

El cambio climático y sus efectos en la región Trifinio

Raúl Maas Ibarra
Director Iarna
remaas@url.edu.gt

- Breve marco conceptual
- Causas del cambio climático actual
- Factores que determinan el clima en C.A.
- Escenarios de cambio climático en Guatemala
- Efectos del cambio climático en el Trifinio
- Reflexiones finales



Breve marco conceptual

Ambiente natural: todo lo que nos rodea.

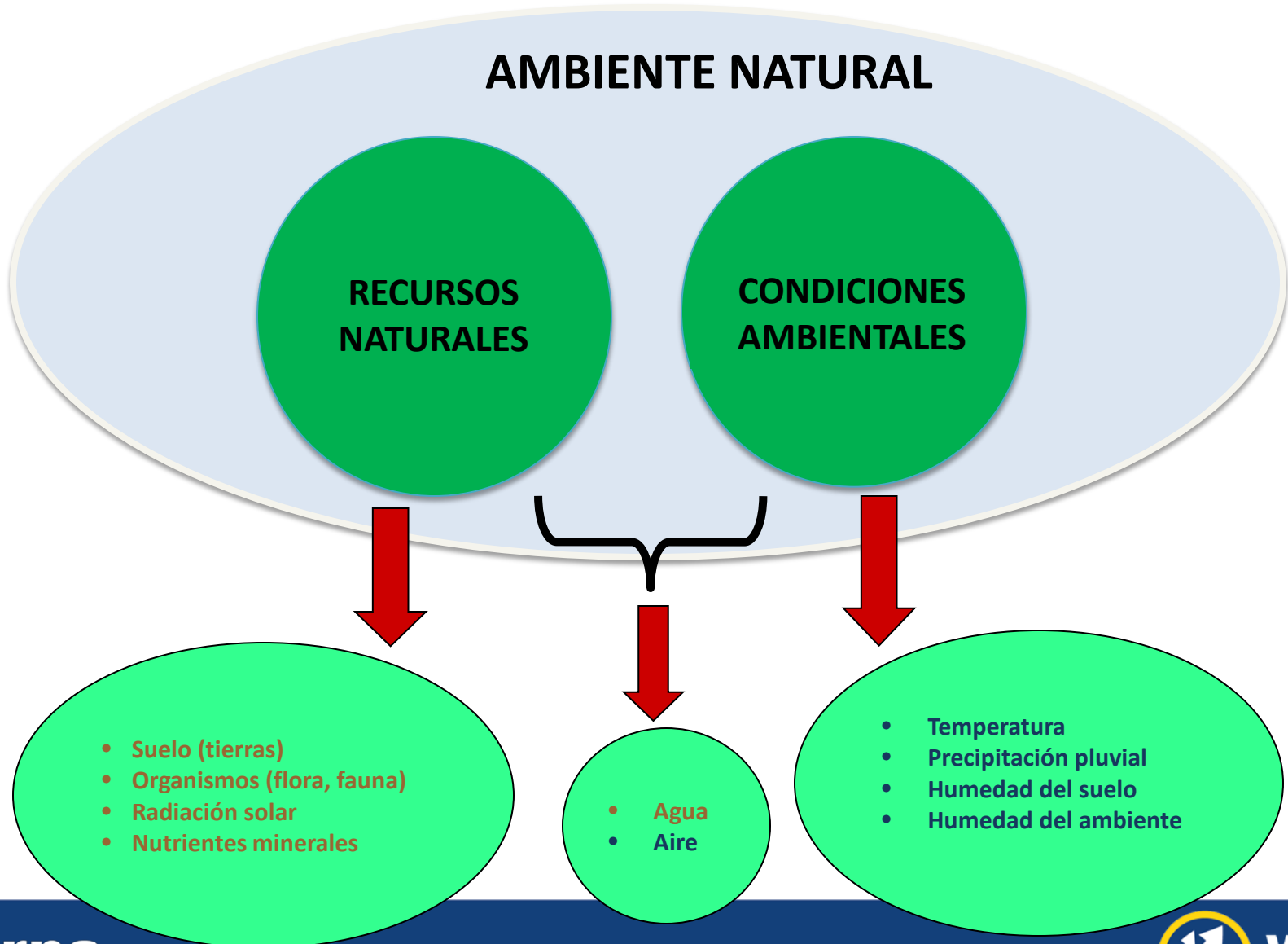
Recursos Naturales: factores con origen en procesos naturales que escapan al control del ser humano. Los procesos que los originan pueden ser biológicos, geológicos o químicos.

