

MODELANDO EL FUTURO DE NUESTROS HUMEDALES



CIÉNAGA DE AYAPEL

Proyecto PEER 31 Ciclo 1: Impactos del cambio climático en humedales tropicales: siguiendo la evolución de dos lagos andinos y una ciénaga inundable en Colombia



Partnerships for Enhanced
Engagement in Research
(PEER) Science

MODELANDO EL FUTURO DE NUESTROS HUMEDALES

Esta cartilla es producto del proyecto de investigación PEER 31 Ciclo 1: Impactos del cambio climático en humedales tropicales: siguiendo la evolución de dos lagos andinos y una ciénaga inundable en Colombia, patrocinado por USAID y NSF.

© Julio Cañón, Juan Pablo Serna, Carolina González

Facultad de Ingeniería

Universidad de Antioquia

Medellín, Colombia

Mayo de 2015

Visita nuestra pagina web: <http://peerlagoscolombia.udea.edu.co/>

INTRODUCCIÓN

Esta cartilla hace parte del proyecto “Impactos del cambio climático en la evolución de lagos y ciénagas de Colombia” del Grupo de Investigación en Gestión y Modelación Ambiental (GAIA) de la Universidad de Antioquia con el patrocinio de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID). El proyecto estudia el efecto del cambio climático y las actividades humanas en tres humedales de Colombia: 1) el lago de Tota en el departamento de Boyacá, 2) la Laguna de La Cocha en el departamento de Nariño y 3) la Ciénaga de Ayapel en el departamento de Córdoba.

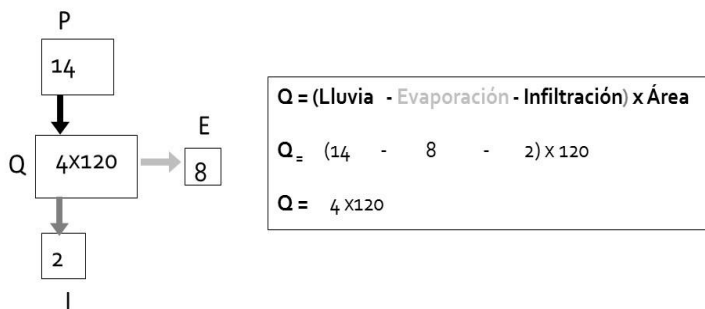
La cartilla está conformada por actividades orientadas a entender diferentes fenómenos naturales y sociales relacionados con los humedales, además de ofrecer al público en general un acercamiento a la investigación científica y la modelación para comprender el futuro de nuestros recursos naturales ante escenarios de cambio climático. En esta cartilla encontrarás:

- ¿Sabes qué es un Balance Hídrico?
- ¿Sabes cómo se relacionan los distintos factores de nuestro medio ambiente?
- ¿Sabías que el oro y el mercurio se relacionan en un ecosistema acuático?
- ¿Sabías que existen fenómenos que no podemos controlar pero que podemos prevenir? caso del dique
- ¿Qué son las series de tiempo?
- ¿Que pasará en un futuro cercano?
- Sopa de letras
- Glosario

