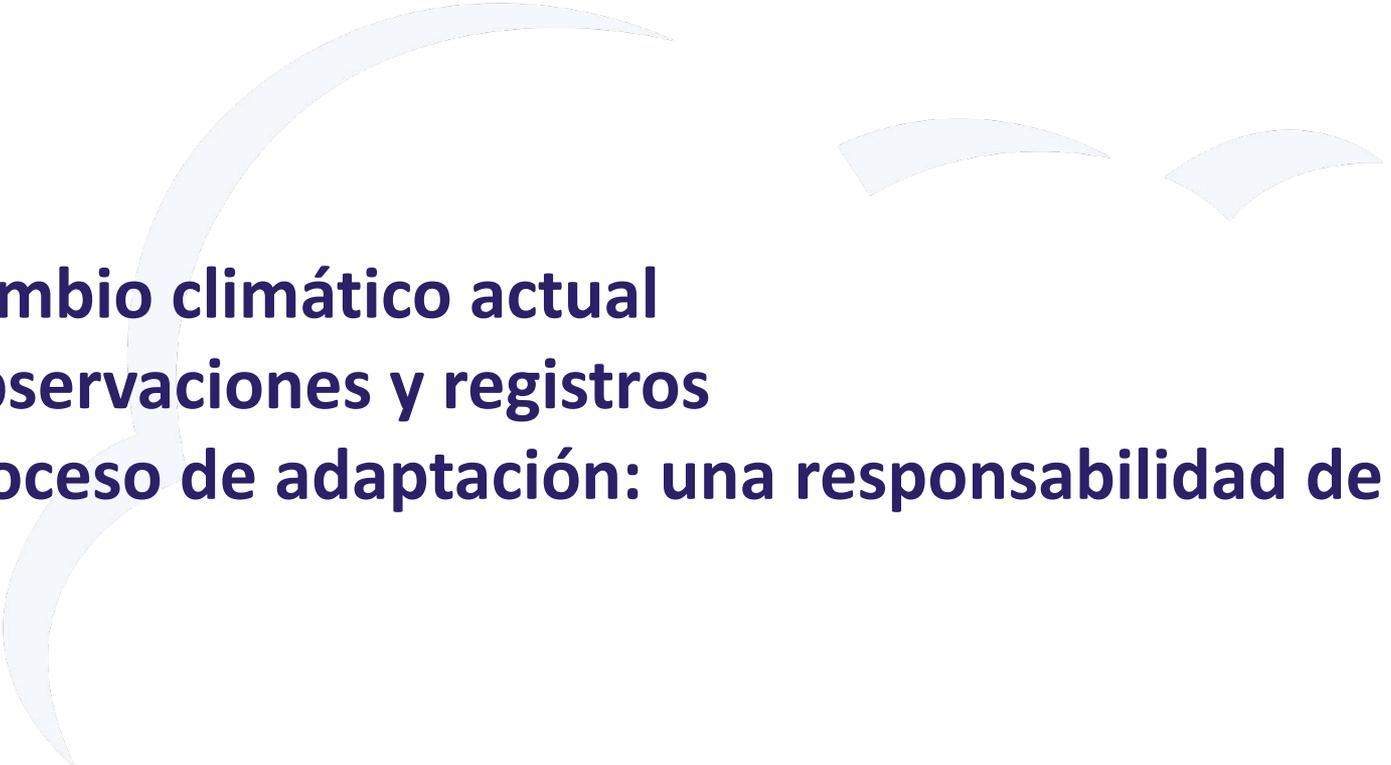


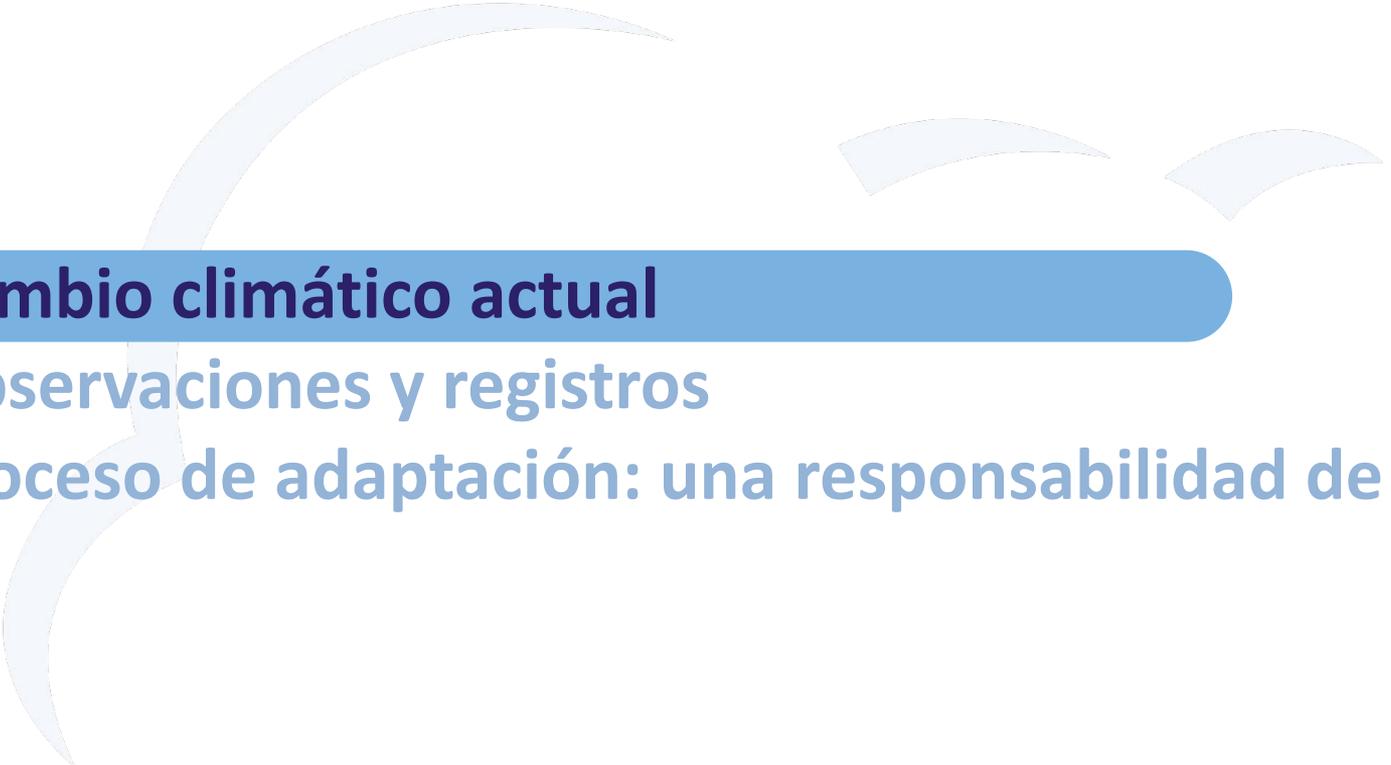


# Adaptación al Cambio Climático

José Alberto Retana. Dpto de Desarrollo



- 
- A stylized graphic of a sun and clouds. The sun is a large, light blue arc on the left side. To its right are two smaller, light blue arcs representing clouds.
- **Cambio climático actual**
  - **Observaciones y registros**
  - **Proceso de adaptación: una responsabilidad de todos**

- 
- **Cambio climático actual**
  - Observaciones y registros
  - Proceso de adaptación: una responsabilidad de todos

+CO<sub>2</sub>  
+O<sub>2</sub>



### *Equilibrio climático del carbonífero*

1500-350 ppm CO<sub>2</sub> y 35% O<sub>2</sub>  
(Berner, 1999)



### *Equilibrio climático actual*

398 ppm CO<sub>2</sub> y 21% O<sub>2</sub>  
(Banicevich et al. 1998)



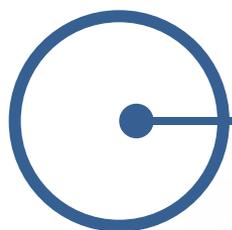
2025



El carbono  
atmosférico es  
“secuestrado” por  
las estructuras  
orgánicas.

