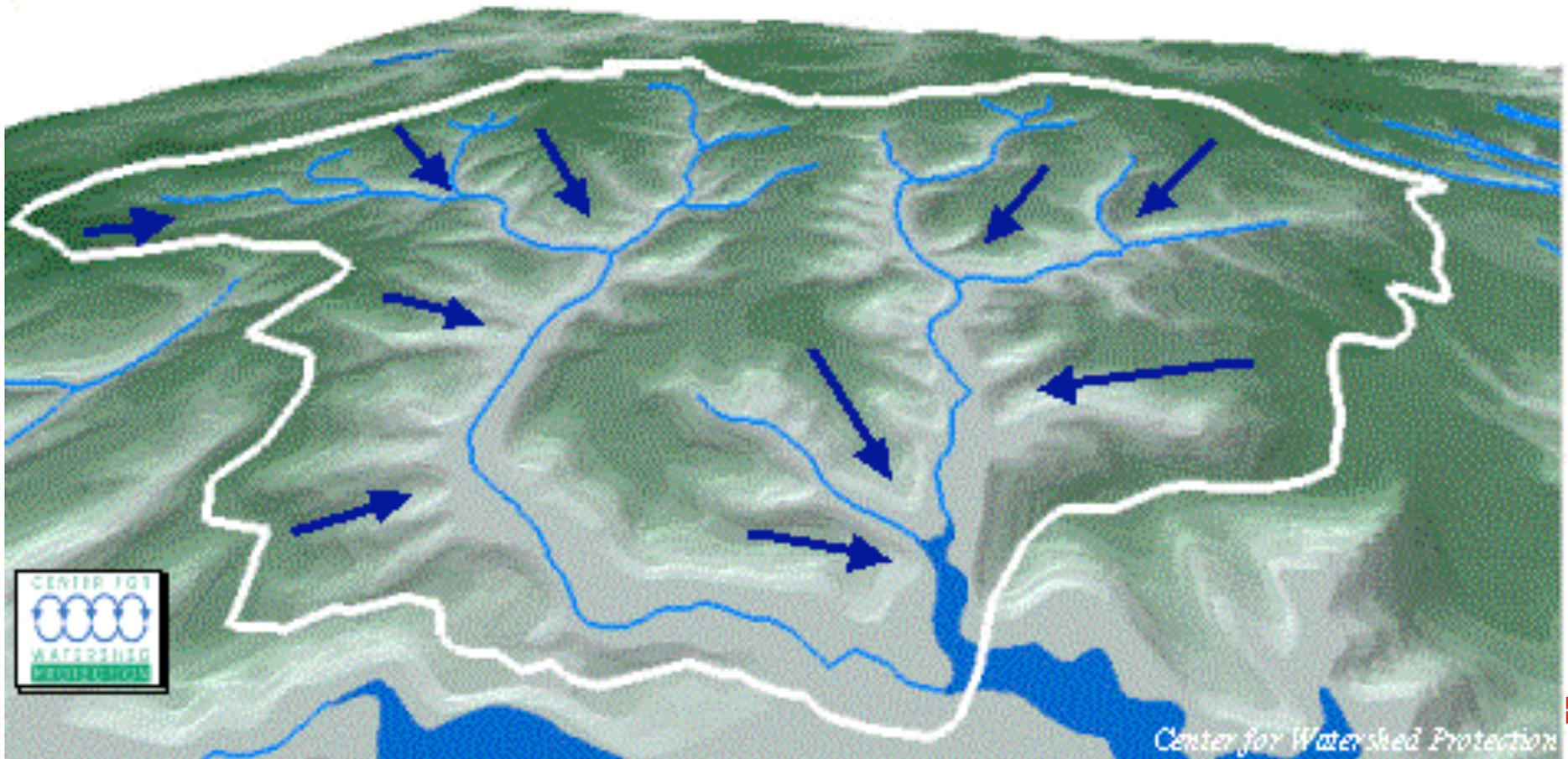
DISPONIBILIDAD DE AGUA

En 1997, solamente vivían sin estrés hídrico 159 millones de personas en el mundo. El resto, padecía diferentes tipos de estrés. Para el año 2025, se estima que 8357 millones de personas, el 97% de la población del planeta, vivirá bajo alguna forma de estrés hídrico.