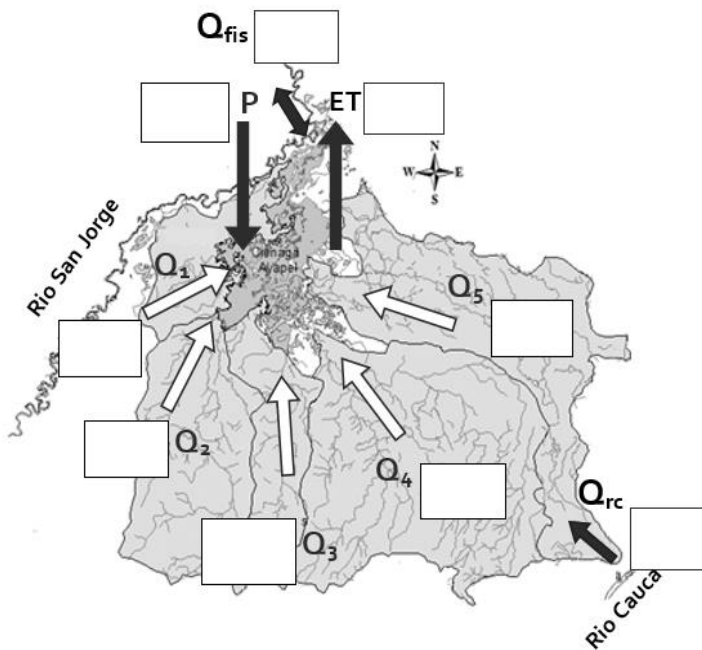
¿SABES QUE ES UN BALANCE HÍDRICO?

Un balance hídrico es la suma de todas las entradas y salidas de agua de una cuenca en un tiempo determinado. La cuenca es el área sobre la que se realiza el balance de factores como la lluvia (P), la evaporación (E), la infiltración (I), los caudales de los ríos y arroyos (Q) y los cambios de volumen en el lago (V). La ciénaga de Ayapel (L) recibe las aguas de lluvia y aportes de varias subcuencas. En esta actividad vamos a calcular el balance hídrico de la ciénaga en un mes determinado, tomando como referencia su volumen almacenado.

Calcula los caudales (Q) en la tabla para cada una de las subcuencas que se muestran en el mapa (Q₁, 2, 3, 4,5) siguiendo el siguiente ejemplo:



	(P)	(E)	(I)	Área	Caudal (Q)
1	14	8	2	20	
2	20	8	3	50	
3	15	9	2	30	
4	22	10	4	50	
5	10	8	1	130	
C	15	8	-	60	



En las casillas del mapa coloca los valores de los caudales calculados en cada subcuenca.

Teniendo en cuenta que el volumen inicial de la ciénaga (V_{ic}) es 100, el caudal del caño Fistola (Q_{fis}) es 500, el caudal del río Cauca (Q_{rc}) es 100 y que el caudal total es (Q_t):

$$Q_t = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5$$

Calcule el volumen de la ciénaga utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{Volumen ciénaga} = V_{ic} + Q_t - Q_{fis} + Q_{rc}$$

El volumen de la ciénaga de Ayapel es

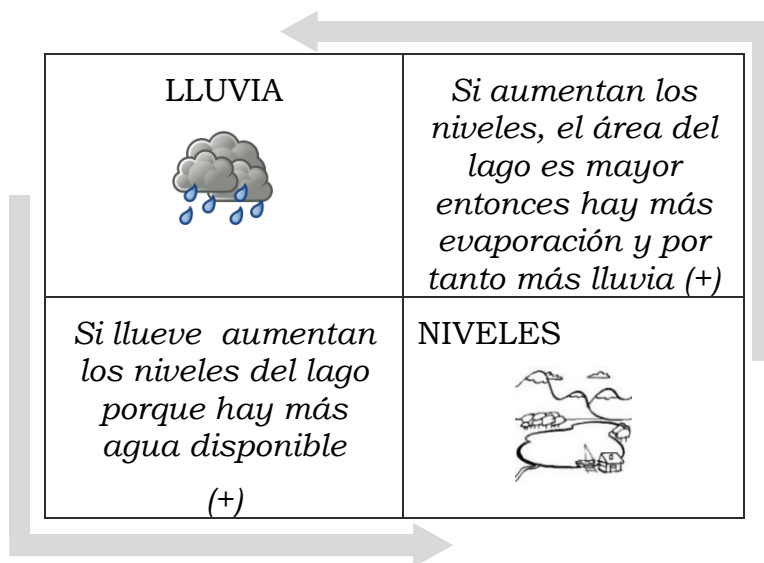
m³/mes

¿SABES CÓMO SE RELACIONAN LOS DISTINTOS FACTORES QUE CONSTITUYEN NUESTRO MEDIO AMBIENTE?