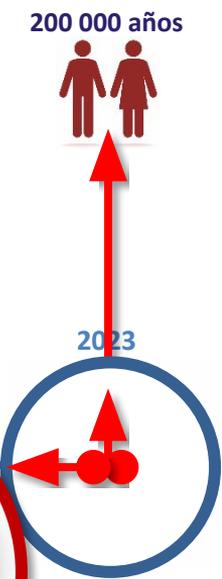
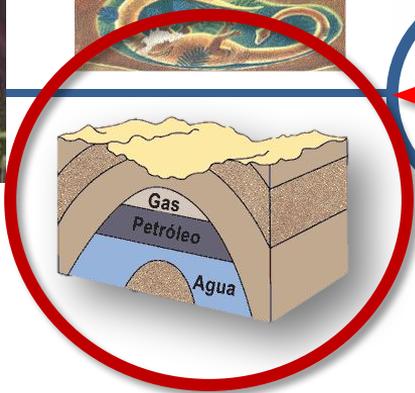
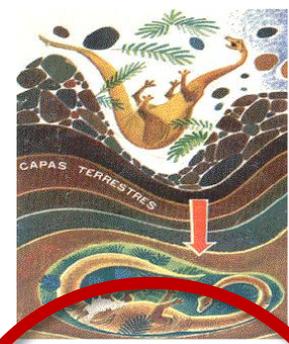
Período Carbonífero...hace 370 millones de años

+CO2  
+O2



364 ma. Extinción masiva por P. Mantélica

250 ma. Extinción masiva por asteroide



Período Carbonífero 370 millones de años

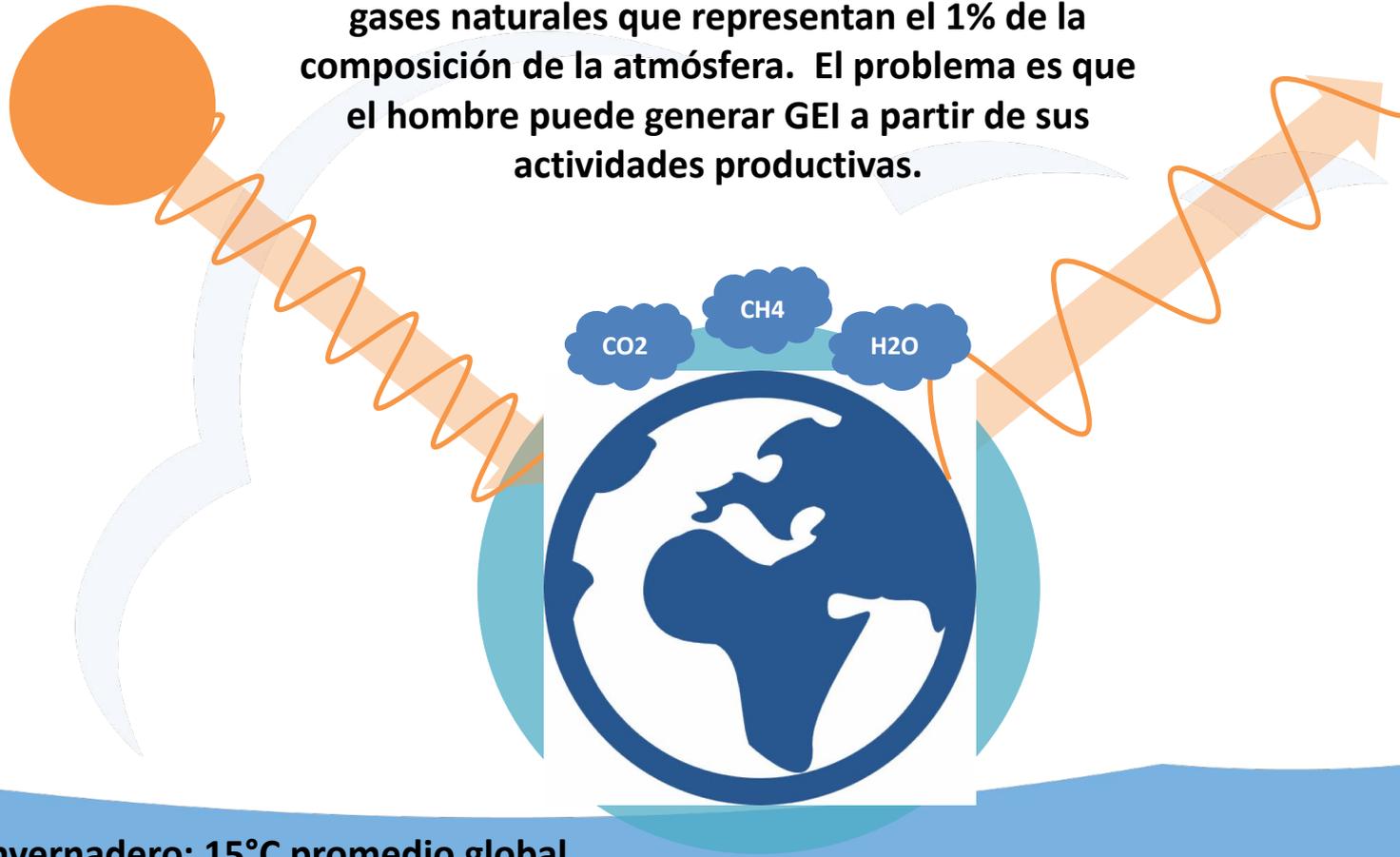
La estimación actual es que quedan alrededor de 50-60 años de petróleo

Según los estudios realizados por expertos en energía y medio ambiente, se estima que actualmente quedan alrededor de **50-60 años** de petróleo en los yacimientos conocidos. Esta cifra puede variar dependiendo de varios factores, como el aumento de la demanda energética, el descubrimiento de nuevos yacimientos y el avance de las tecnologías de extracción.

**Si la era industrial se inició en 1850 y las reservas de petróleo durarán 50 años...en menos de 300 años estaremos devolviendo a la atmósfera una cantidad de CO2 que le tomó al planeta millones de años en acumular bajo tierra...**

**La concentración atmosférica de un gas que no representa más del 1% del total, puede afectar el clima del planeta?.**

Este equilibrio energético se mantiene gracias a gases naturales que representan el 1% de la composición de la atmósfera. El problema es que el hombre puede generar GEI a partir de sus actividades productivas.



**Efecto Invernadero: 15°C promedio global**

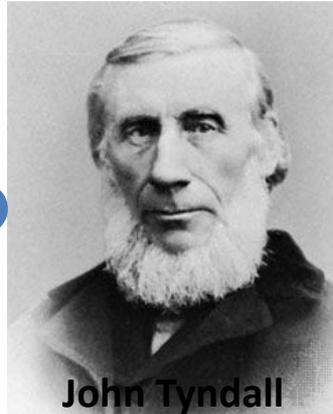


**Svante Arrhenius**  
1896

La temperatura del planeta se elevaría si la concentración de CO2 se duplica



**Eunice Foote**  
1856



**John Tyndall**  
1859

ART. XXXI.—*Circumstances affecting the Heat of the Sun's Rays;*  
by EUNICE FOOTE.

(Read before the American Association, August 23d, 1856.)

MY investigations have had for their object to determine the different circumstances that affect the thermal action of the rays of light that proceed from the sun.

Several results have been obtained.

First. The action increases with the density of the air, and is diminished as it becomes more rarified.

The experiments were made with an air-pump and two cylindrical receivers of the same size, about four inches in diameter and thirty in length. In each were placed two thermometers, and the air was exhausted from one and condensed in the other. After both had acquired the same temperature they were placed in the sun, side by side, and while the action of the sun's rays rose to 110° in the condensed tube, it attained only 88° in the other. I had no means at hand of measuring the degree of condensation or rarefaction.

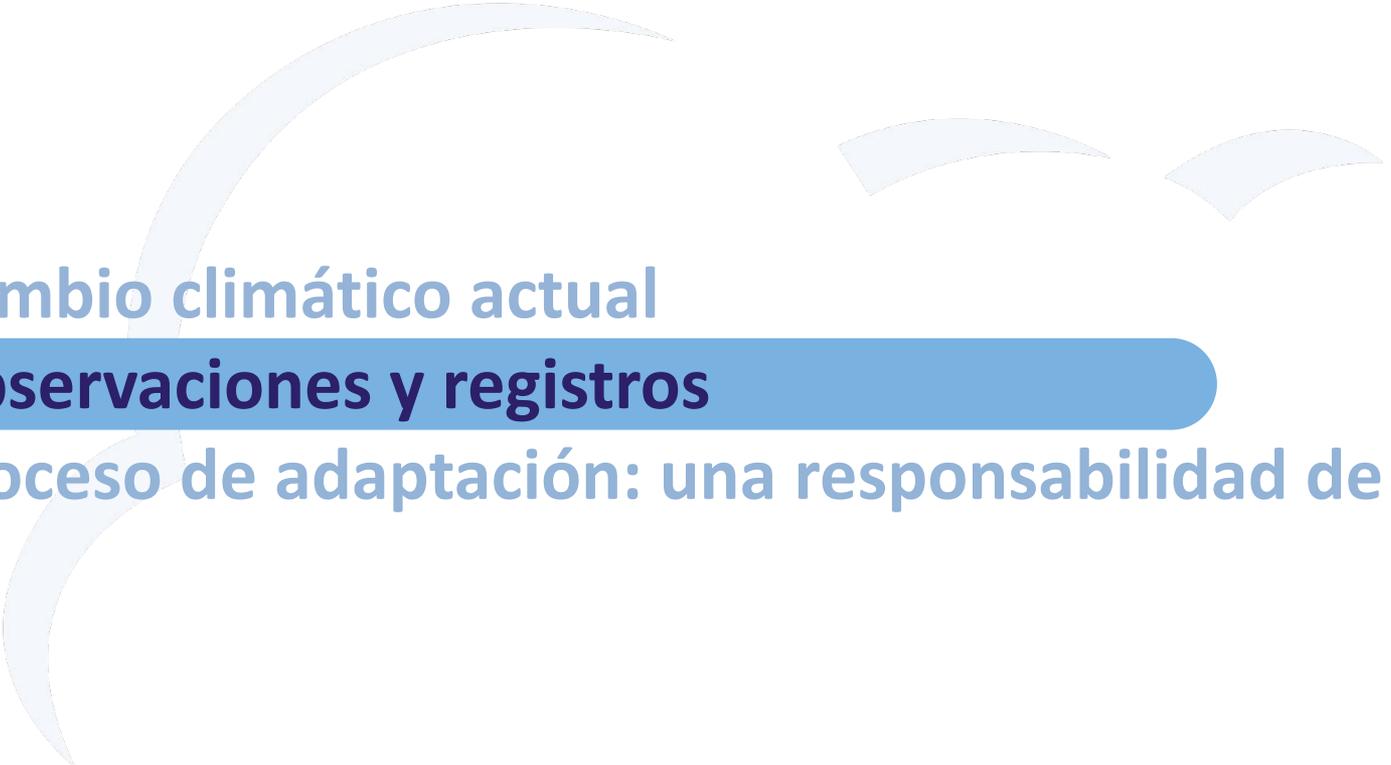
The observations taken once in two or three minutes, were as follows:

Exhausted Tube		Condensed Tube.	
In shade.	In sun.	In shade.	In sun.
75	80	75	80
76	82	78	95
80	82	80	100
83	86	82	105
84	88	85	110

This circumstance must affect the power of the sun's rays in

# Cambio climático

**Si la teoría del cambio climático actual  
tiene bases científicas demostrables,  
entonces deberíamos de ver algunas  
observaciones relacionadas?**

- 
- Cambio climático actual
  - **Observaciones y registros**
  - Proceso de adaptación: una responsabilidad de todos

**Svante Arrhenius,**  
Teoría



1896

**Charles Keeling,**  
curvas de Keeling



1957



Sahel...Cambio climático???