Estructura

- Biológicos
- Minerales
- Energéticos
- Ambientales

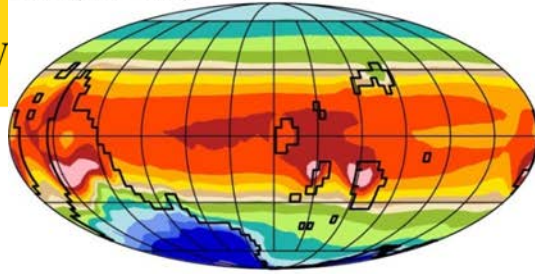
Temporalidad de uso

- No renovables
- No renovables con servicios reciclables
- Renovables

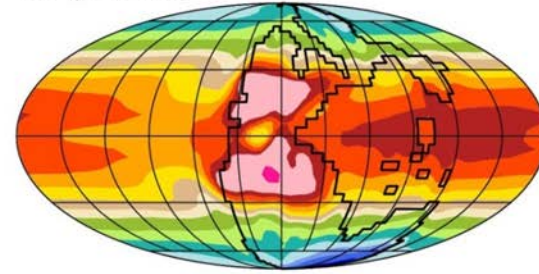


- **Condiciones ambientales:** Son factores abióticos (sin vida). Los seres vivos presentan reacciones ante los distintos cambios de éstos. Su magnitud varía en el espacio y en el tiempo.
- **Clima:** Condición ambiental, producto de la interacción de variables atmosféricas (T° , pp, Hr, Pa, viento) con otras variables como ubicación (latitud y longitud; altitud) y algunos elementos determinantes como geomorfología, hidrografía, proximidad a océanos, entre otros. Hay una significativa variabilidad climática.

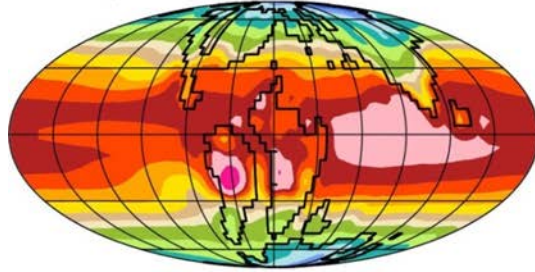
Ord (445 Ma)



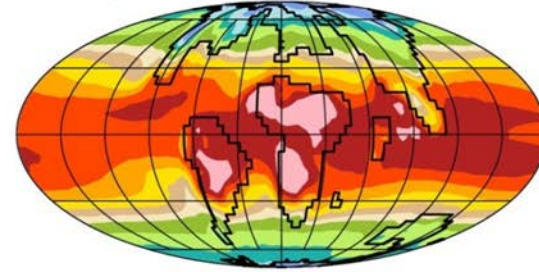
P/T (250 Ma)



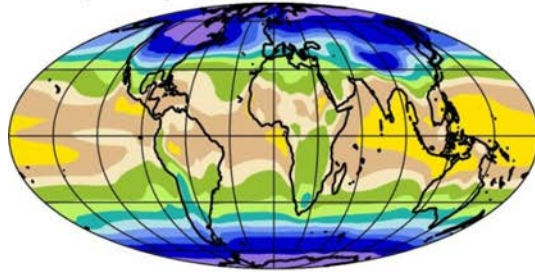
Cretac (100 Ma)