Los factores que constituyen nuestro medio ambiente se relacionan de múltiples formas, a través de relaciones de causa y efecto que muchas veces son cíclicas (por ejemplo una mayor población consume más recursos y a medida que los recursos escasean la población decrece), y que pueden tener también límites o umbrales por fuera de los cuales las relaciones cambian (por ejemplo, por encima de cierta temperatura los páramos se convierten en praderas).

Una forma de entender estas relaciones es a través del concepto de sistemas. En esta actividad, vamos a identificar algunas de estas relaciones entre factores de nuestro medio ambiente en la ciénaga de Ayapel. Para ello utilizaremos una “matriz” que tiene los factores en su diagonal. La idea es rellenar en cada recuadro la relación que se presenta entre dos factores. Las flechas dibujadas en los bordes del recuadro te indican la dirección de la causa y el efecto (observa que los recuadros permiten definir relaciones cíclicas).

Analiza el siguiente ejemplo:



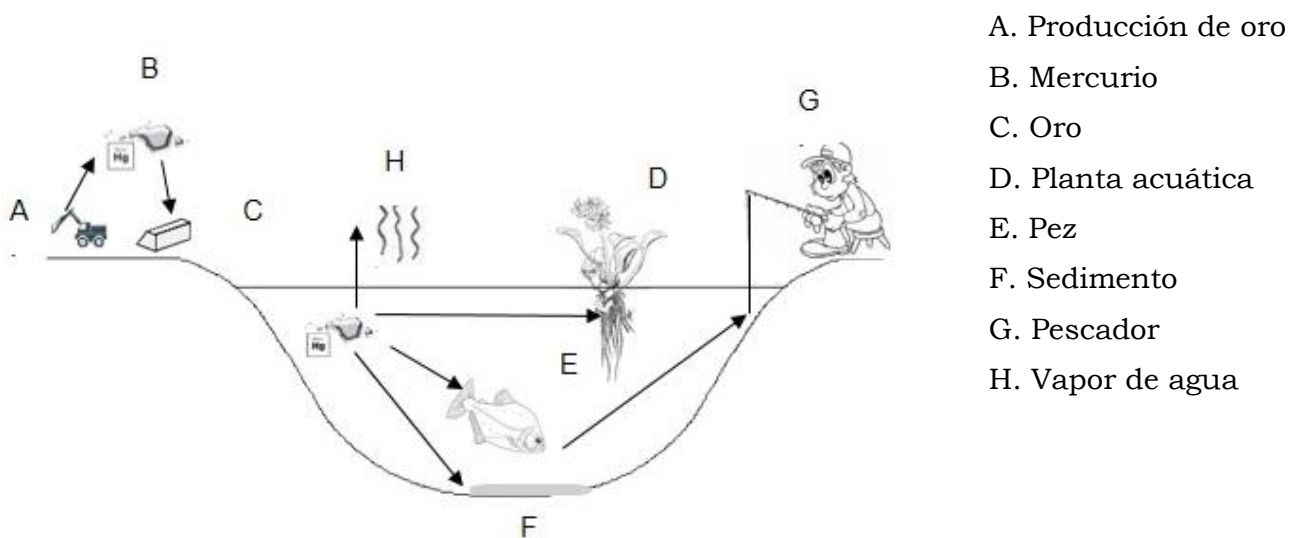
Ahora completa la matriz de factores escribiendo en cada caso la relación que crees que se presenta. Este ejercicio te muestra cómo podemos estudiar fenómenos complejos en la ciencia.

LLUVIA 						
	SOL 					
		NIVELES 				
			VAPOR 			
				PESCA 		
					ORO 	
						MERCURIO 

¿SABÍAS QUE EL ORO Y EL MERCURIO SE RELACIONAN EN UN ECOSISTEMA ACUÁTICO?