1979

1988

1994

**Mann et al,**  
1998



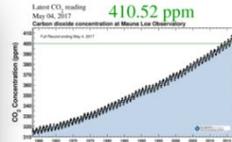
2000



**J. Fourier**  
1820

**J. Tyndall**  
1859

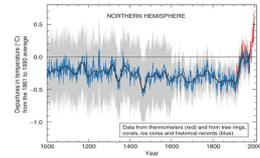
**Eunice Foot**  
1856

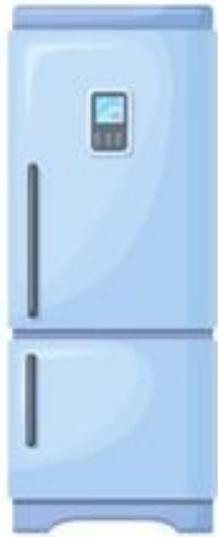


**Conferencia Mundial sobre Clima OMM**

**IPCC**  
1988

**CMCC**  
1994





## Síndrome de la refri chocha







criósfera

...: alaciar Yanamarey

**La República**

ÚLTIMAS NOTICIAS POLÍTICA ECONOMÍA SOCIEDAD DEPORTES ISRAEL VS IRÁN ESPECTÁCULOS

● Sigue las noticias de La República en WhatsApp: Únete AQUÍ

Sociedad

18 FEB 2024 | 10:08 H

## Perú perdió 94.000 hectáreas de glaciares en 40 años

Cambio climático. Un estudio del Instituto del Bien Común (IBC), que monitoreó el retroceso de los glaciares peruanos entre 1985-2022, precisa que en ese lapso se perdió casi la mitad de esas montañas nevadas. El efecto de esa pérdida es la escasez de agua a futuro y la afectación a poblaciones, humedales, pastizales y otros ecosistemas.

Así lucía el nevado Yanamarey en 2007 (de la Autoridad Nacional del Agua)

Fuente: <http://www.abc.org.pe/actualidad/2023/02/16/proyeccion-de-los-glaciares-peruanos>

newsid\_6368000/6368609.stm Revisado 16.02.2007

# La criosfera en Costa Rica y centroamérica?



criósfera



- **Tucanes en zona de quetzales**
- **Serpientes de bajura en zona de volcanes**
- **Plagas en zonas altas**
- **Floración adelantada**
- **Desaparición del sapito dorado**
- **Disminución de poblaciones de reptiles**
- **Desproporción de sexos en caimanes**

nuevo punto de condensación









hidrósfera

## Inundaciones mareales en "El Puerto"

1998, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2025...

com  
**nación**

San José, Costa Rica.  
Miércoles 18 de marzo, 1998

• CNE ya decretó alerta  
**MAREAS PELIGROSAS**

Vanessa Román  
vromirez@diar  
Fotos: Marvin  
Johnny Mendi

En esta ocasión  
es común en  
olas que llegan  
como Puntarenas

La marea de  
horas de la  
cerca de  
los pescadores  
de sus cam

Los olas a  
incluso la  
lanchas q  
playa.

Los sitios  
Puntarenas  
reporte

Publicidad

**NACIONAL**  
ercción por m

Mar  
Este

ACTUALIZADO

Experto



**Puntarenas, 2025**

\* Barrios y comercios afectados  
**PUNTARENAS INUNDADO POR MAREA ALTA**

HAZAR  
m  
s, corresponsal

ESPAÑA | AMÉRICA | BRASIL | CATALUÑA

**NACIONAL**

ESTE PRÓXIMO ASIA ÁFRICA

sta

OTRAS INF

- Los gura
- En el reir
- Las tortu
- 10 play

ÚLTIMAS N

Un tribu  
pago de  
millones

ANDREU M

El empres

CALIFICACIÓN: ...

GABRIELA VARGAS L Y ANDRÉS GARITA | COLABORADORA Y CORRESPONSAL G...  
**Caldera, Esparza. Olas de tres metros y una marea alta provocaron la evacuación de 250 personas de 35 viviendas que fueron inundadas.**

IMAGENES/FOTOS

El incidente ocurrió ayer, a las 5 a. m., unos 300 metros norte de la escuela de Caldera de Esparza, Puntarenas.

"El día de mañana (18/03) se confirmó, desde las 5 de la tarde se comenzaron a dar mareas con olas hasta de 3 metros. También para esta mañana alrededor de las 5.30 a.m. (9,8 pies) y a las 6.04 p.m. (10,2 pies). Para el jueves, la primera será a las 6.26 a.m. (9,2 pies) y la segunda a las 6.53 p.m. (9,7 pies). Algunos vecinos fueron precavidos y construyeron sus viviendas en alto.



Instituto Meteorológico Nacional  
Fundado en 1888

COSTA RICA



hidrósfera



Esto es adaptación???

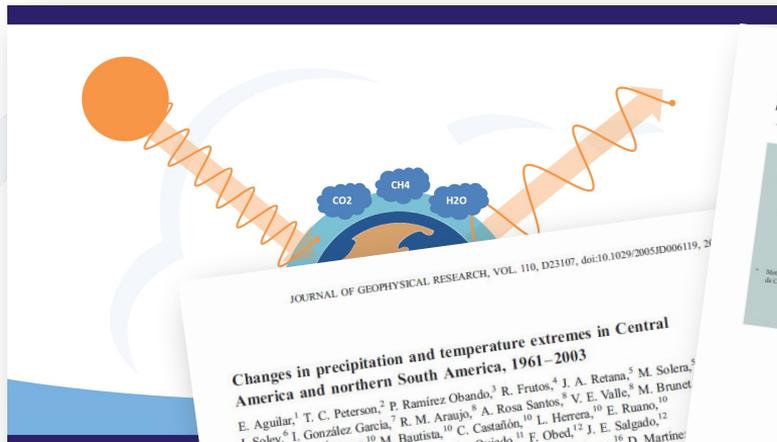






atmósfera

La radiación de Onda Larga se da mayormente durante el día y el clima climático obedece a esta radiación importante será la temperatura nocturna.



### Changes in precipitation and temperature extremes in Central America and northern South America, 1961–2003

E. Aguilar,<sup>1</sup> T. C. Peterson,<sup>2</sup> P. Ramírez Obando,<sup>3</sup> R. Frutos,<sup>4</sup> J. A. Retana,<sup>5</sup> M. Solera,<sup>5</sup> J. Soley,<sup>6</sup> I. González García,<sup>7</sup> R. M. Araujo,<sup>8</sup> A. Rosa Santos,<sup>9</sup> V. E. Valle,<sup>8</sup> M. Brunet,<sup>10</sup> L. Aguilar,<sup>9</sup> L. Álvarez,<sup>10</sup> M. Bautista,<sup>10</sup> C. Castañón,<sup>10</sup> L. Herrera,<sup>10</sup> E. Ruano,<sup>10</sup> J. J. Sinay,<sup>10</sup> E. Sánchez,<sup>10</sup> G. I. Hernández Oviedo,<sup>11</sup> F. Obed,<sup>12</sup> J. E. Salgado,<sup>12</sup> J. L. Vázquez,<sup>13</sup> M. Baca,<sup>14</sup> M. Gutiérrez,<sup>14</sup> C. Centella,<sup>15</sup> J. Espinosa,<sup>16</sup> D. Martínez B. Olmedo,<sup>15</sup> C. E. Ojeda Espinoza,<sup>18</sup> R. Núñez,<sup>18</sup> M. Haylock,<sup>19</sup> H. Benavides,<sup>20</sup> and R. Mayorga<sup>20</sup>

Received 22 April 2005; revised 2 August 2005; accepted 20 September 2005; published 6 December 2005.