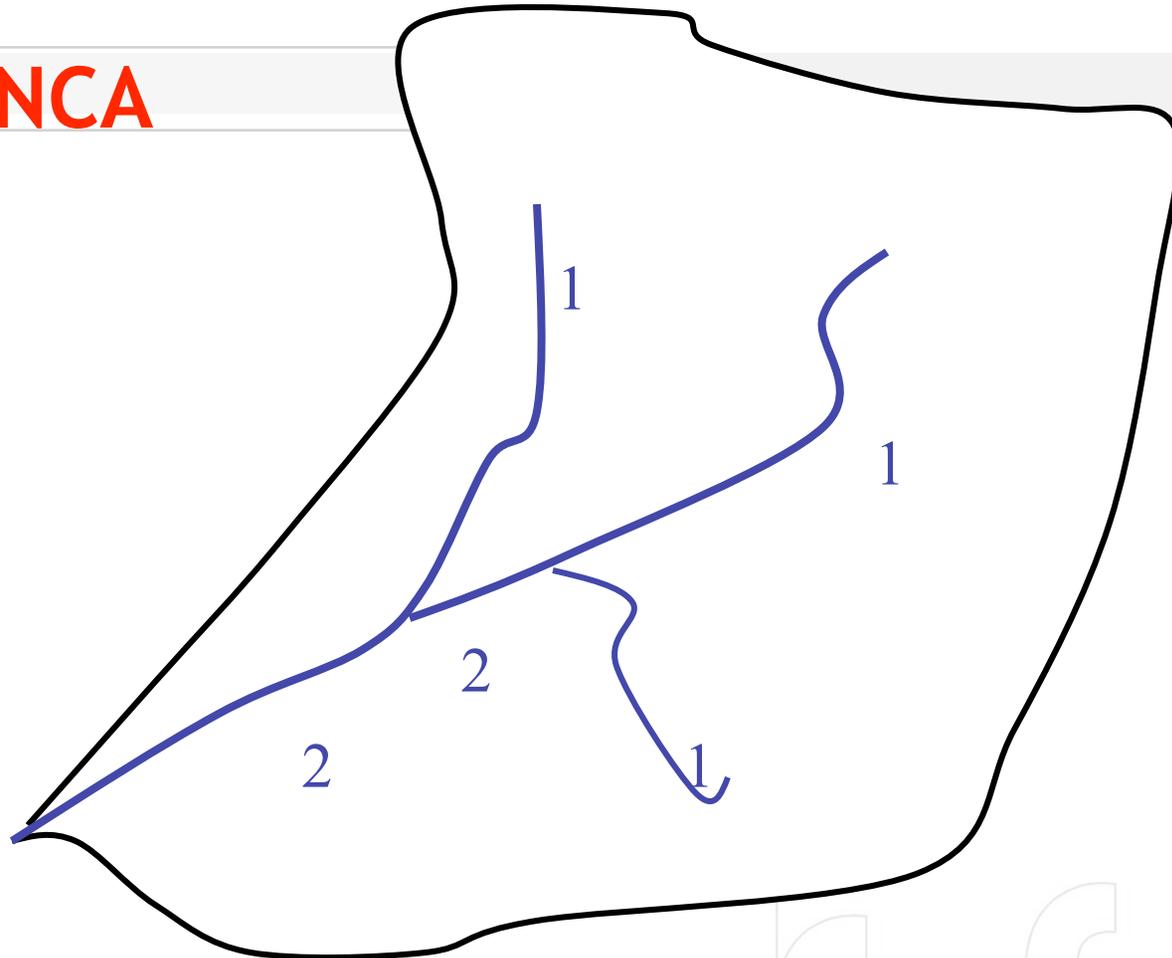
LA CUENCA HIDROGRÁFICA

CUENCA

UNIDAD BÁSICA, DEFINIDA TOPOGRÁFICAMENTE Y DRENADA POR UN SISTEMA DE CAUCES SUPERFICIALES DE TAL MANERA QUE TODA LA ESCORRENTÍA QUE SE GENERA EN LA SUPERFICIE ENCERRADA POR LA LÍNEA DIVISORIA DE LAS AGUAS, SE DESCARGA A TRAVÉS DE UNA SALIDA ÚNICA E IDENTIFICABLE



CUENCA



Tiempo de concentración: tiempo que demora en alcanzar la salida la partícula de agua que cae en el punto más alejado

CUENCA

Factor de forma es la relación entre el ancho medio y la longitud del cuace principal

$$K_f = \frac{B}{L} = \frac{A}{L^2}$$

En cuencas de = A, aquella de menor K_f produce Q menores ¿?