La explotación de oro es una de las actividades económicas presentes en la cuenca de la ciénaga de Ayapel. La minería en la zona normalmente utiliza mercurio para separar y extraer el oro de las rocas o piedras en las que se encuentra. Una parte de este mercurio se reutiliza, otra parte se evapora y otra se vierte a los suelos y ríos que finalmente desembocan en la ciénaga. El mercurio es un metal pesado que, una vez en el agua, puede ser absorbido por plantas y peces y finalmente llegar al ser humano. El mercurio en los tejidos vivos genera problemas de salud que afectan nuestra calidad de vida.

Observa el siguiente esquema, mira con cuidado la dirección de las flechas y piensa por un momento la interacción que existen entre los elementos del dibujo.



De acuerdo con el gráfico, resuelve las siguientes preguntas:

- ¿Cómo lo interpretas?
- ¿Dónde se almacena el mercurio que ingresa a la ciénaga?
Peces___ Agua___ Aire___ Plantas acuáticas___ Hombre___
- ¿Qué pasa si aumenta la explotación del oro usando mercurio?
- ¿En qué época crees que se percibe una mayor concentración de mercurio en la Ciénaga? Marca con una x
Aguas altas (subienda) _____ Aguas bajas (descenso) _____

¿SABÍAS QUE EXISTEN FENÓMENOS QUE NO PODEMOS CONTROLAR PERO QUE PODEMOS PREVENIR? CASO DEL DIQUE

Un dique es una construcción que controla el paso del agua de un lugar a otro. Las fuertes lluvias del año 2010, acompañadas de un mantenimiento deficiente, produjeron el rompimiento de un dique construido a lo largo del río Cauca. La ruptura del dique provocó la desviación de parte de las aguas del río Cauca hacia la ciénaga de Ayapel, alterando su pulso anual de inundación, sus ecosistemas y las actividades económicas de la población por espacio de cuatro años. Esta actividad nos permitirá entender un poco acerca de la naturaleza aleatoria (incierto) del clima y de la importancia de la prevención, pues, aunque no podemos controlar esta condición incierta de la naturaleza, si podemos generar acciones que permitan minimizar su impacto.

El uso de los datos nos indica la probabilidad de que suceda o no un fenómeno natural o antrópico. La probabilidad (P) se define como el número de casos que cumplen un criterio (n) sobre el número total de casos posibles (N):

$$P(n) = \frac{n}{N}$$

Para este ejercicio, usarás tres dados que se lanzarán simultáneamente. Lanza los dados treinta veces y completa la siguiente tabla (estos valores constituyen la ocurrencia de eventos n, siendo N=30)



1		11		21	
2		12		22	
3		13		23	
4		14		24	
5		15		25	
6		16		26	
7		17		27	
8		18		28	
9		19		29	
10		20		30	

Ahora observa las imágenes de la siguiente página y llena los espacios en blanco, según los datos de la tabla:

Caso 1 Probabilidad de rompimiento= _____ ÷ 30 x 100 = _____ %

Caso 2 Probabilidad de rompimiento = _____ ÷ 30 x 100 = _____ %

Caso 3 Probabilidad de rompimiento = _____ ÷ 30 x 100 = _____ %

Analiza: en el caso 1 de mejor mantenimiento la probabilidad de falla es mucho menor que en el caso 3, donde el mantenimiento es mucho más deficiente.

CASO 1 SE HACE MANTENIMIENTO CONSTANTE

Si la suma de los dados es mayor a 17 se rompe el dique.



CASO 2 NO SE HACE MANTENIMIENTO CONSTANTE

Si la suma de los dados es mayor o igual que 12 se rompe el dique.