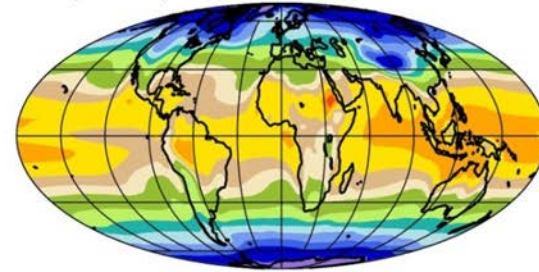
PETM (55 Ma)



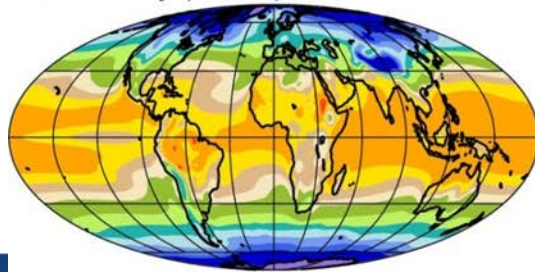
LGM (21 ka)



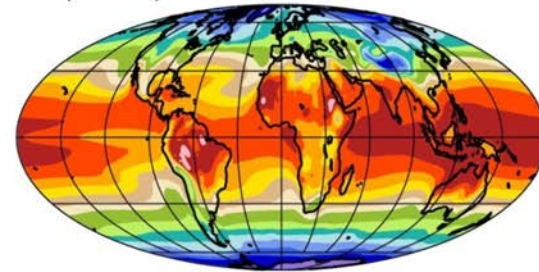
LIA (1800s)



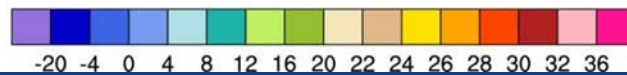
Present Day (1990s)



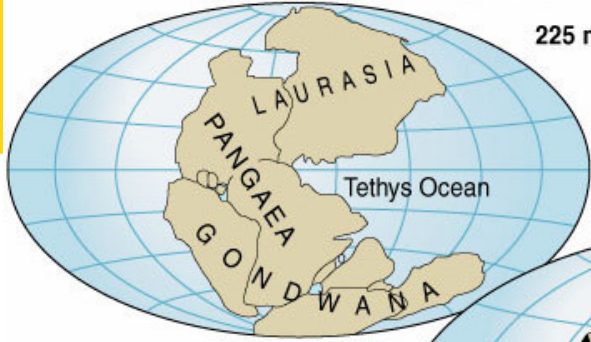
A2 (2090s)