Pendiente media

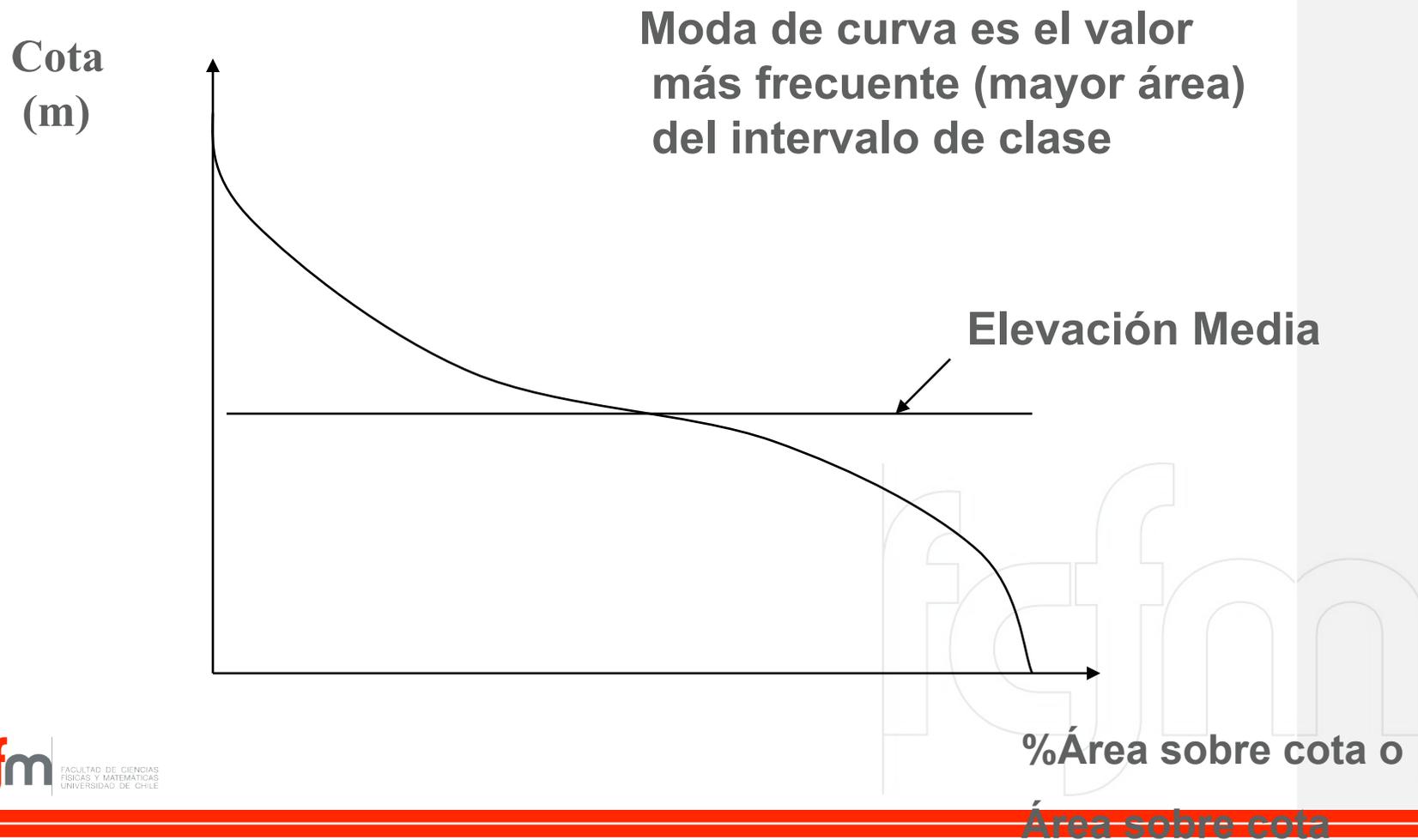
separacion curvas de nivel

$$S = \frac{h}{A} \left(\frac{l_0}{2} + \sum l_i + \frac{l_n}{2} \right)$$

Densidad de Drenaje es la relación entre suma de la longitud de todos los cauces y el área de la cuenca

Longitud curvas de nivel

— **Curva Hipsométrica:** representación gráfica del área acumulada bajo o sobre una cierta cota



— Tiempo de concentración

$$T_F = L/v \quad v = as^{1/2} \quad (\text{m/s})$$

con s en %

SCS

Tipo de cubierta	a
Bosque con suelo cubierto de follaje	0,076
Área sin cultivo o poco cultivo	0,143
Pasto y vegetación	0,216
Suelo desnudo	0,305
Canales con vegetación	0,351
Superficie pavimentada	0,610

Longitud del cauce (m)

Almacenamiento potencial en el suelo (m)