CASO 3 NUNCA SE HACE MANTENIMIENTO

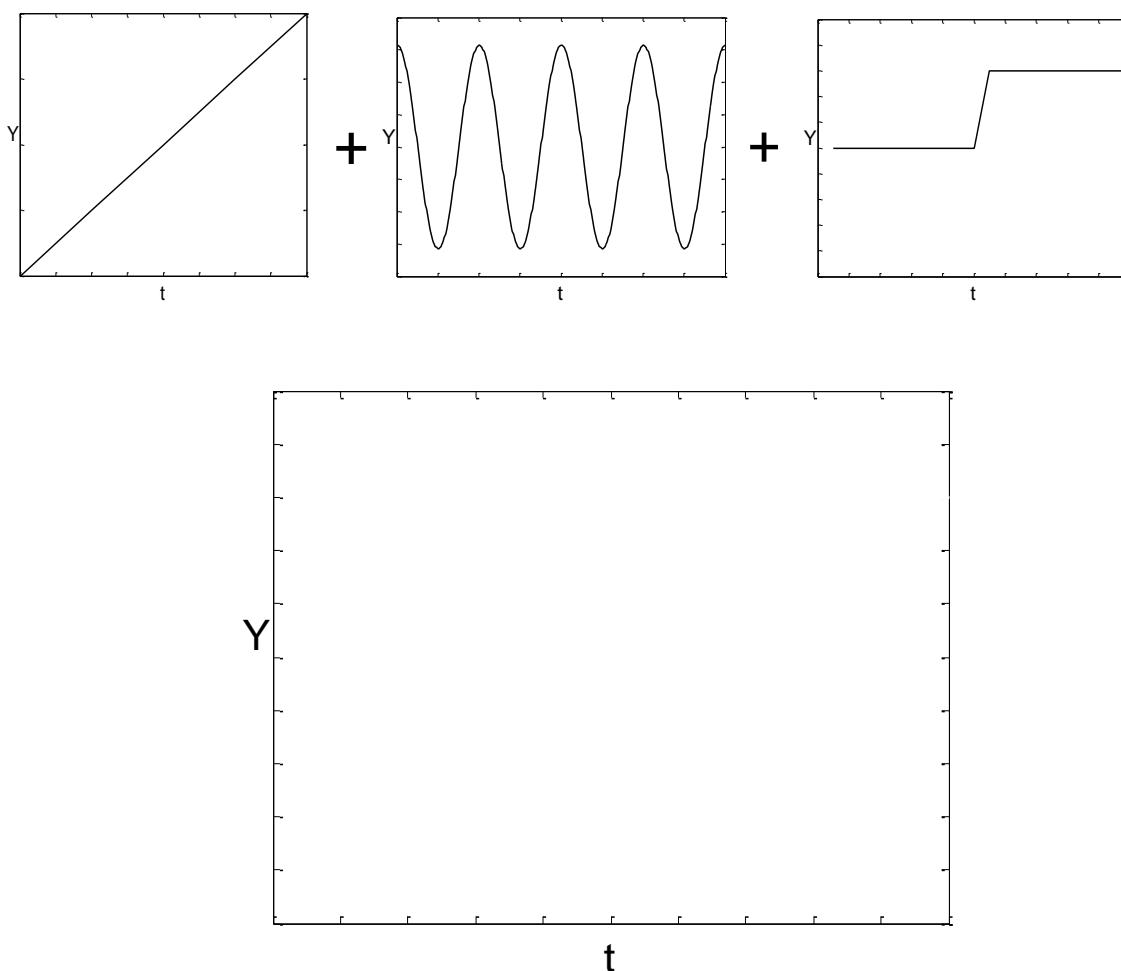
Si la suma de los dados es mayor o igual que 6 se rompe el dique.



¿QUÉ SON LAS SERIES DE TIEMPO?

Una “serie de tiempo” es un conjunto de observaciones hechas consecutivamente en el tiempo. Los precios de un producto, la tasa de desempleo, series sismológicas, el crecimiento de la población, la lluvia, entre otros son algunos casos en donde se puede observar una serie temporal. Algunos elementos importantes de las series de tiempo son la *tendencia*, la *periodicidad* y un *cambio o salto* en la serie.