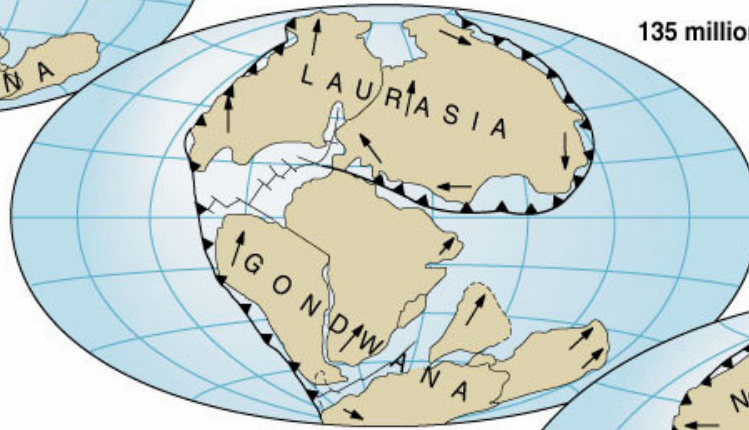
°C Surface Air Temperature



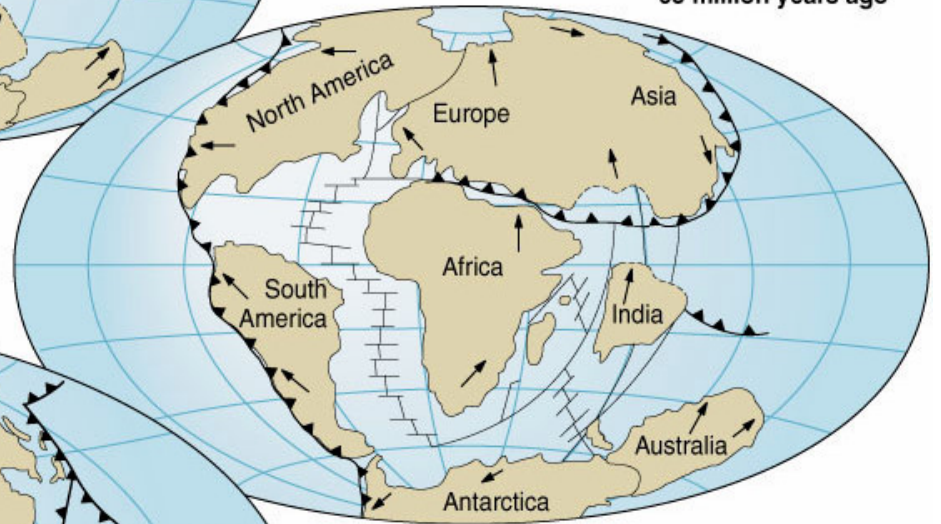
225 million years ago



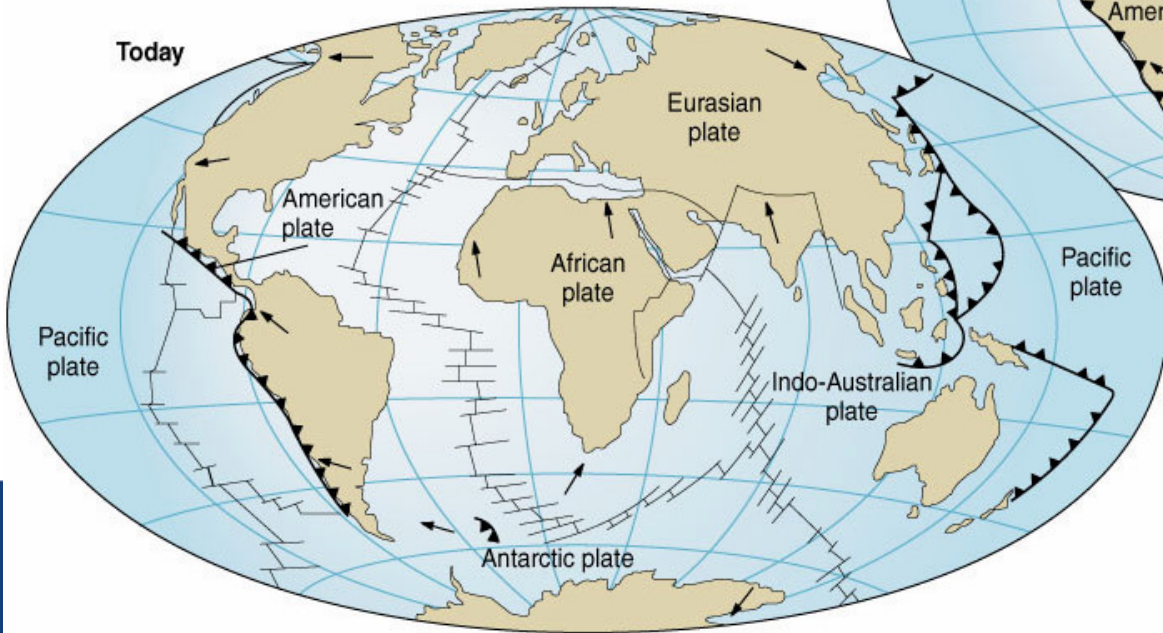