[1] In November 2004, a regional climate change workshop was held in Guatemala. The goal of analyzing how climate extremes had changed in the region. Scientists from Central America and northern South America brought long-term daily temperature and precipitation time series from meteorological stations in their countries to the workshop. After undergoing careful quality control procedures and a homogeneity assessment, the data were used to calculate a suite of climate change indices over the 1961–2003 period. Analysis of these indices reveals a general warming trend in the region. The occurrence of extreme warm maximum and minimum temperatures has increased while extremely cold temperature events have decreased. Precipitation indices were correlated and expected spatial variability, indicate that although no significant increases in total amount are found, rainfall events are intensifying and the contribution of wet and very wet days are enlarging. Temperature and precipitation indices were correlated with northern and equatorial Atlantic and Pacific Ocean sea surface temperatures. However, those indices having the largest significant trends (percentage of warm days) have low correlations to precipitation intensity, and contribution from very wet days) have low correlations to precipitation intensity, and contribution from very wet days) have low correlations to precipitation intensity. Additionally, precipitation indices show a higher correlation with tropical Atlantic sea surface temperatures.

Citation: Aguilar, E., et al. (2005), Changes in precipitation and temperature extremes in Central America and northern South America, 1961–2003, *J. Geophys. Res.*, 110, D23107, doi:10.1029/2005JD006119.

## Revista de CIENCIAS AMBIENTALES Tropical Journal of Environmental Sciences

¿Cambio climático o variabilidad climática? Historia, ciencia y política en el clima mesoamericano  
Climate Change or Climate Variability? History, Science and Politics in the Mesoamerican Climate

Daniel Poler

Atmósfera, Instituto Meteorológico Nacional de Costa Rica, Estación de la Secretaría de Ciencias de la Universidad de Costa Rica, dpoler@imn.ac.cr

Director y Editor:  
Dr. Sergio A. Molina-Muñoz

Consejo Editorial:  
Dra. Mónica Araya Salas, Costa Rica Limpia, Costa Rica  
Dr. Gerardo Andrés Rodríguez, SFS y UCR, USA y Costa Rica  
Dr. Manuel Guariguata, CIB-OR-Puri  
Dr. Loko Hill, CITE, Costa Rica  
Dr. Arturo Sánchez Azofeifa, Universidad de Alberta-Canadá

Asistente:  
Rebeca Bolaños-Cerdas

Editorial de la Universidad Nacional de Costa Rica (EUNA)  
Editorial:  
UNA  
UNIVERSIDAD NACIONAL



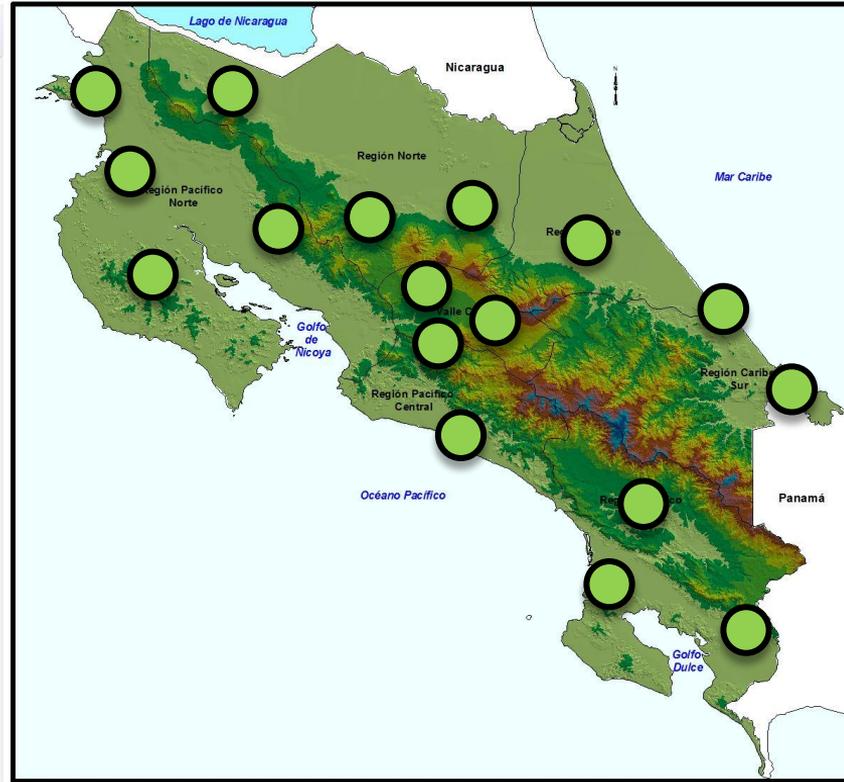
Los artículos publicados en esta revista son de dominio público. Se permite su reproducción y uso en cualquier medio electrónico o impreso, siempre y cuando se cite la fuente y el autor de los artículos.

# Observaciones en Costa Rica

## Temperaturas nocturnas



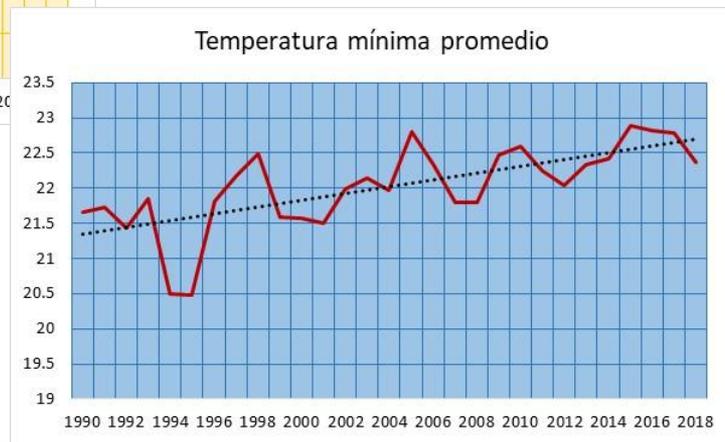
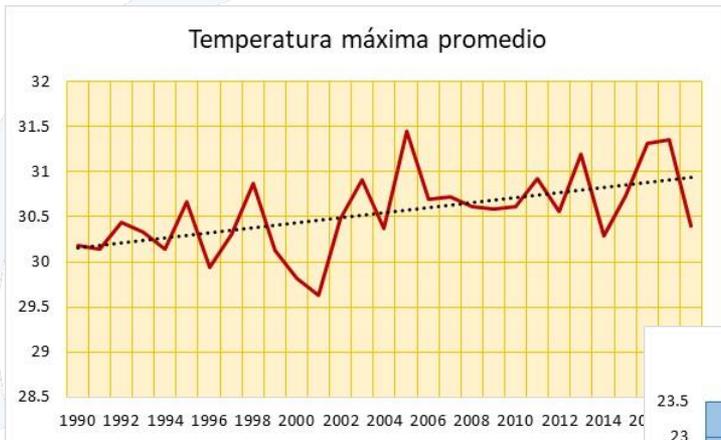
atmósfera