$$T_p = 2,6 \frac{L^{0,8} (S/25,4 + 1)^{0,7}}{1900 y^{0,5}} \quad (\text{hrs})$$

$$t_c = \frac{T_p}{0,6} \quad \text{Pendiente \%}$$

Longitud del cauce en Km

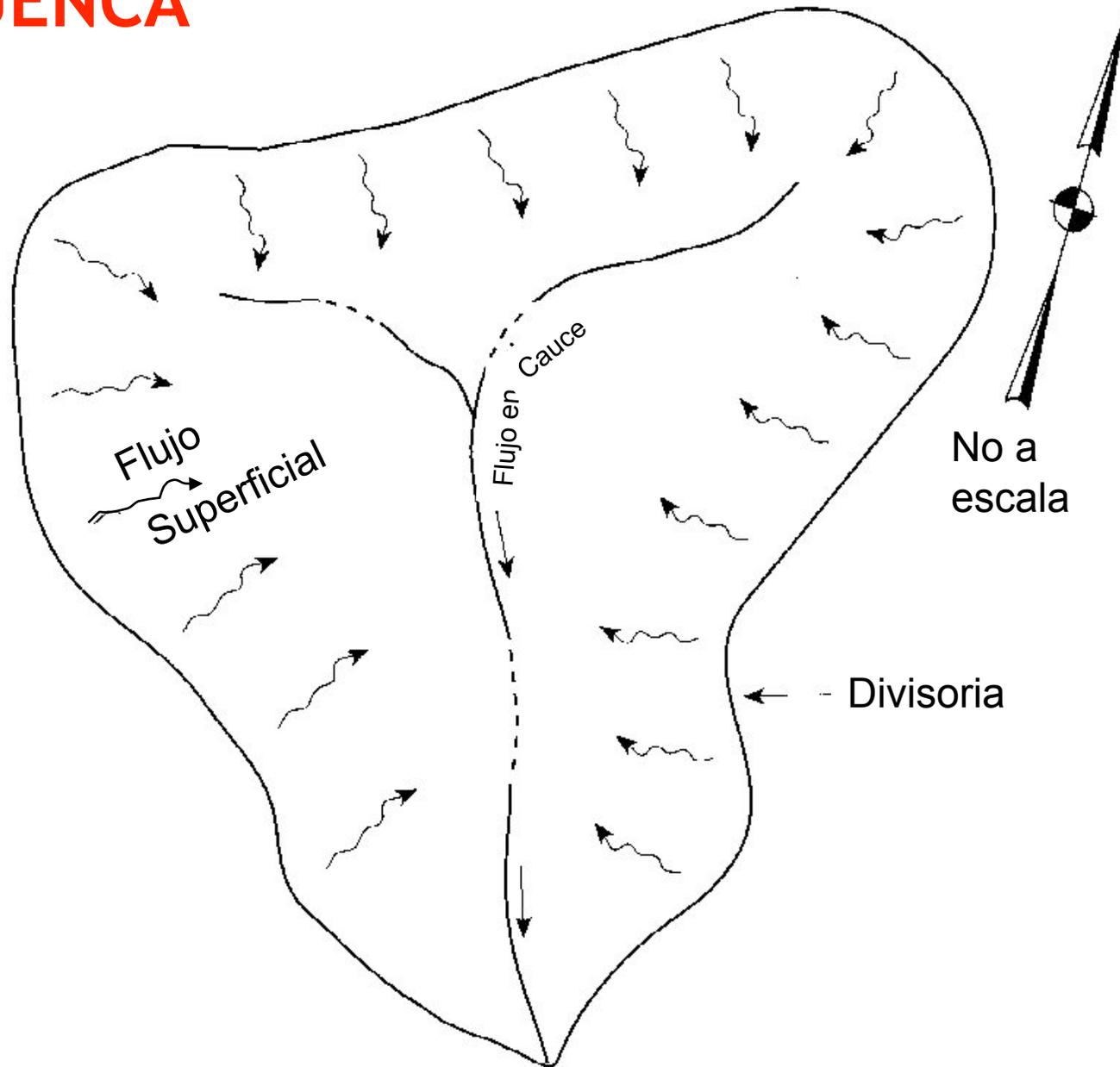
$$t_c = 57 \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0,385} \quad (\text{min})$$