135 million years ago

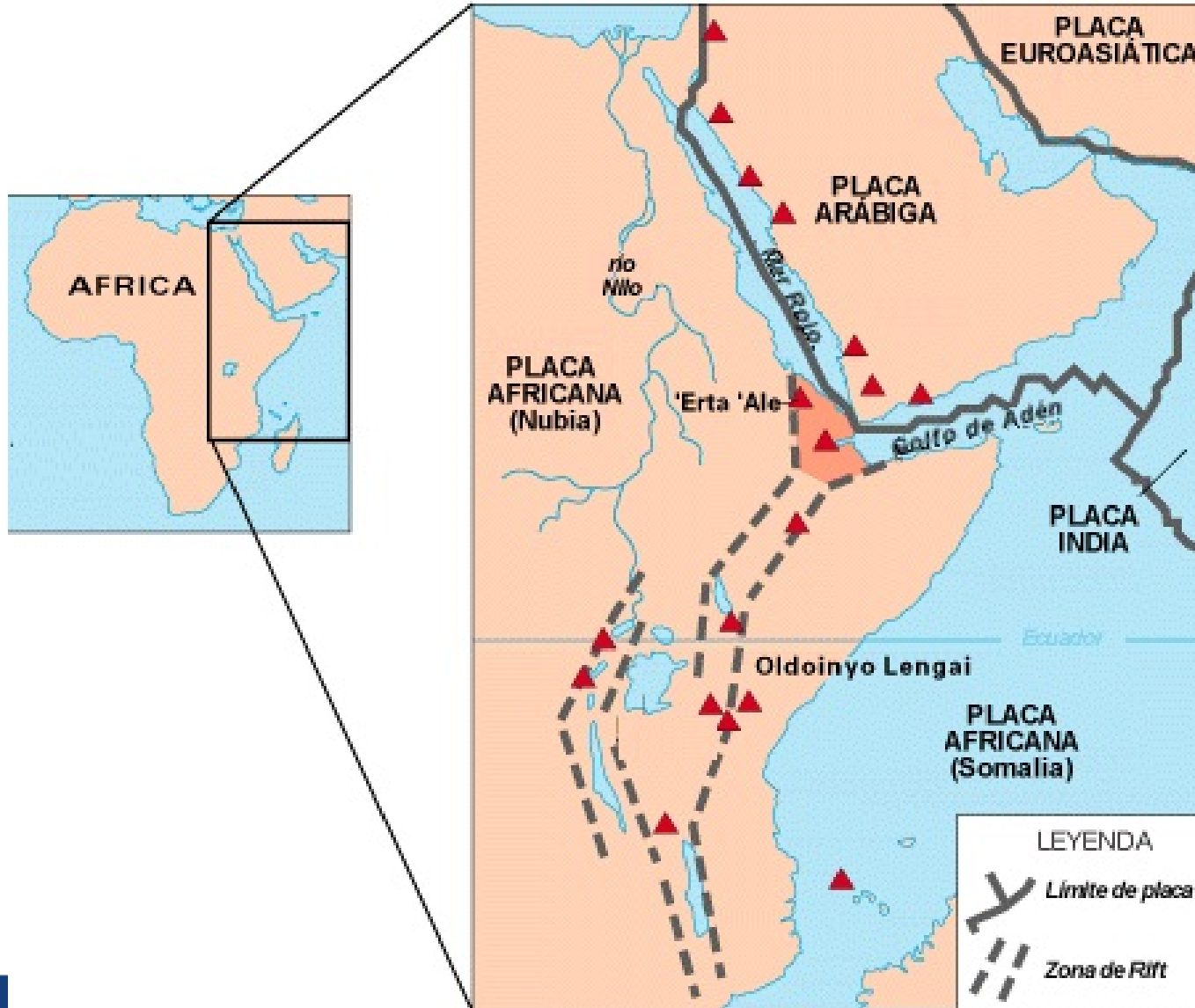


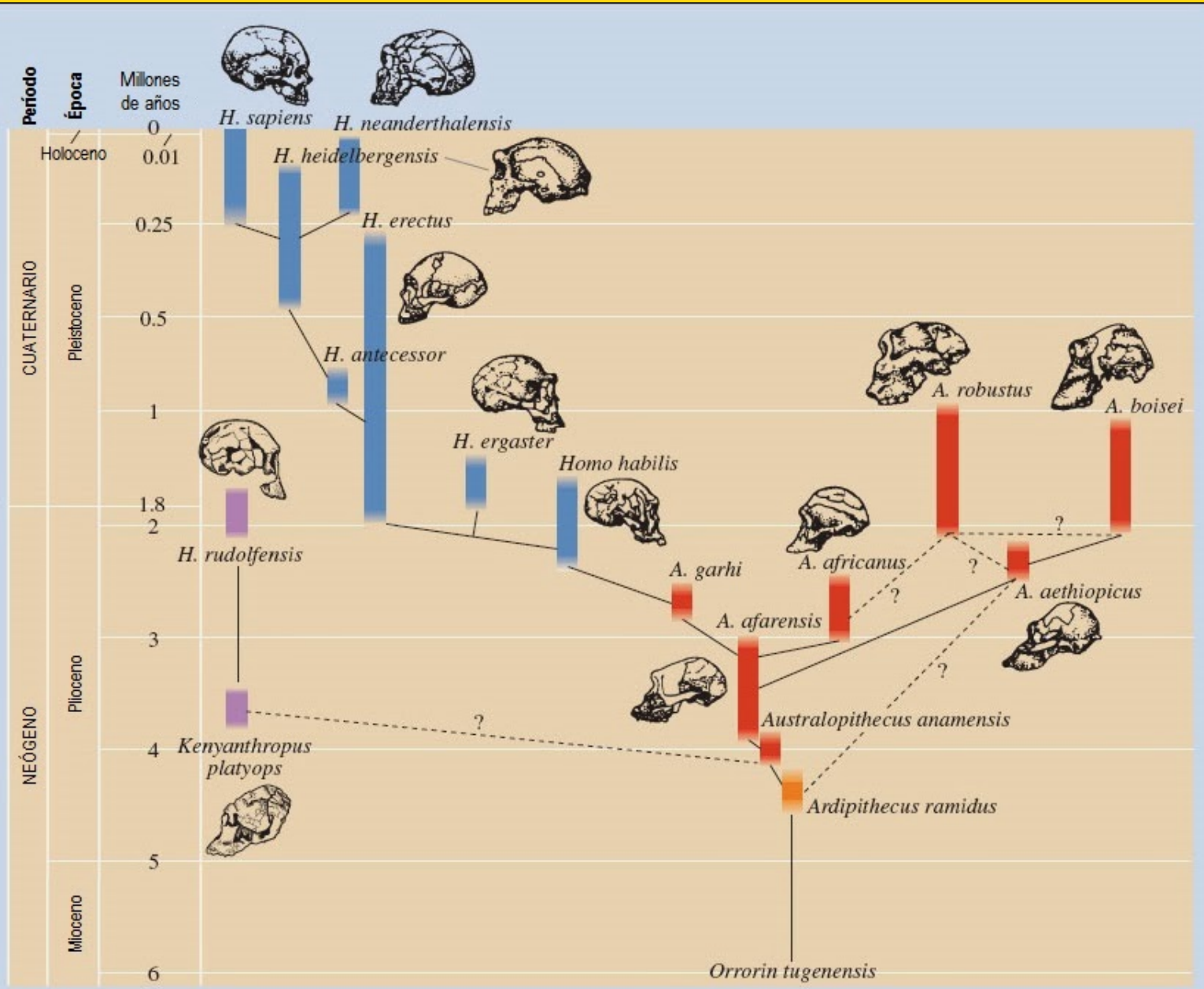