A continuación se presentan tres series temporales: la primera de ellas muestra una tendencia lineal, la segunda una periodicidad y la tercera un salto. Dibuja en el cuarto recuadro cómo sería la serie de tiempo que resulta de combinar las tres anteriores.



Las series de tiempo nos permiten entender, por ejemplo, cómo se relacionan la lluvia y los niveles de la ciénaga de Ayapel con las temperaturas de los océanos Atlántico y Pacífico. Para ello se necesitan muchos años de datos. Por eso es importante cuidar y mantener las estaciones meteorológicas en nuestro territorio.

¿QUÉ PASARÁ EN UN FUTURO CERCANO? ANALISIS DE ESCENARIOS.

Los escenarios son posibles estados futuros del mundo, que representan condiciones alternativas bajo diferentes supuestos. Los escenarios son una forma práctica y eficaz de simular condiciones ambientales entre comportamientos extremos para poder tomar decisiones futuras respecto al uso de nuestros recursos.

A continuación escribe los posibles escenarios que consideras se presentarán en la ciénaga de Ayapel en los próximos 30 años.



¿Qué camino tomará la Ciénaga de Ayapel?

MAS PROBABLE:

OPTIMISTA:

PESIMISTA:

CLIMA DEL PLANETA: “SOPA DE LETRAS”

Encuentra las palabras relacionadas con el clima y los factores ambientales que se hallan en el recuadro de sopa de letras.

EL NIÑO
LA NIÑA
PRECIPITACIÓN
TEMPERATURA
VARIABLE

AMO
ENSO
PDO
CLIMA
RADIACIÓN

EVAPORACIÓN
TENDENCIA
PRESIÓN
OCEANO

P	R	E	C	I	P	I	T	A	C	I	O	N
O	A	T	V	D	E	I	J	K	P	Q	R	S
C	B	E	A	C	L	H	O	L	D	T	E	W
E	T	N	R	G	F	A	Ñ	M	O	U	V	X
A	E	D	I	Z	B	O	N	X	V	Z	A	Y
N	M	E	A	D	S	C	U	I	P	O	P	V
O	P	N	B	N	A	R	T	W	Ñ	I	O	A
F	E	C	E	C	L	I	M	A	P	A	R	R
H	R	I	I	L	E	Y	S	M	R	R	A	I
S	A	A	G	Q	N	L	A	O	E	C	C	A
O	T	K	M	P	O	I	A	V	S	N	I	B
I	U	L	A	M	N	O	Ñ	E	I	A	O	L
J	R	C	S	Z	I	L	I	O	O	G	N	E
R	A	D	I	A	C	I	O	N	N	O	M	E

GLOSARIO

CAUDAL: Es la cantidad de un fluido (por ejemplo agua) medido en términos de volumen, que se mueve por unidad de tiempo.

EVAPORACIÓN: Cambio de una sustancia del estado líquido al estado gaseoso.

INFILTRACIÓN: Penetración de agua en el suelo, esta característica depende principalmente de las características del suelo.

MACRÓFITAS: Plantas acuáticas. Su excesivo crecimiento en lagos cálidos tropicales produce problemas en el ecosistema acuático. Algunas de ellas son la *Elodea*, *Egeria densa* (enraizadas sumergidas) y la *Eichhornia crassipes*, comúnmente llamada buchón de agua (flotante).