**California
Highways**

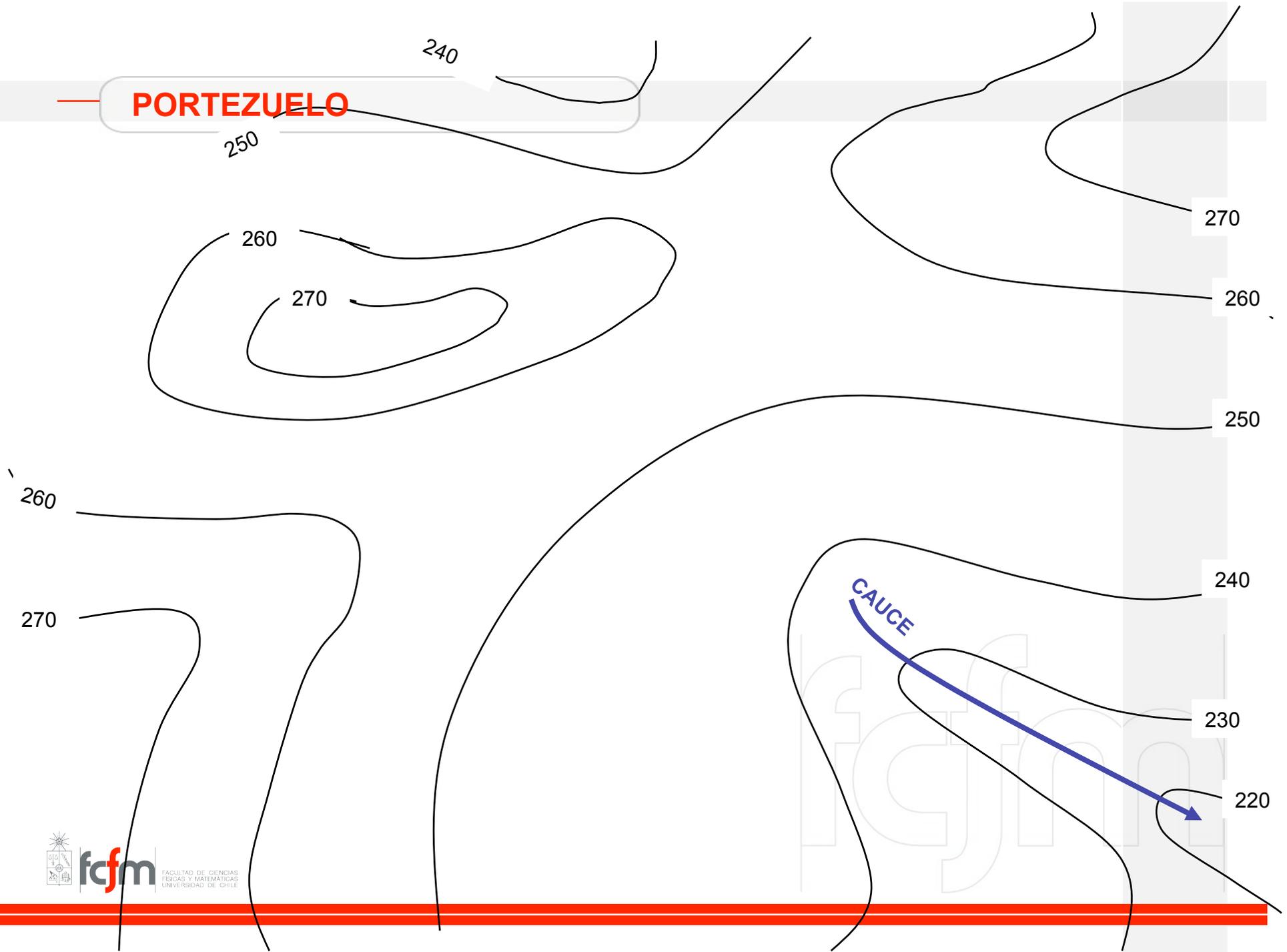


— Diferencia de altitud en m entre inicio cauce