atmósfera

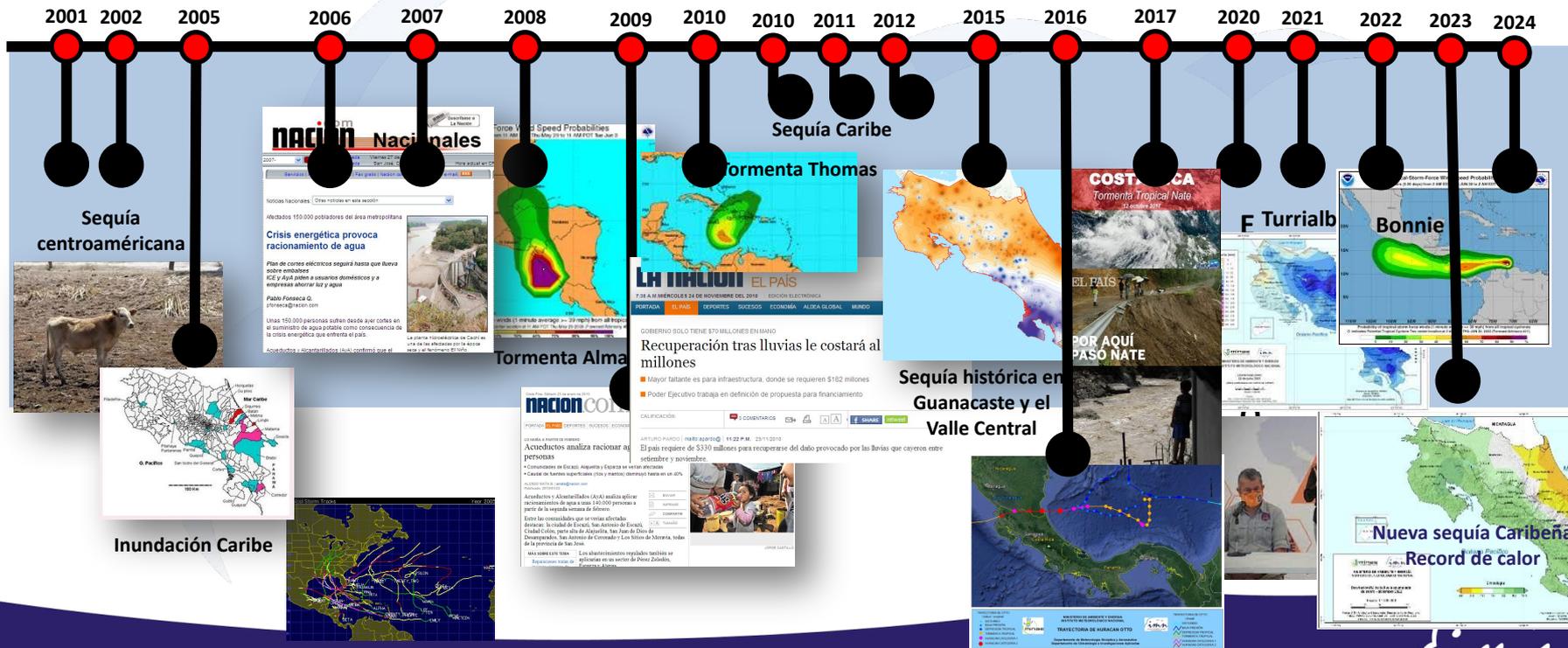
## Temperaturas en Sarapiquí

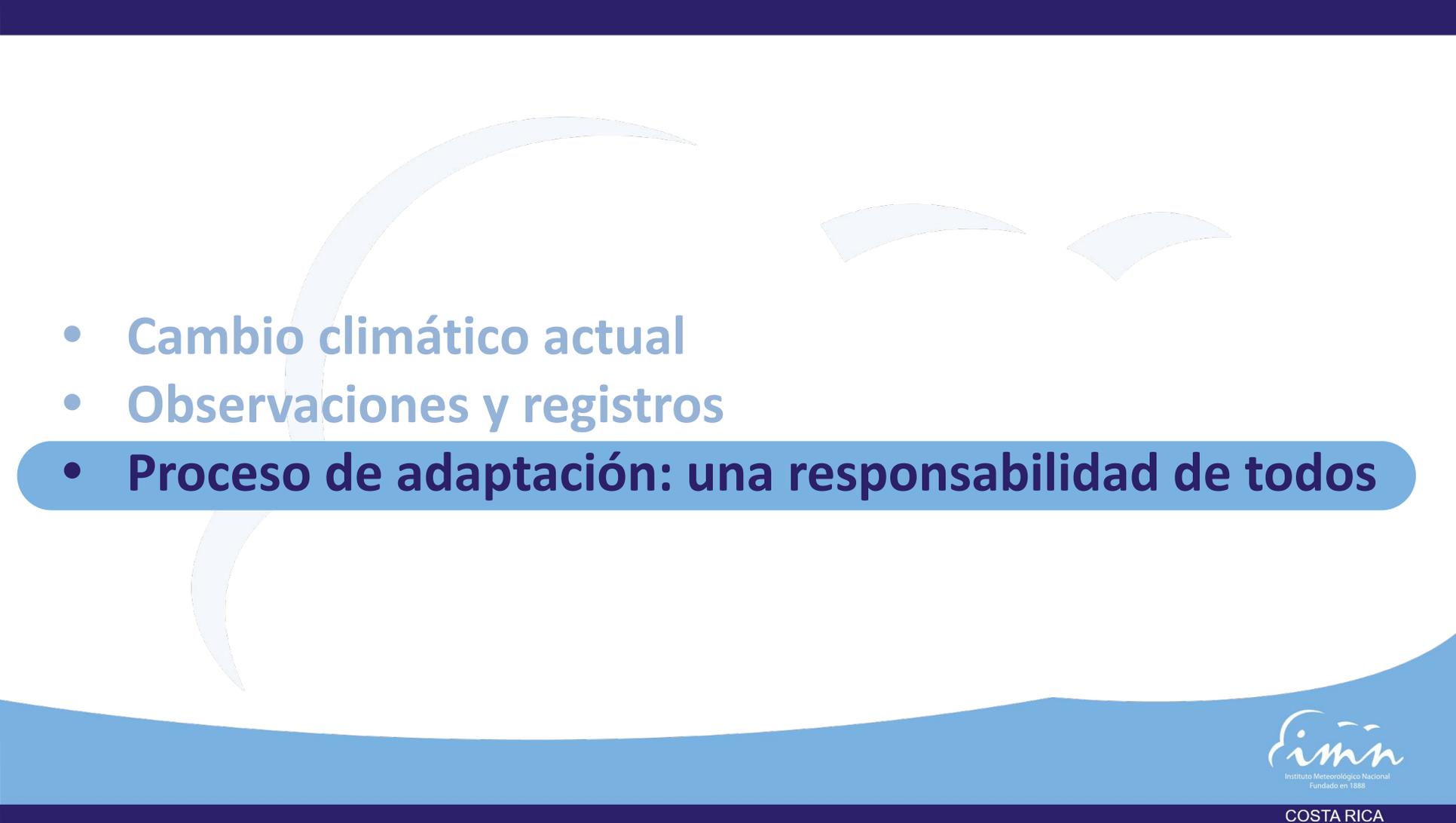


**Según el IPCC (2021) una de las características del cambio climático actual es el aumento en la frecuencia de algunos eventos hidrometeorológicos extremos.**

# Eventos extremos mayores 2000-2024 en Costa Rica

En noviembre se rompe varios records de lluvia.  
El noviembre más lluvioso en San Jose en 130 años



- 
- Cambio climático actual
  - Observaciones y registros
  - **Proceso de adaptación: una responsabilidad de todos**

## ...el concepto de adaptación según IPCC...

La adaptación se define como los **ajustes** de los sistemas humanos o naturales frente **a entornos nuevos o cambiantes**. Son respuestas a estímulos climáticos proyectados o reales, que pueden **moderar el daño** o aprovechar sus aspectos beneficiosos. Además, el IPCC define la capacidad adaptativa al clima, como la facilidad para ajustarse a la variabilidad, eventos extremos y al cambio climático con el fin de moderar los daños, **aprovechar las consecuencias positivas y soportar las consecuencias negativas**.

(IPCC 2014)



# ...el concepto de adaptación según IPCC...



moderar el daño



ajustes

a entornos nuevos o cambiantes.



aprovechar las

consecuencias positivas y soportar las consecuencias negativas.

(IPCC 2014)

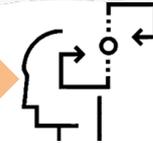


# Qué pasa si no se cumplen los supuestos?...

- **Ajustes**



Transformación



- **Entornos nuevos o cambiantes**



Cambio lento



- **Moderar el daño**



Siempre hay pérdidas

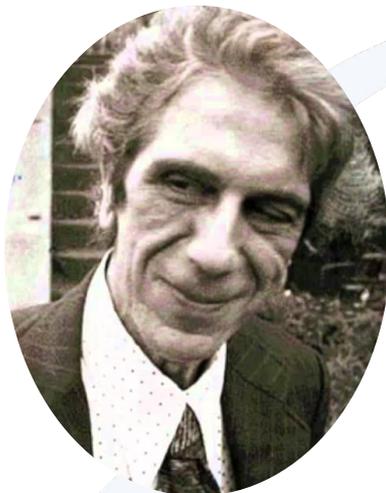


- **Aprovechar las consecuencias positivas y soportar las consecuencias negativas.**



No hay ganancias





**Constantino Láscaris**

**“Lo que se ve todos los días se  
vuelve invisible”.**

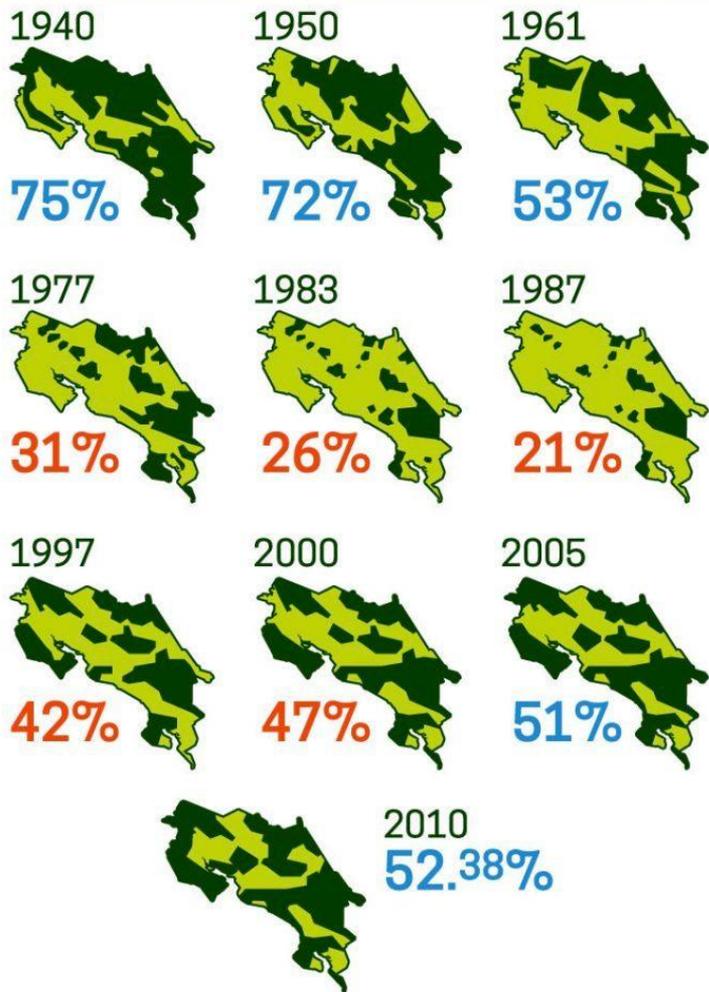


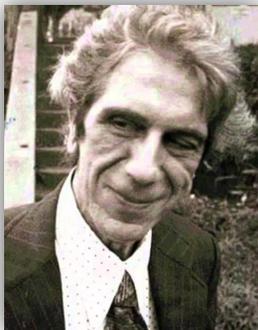
**Jorge Manuel Dengo**



20 de octubre de 1978 a las 12 mediodía se cierra la compuerta y da inicio el llenado de lo que hoy es el Lago Arenal.