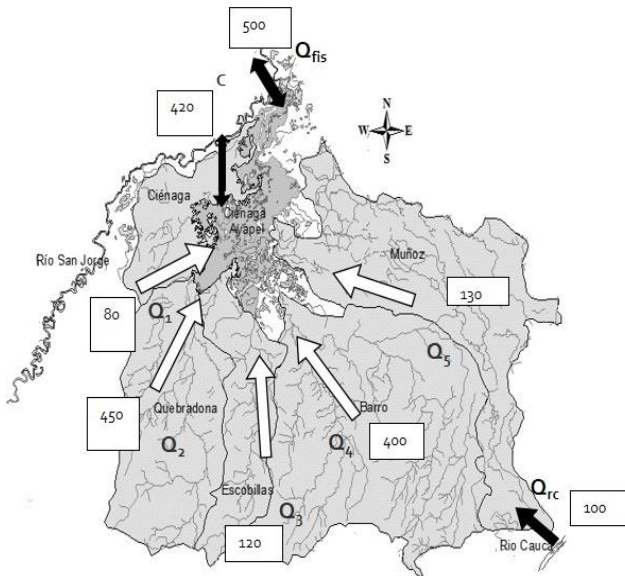
ENSO: Señal que muestra el cambio de la temperatura del Océano Pacífico en años (incluye los años de El Niño y La Niña).

PDO (Pacific Decadal Oscillation): Señal que muestra el cambio gradual de la temperatura del Océano Pacífico en décadas.

AMO (Atlantic Multiannual Oscillation): Señal que muestra el cambio gradual de la temperatura del Océano Atlántico en décadas.

RESPUESTAS

A continuación se presentan las respuestas a algunas de los ejercicios de la presente cartilla.



¿QUÉ ES UN BALANCE HÍDRICO?

Teniendo en cuenta que:

$$Q_t = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5$$

$$Q_t = 80 + 450 + 120 + 400 + 130 = 1180$$

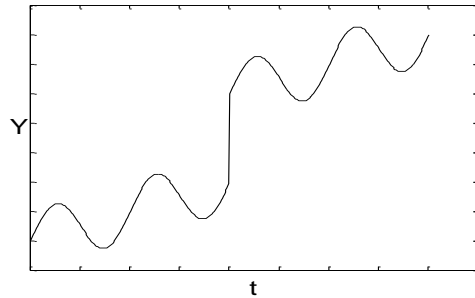
El volumen de la ciénaga en un mes es:

$$\text{Vol. ciénaga} = V_{ic} + Q_t - Q_{fis} + Q_{rc}$$

$$\text{Vol. ciénaga} = 100 + 1180 + 80 - 500$$

$$\text{Vol. ciénaga} = 860$$

¿QUÉ SON LAS SERIES DE TIEMPO?



CASO DEL DIQUE

Para la siguiente secuencia:

1	12	11	15	21	6
2	8	12	11	22	13
3	11	13	12	23	6
4	4	14	9	24	9
5	9	15	7	25	10
6	8	16	13	26	12
7	12	17	10	27	6
8	12	18	7	28	9
9	12	19	12	29	14
10	6	20	13	30	15

Caso 1 = 0 %

Caso 2 = 43.3 %

Caso 3 = 96.7 %

CLIMA DEL PLANETA: "SOPA DE LETRAS"

P	R	E	C	I	P	I	T	A	C	I	O	N
O	A	T	V	D	E	I	J	K	P	Q	R	S
C	B	E	A	C	L	H	O	L	D	T	E	W
E	T	N	R	G	F	A	Ñ	M	O	U	V	X
A	E	D	I	Z	B	O	N	X	V	Z	A	Y
N	M	E	A	D	S	C	U	I	P	O	P	V
O	P	N	B	N	A	R	T	W	Ñ	I	O	A
F	E	C	E	C	L	I	M	A	P	A	R	R
H	R	I	I	L	E	Y	S	M	R	R	A	I
S	A	A	G	Q	N	L	A	O	E	C	C	A
O	T	K	M	P	O	I	A	V	S	N	I	B
I	U	L	A	M	N	O	Ñ	E	I	A	O	L
J	R	C	S	Z	I	L	I	O	O	G	N	E
R	A	D	I	A	C	I	O	N	N	O	M	E