y punto de salida

CUENCA

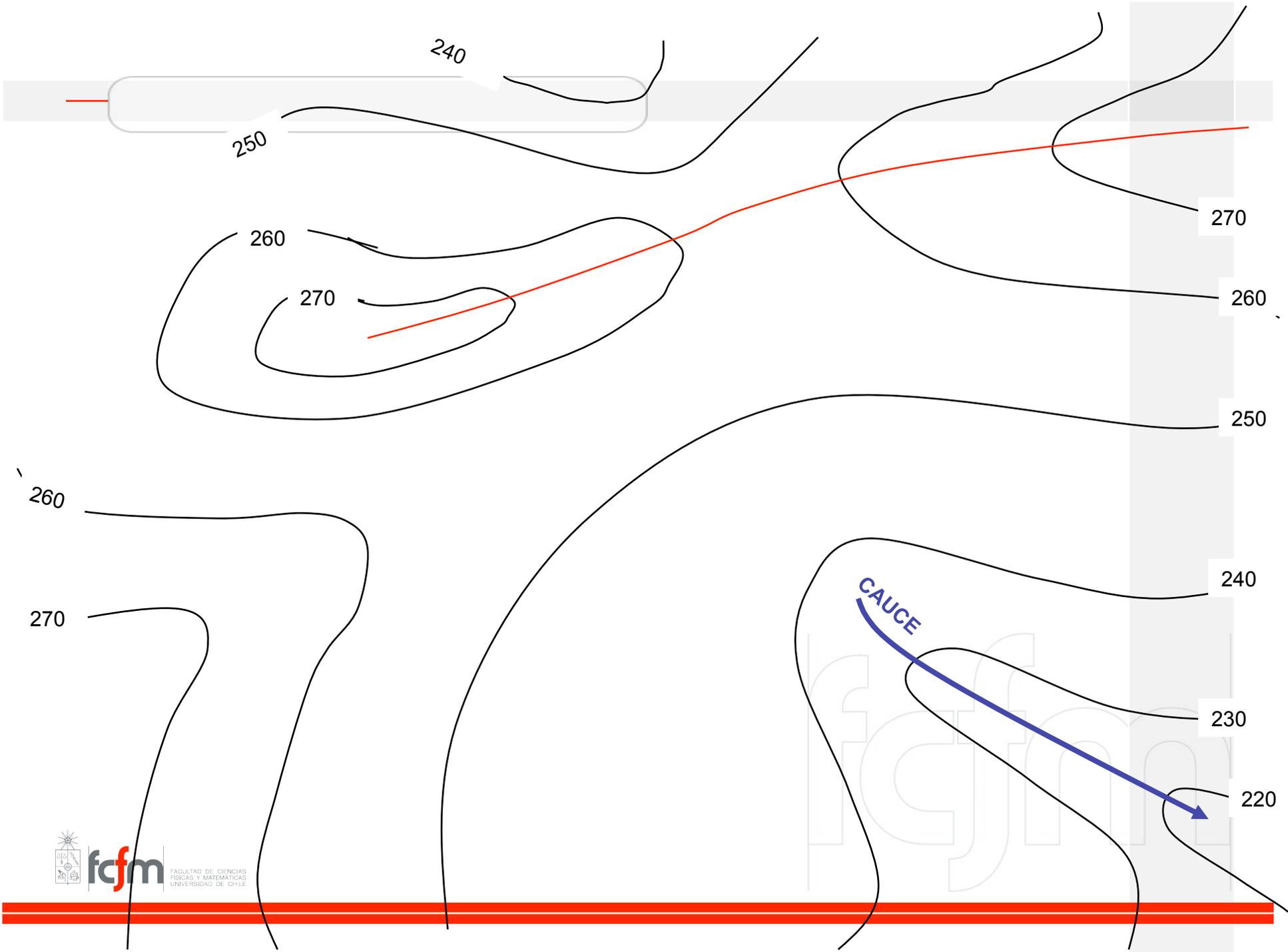


PORTEZUELO



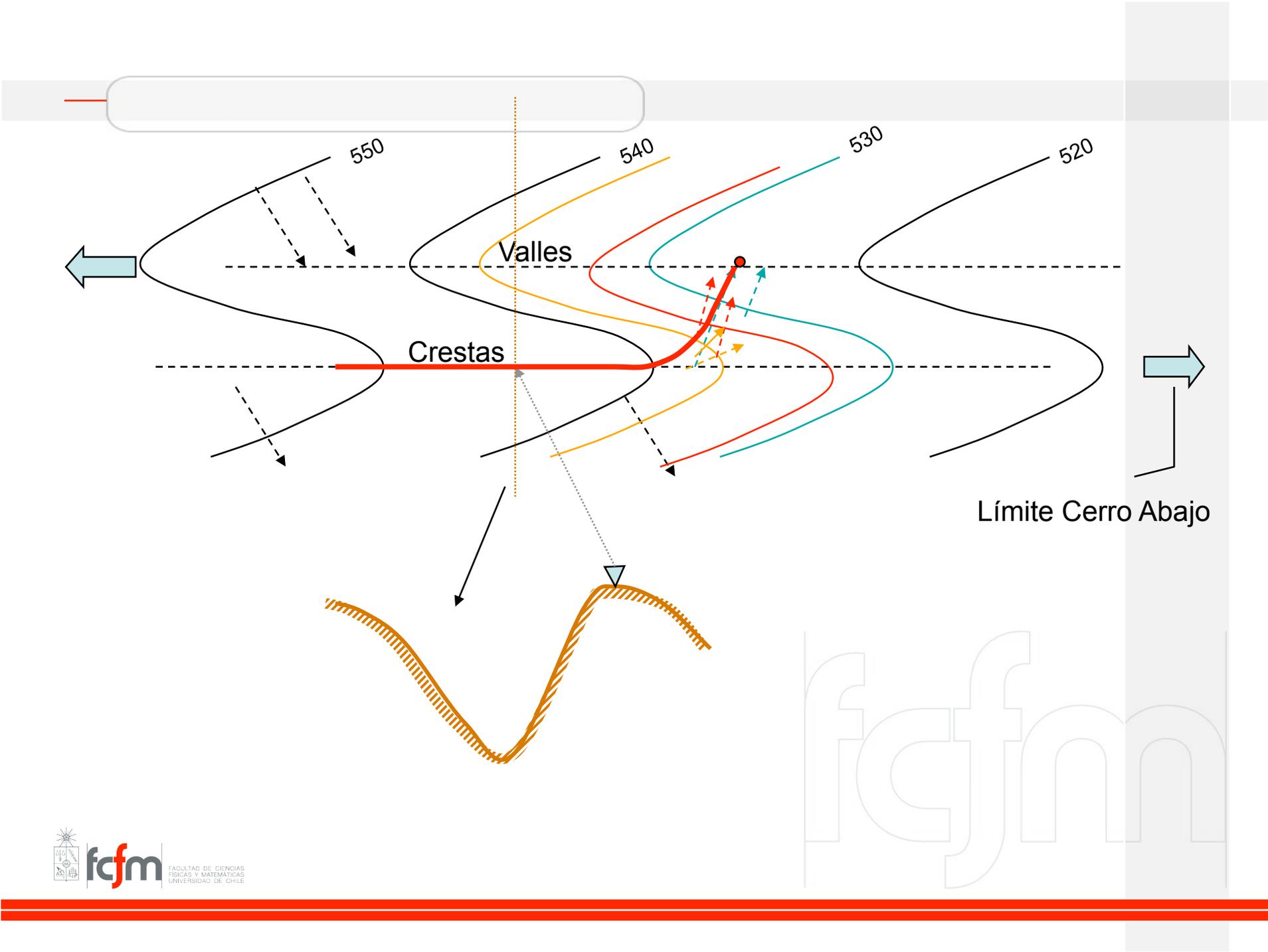