# Cobertura boscosa en Costa Rica



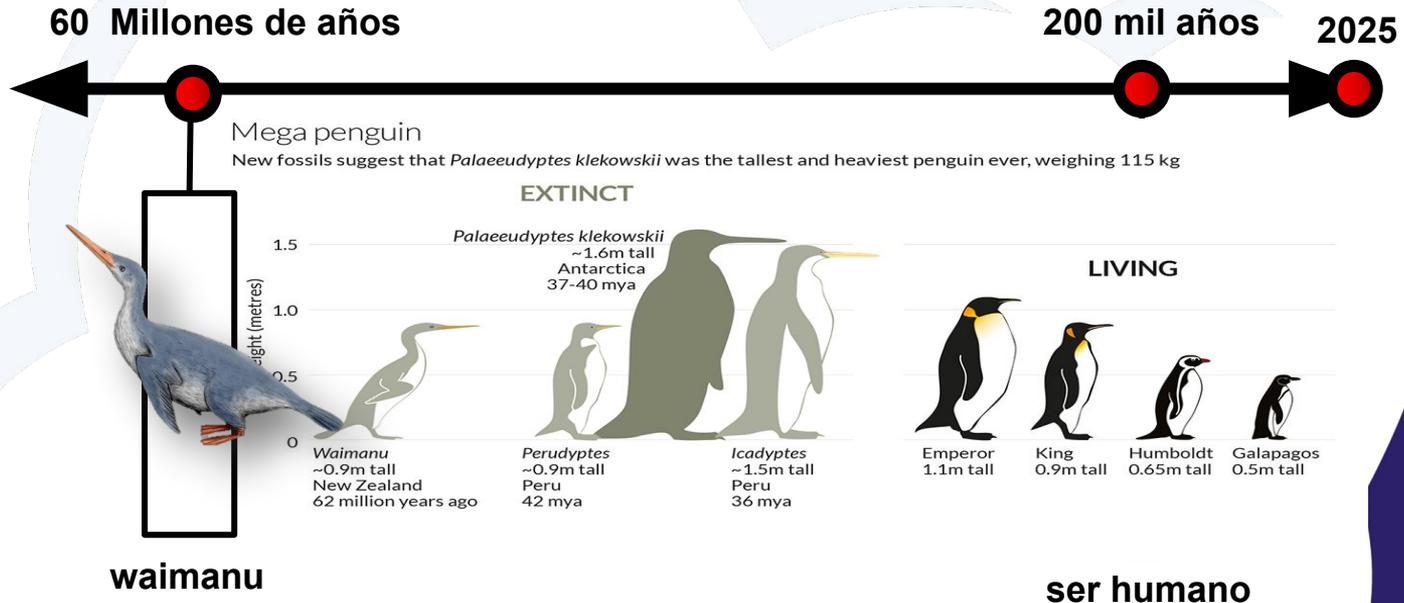


- **Pensamiento**
- **Obras**
- **Cultura**

**Botiquín de adaptación ante el cambio climático**

**La adaptación desde el punto de vista sistémico, a partir de la experiencia de especies que se han debido de adaptar a situaciones climáticas cambiantes**

# Adaptación autónoma





# Comprendiendo la ruta estratégica

## 1. La naturaleza nos enseña:

1.1. Proceso lento

1.2. Integral al cambio

1.3. Transformaciones profundas

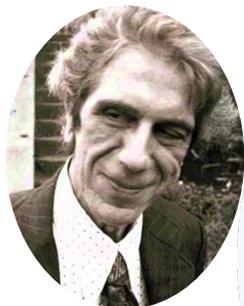
1.4. Exitosa solo si se reproduce

2. La mejor forma de reproducción de experiencias es la educación: sin memoria no hay aprendizaje ni adaptación. **La educación se vuelve cultura.**

3. Adaptación matemáticamente competente

- **Dimensiones para ser matemáticamente competente**

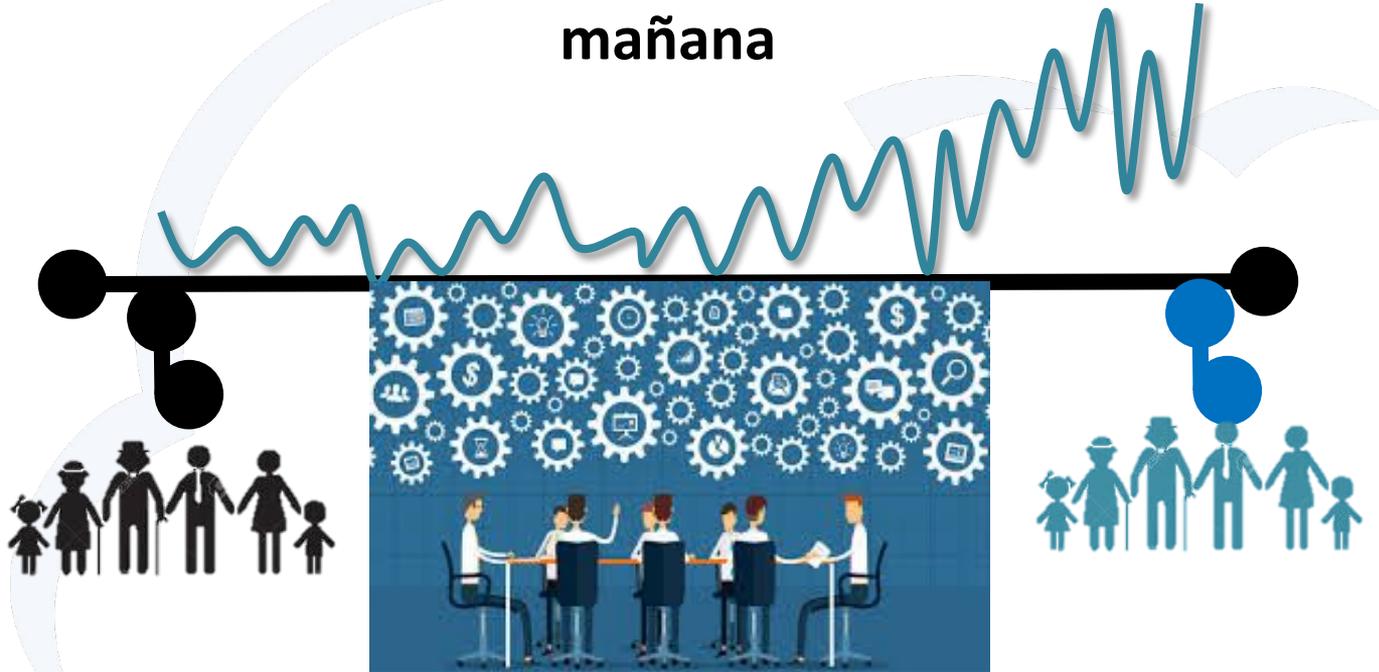
Linaris (2003)



- **Conceptual: comprendo la verdad...(pensamiento)**
- **Procedimental: cuál método, cómo usarlo, métrica...(obras)**
- **Uso de estrategias: clave...ser muy racional...chispa!!!**
- **Comunicativo: definiendo y argumentando el método**
- **Aptitud: cuando me identifico y me gusta hacerlo... (cultura)**



**Adaptarse es un camino que empezamos hoy nosotros para que otros lo continúen mañana**



**Tiempo para gestionar el riesgo y diseñar las bases de adaptación para generaciones futuras**

# Enfoques adaptación

## Fomento de capacidades

ABC

ABE

Integral

## Gestión de recursos

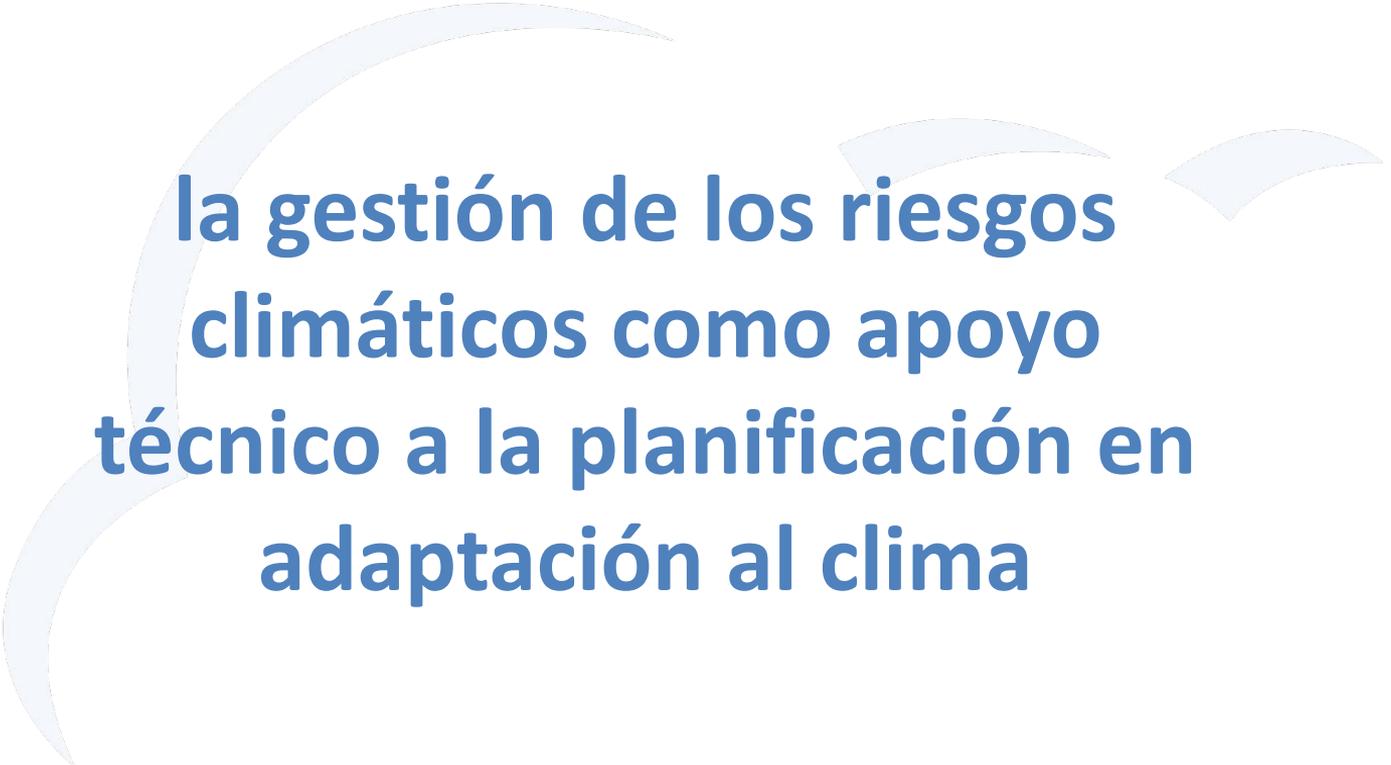
Hídricos

Infraestructura

Riesgo

desarrolla fortalezas antes que poner en marcha adaptaciones tecnológicas. Mejora la capacidad adaptativa de una población al tiempo que se diseñan e implementan adaptaciones particulares

actualmente es posible encontrar múltiples enfoques y tipos de adaptación: urbana, estructural, integral, sectorial, sistémica.



**la gestión de los riesgos  
climáticos como apoyo  
técnico a la planificación en  
adaptación al clima**

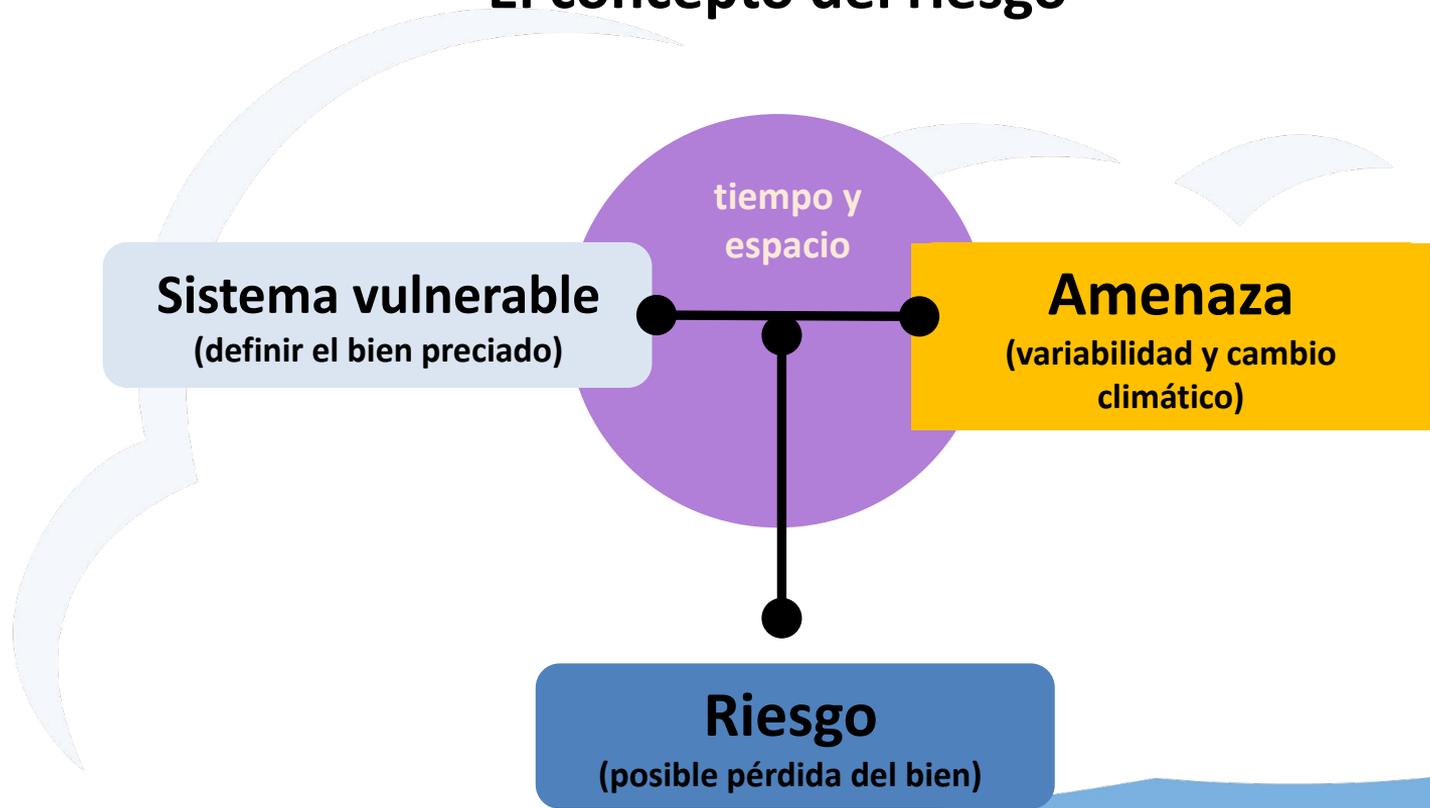
## ...el origen de la situación de riesgo...



Es probable que el escenario o la situación de riesgo, naciera a partir del **“miedo a perder”**, asociado a las eventualidades en el antiguo comercio marino. El comerciante embarca sus productos con el fin de ganar, pero asume la posibilidad de que en el traslado sucedan eventualidades que lo hagan perder (Santos, 2016).



# El concepto del riesgo

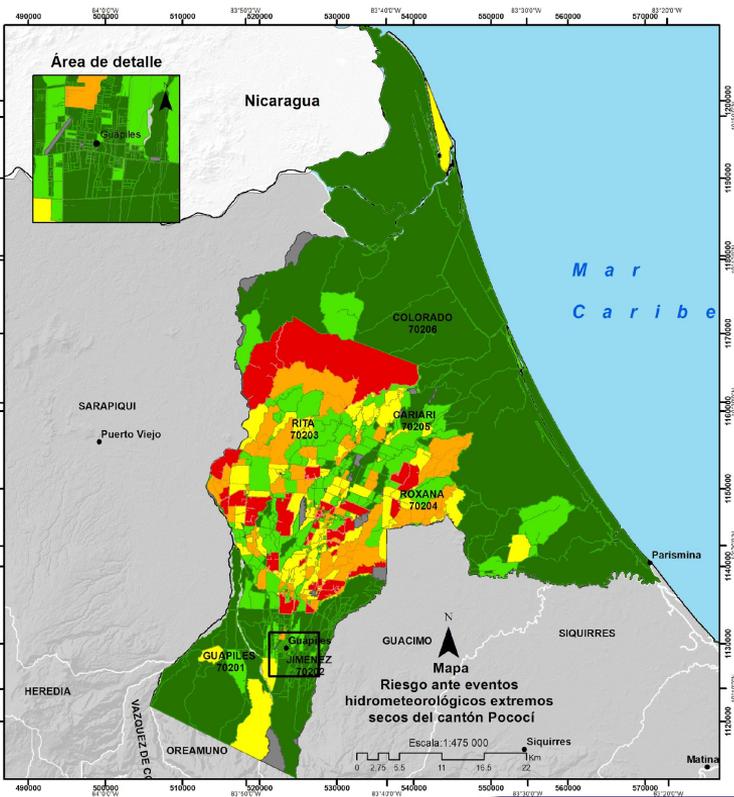
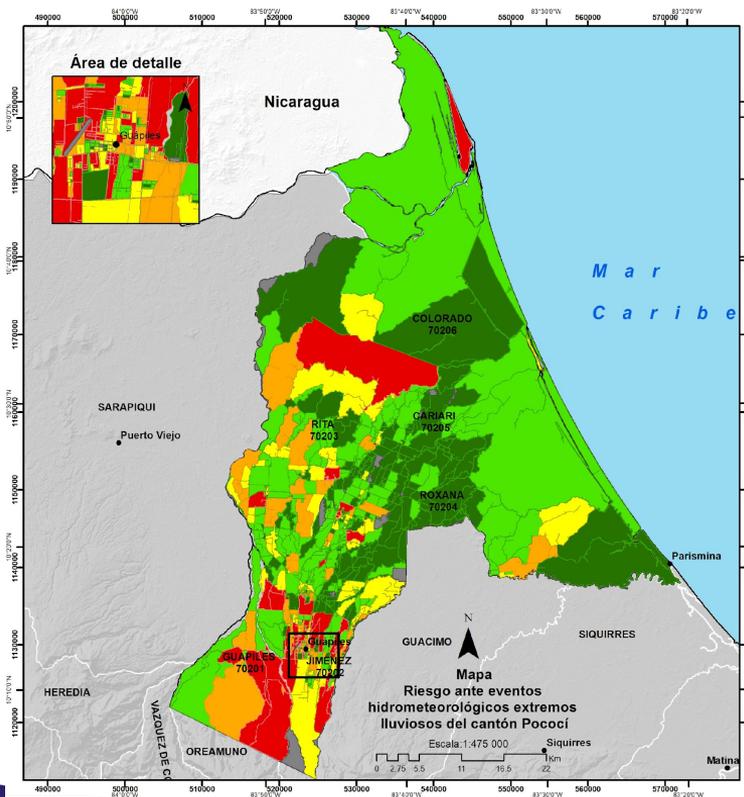