fcfm

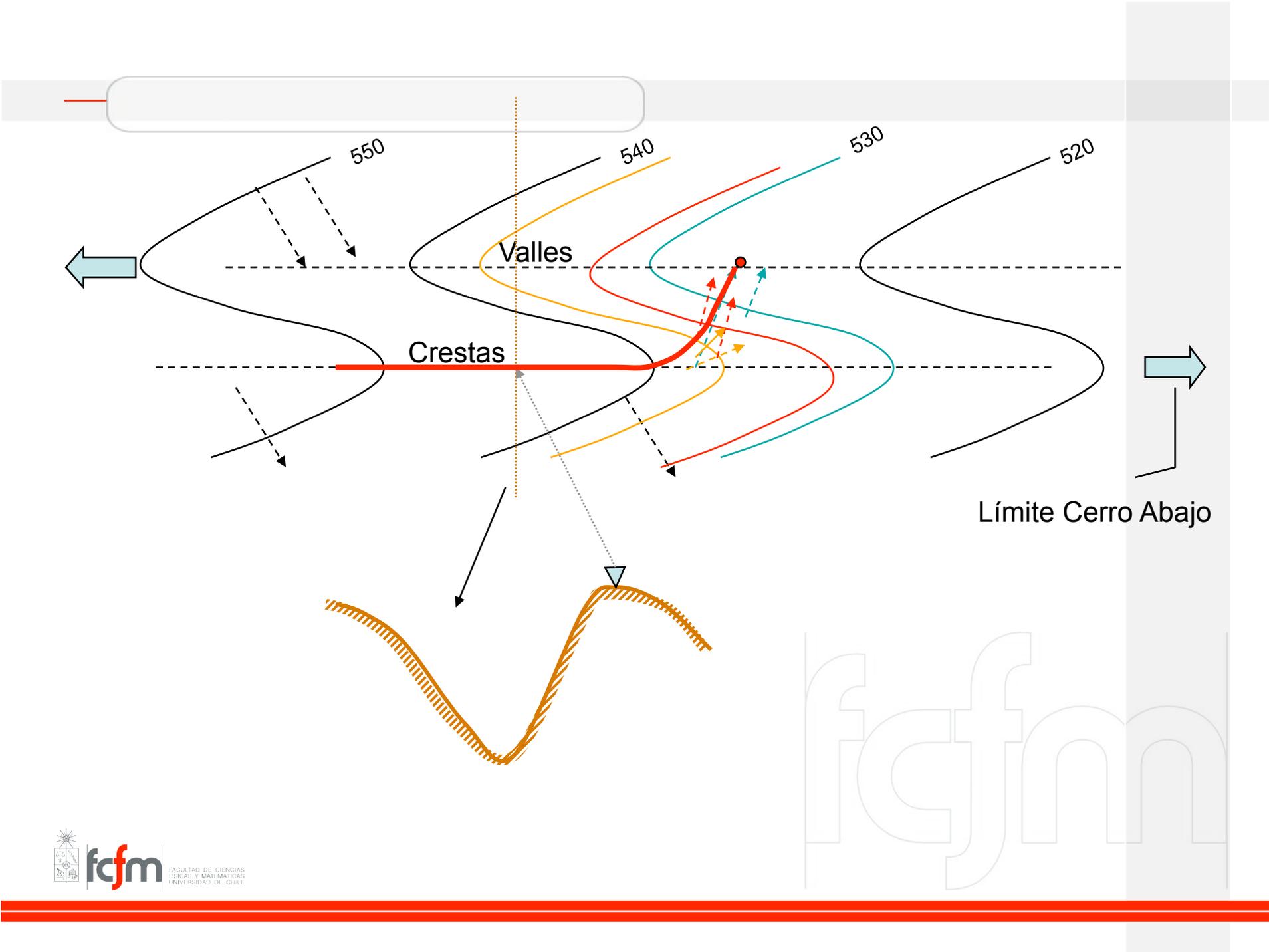
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE



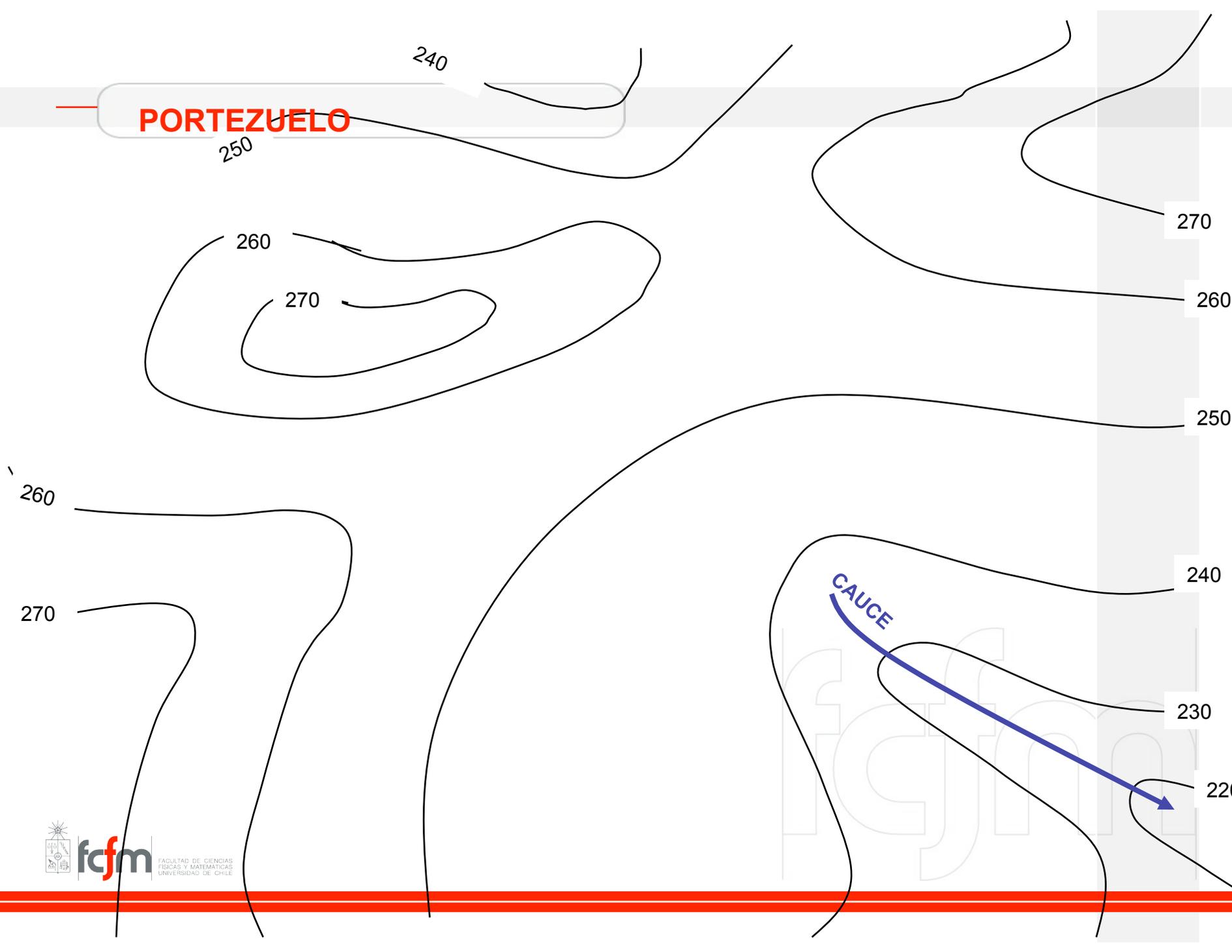
fcfm

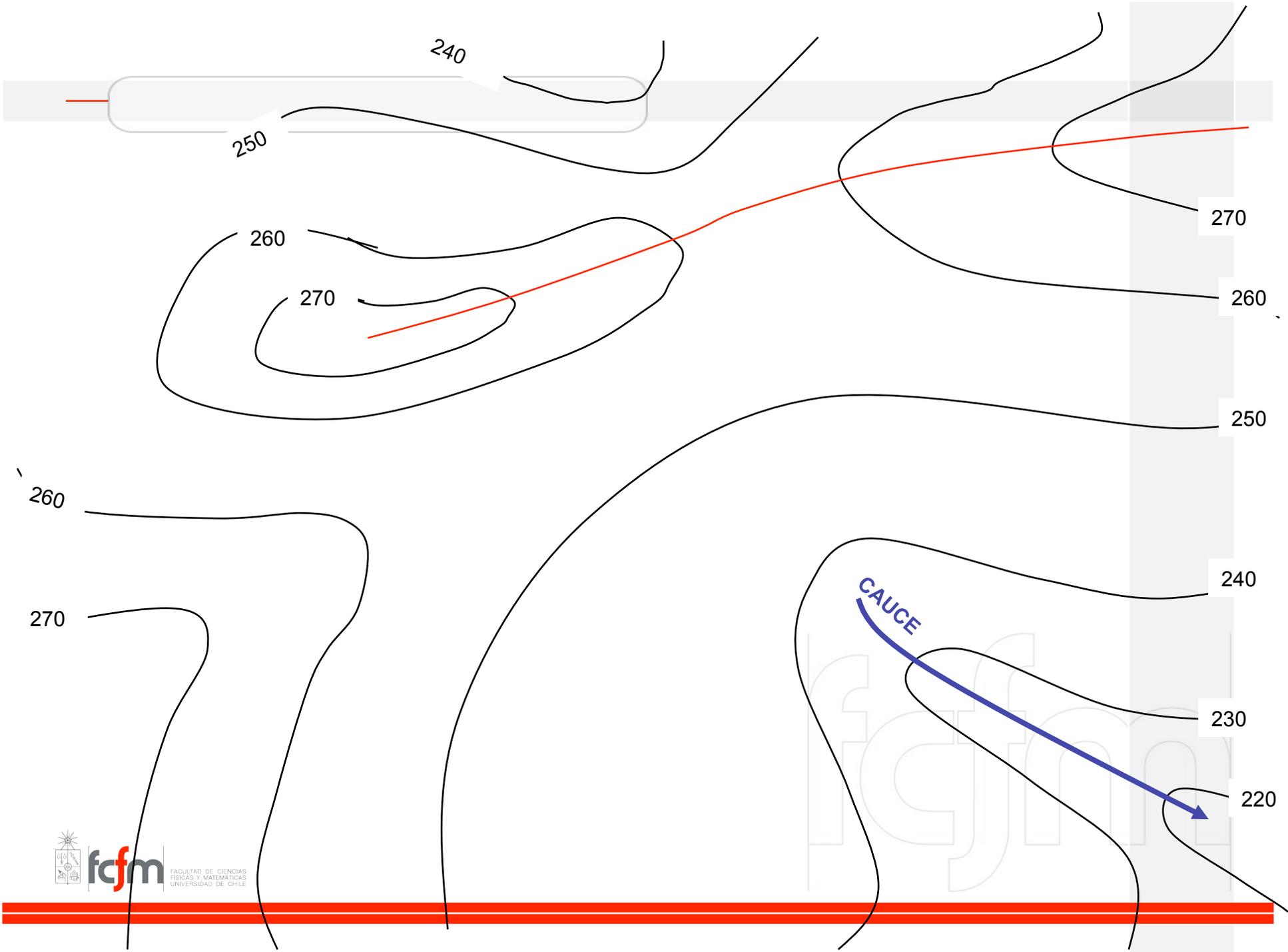
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE





PORTEZUELO





fcfm

FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Elevation