- **Chávez (2018)**

# Riesgo lluvioso

# Riesgo seco



Ministerio de Ambiente y Energía  
Instituto Meteorológico Nacional

Departamento de Climatología  
e Investigaciones Aplicadas



Mapa:

**Riesgo ante eventos hidrometeorológicos extremos secos del cantón Pocosí**

Proyecto:  
Fortalecimiento de las capacidades de Asociaciones de Acueductos Rurales (ASADARs) para enfrentar riesgos del Cambio Climático en comunidades con estrés hídrico en el Norte de Costa Rica

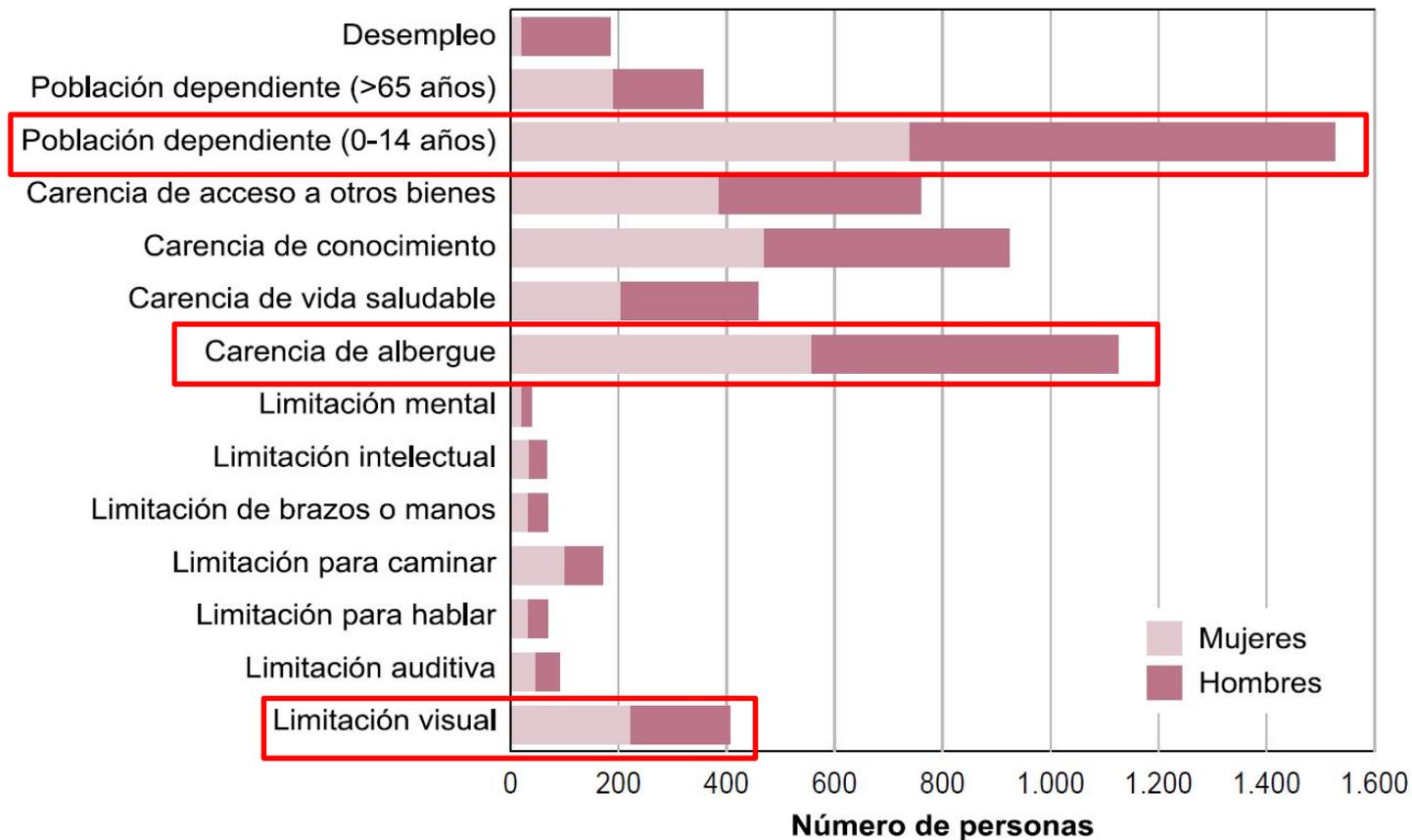
Simbología



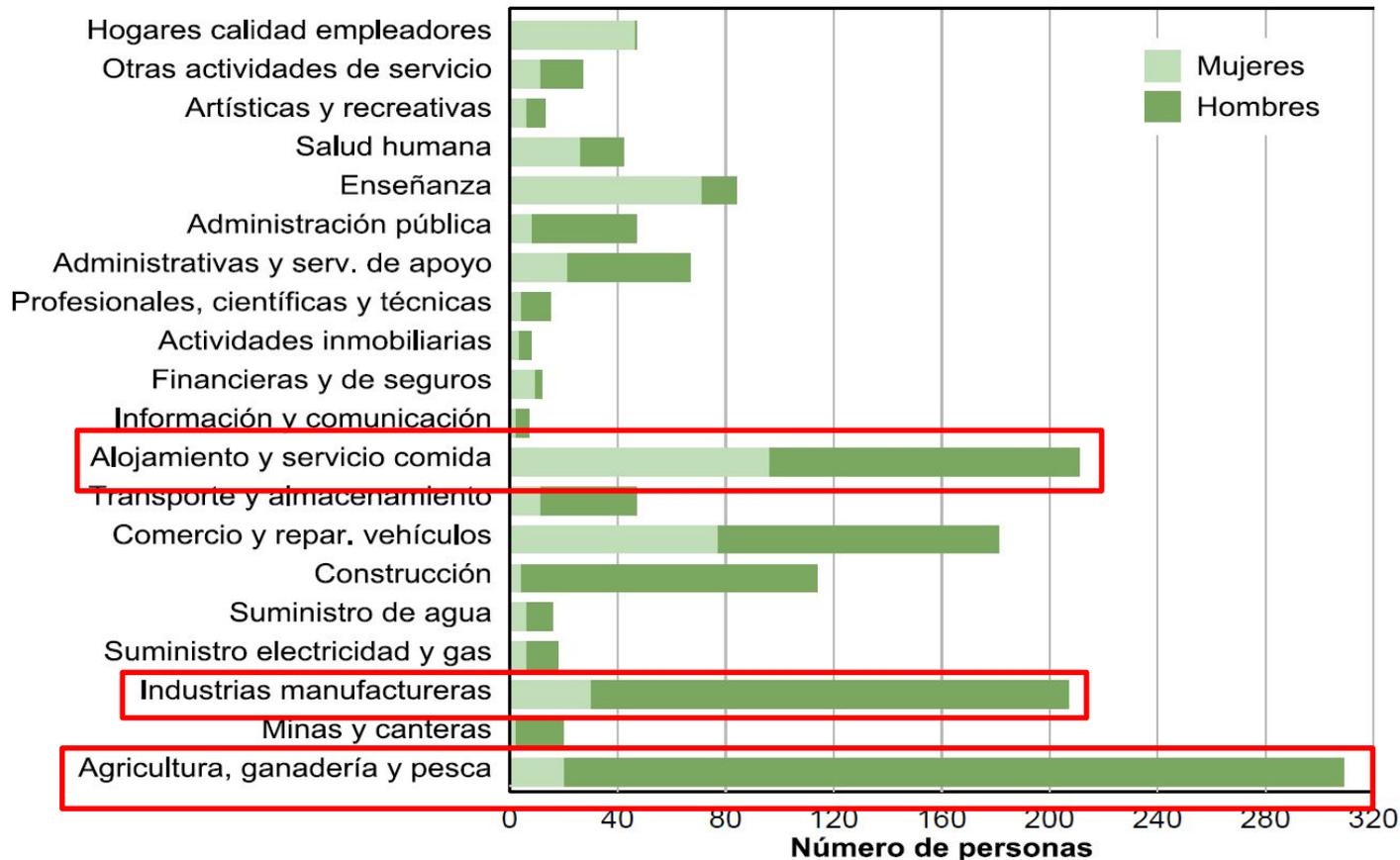
Ubicación geográfica del cantón Pocosí

Proyección: Transversal de Mercator para Costa Rica CRT8005  
Elipsocilíndrico WGS84  
Fuente: IMN, 2016; INEC, 2012  
Elaboró: Departamento de Climatología e Investigaciones Aplicadas - Unidad de SIG, 2020.

# Riesgo ante eventos extremos lluviosos



# Riesgo ante eventos extremos lluviosos





**Muchas gracias**

[jretana@imn.ac.cr](mailto:jretana@imn.ac.cr) 86043964