65 million years ago

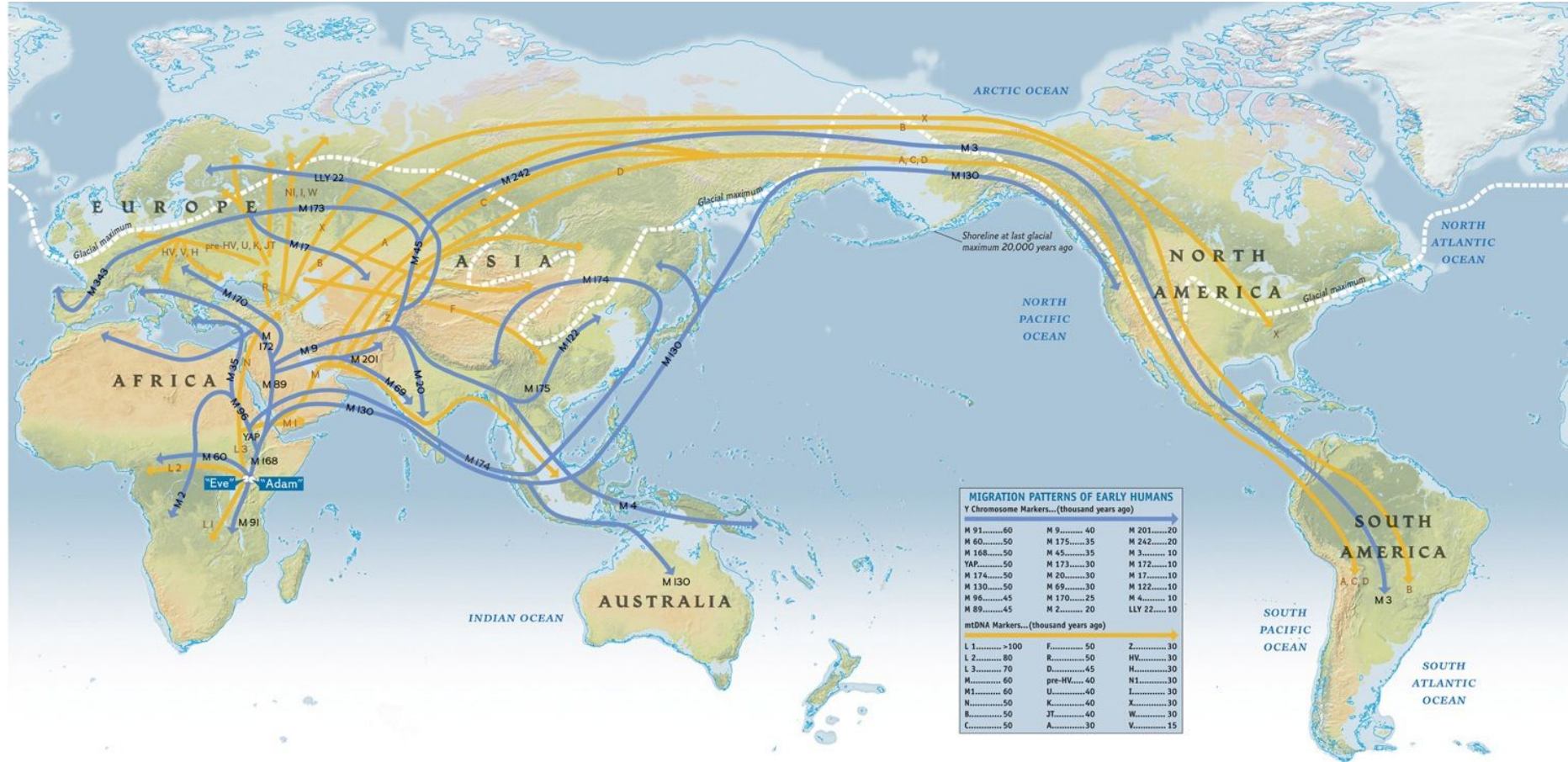


Today

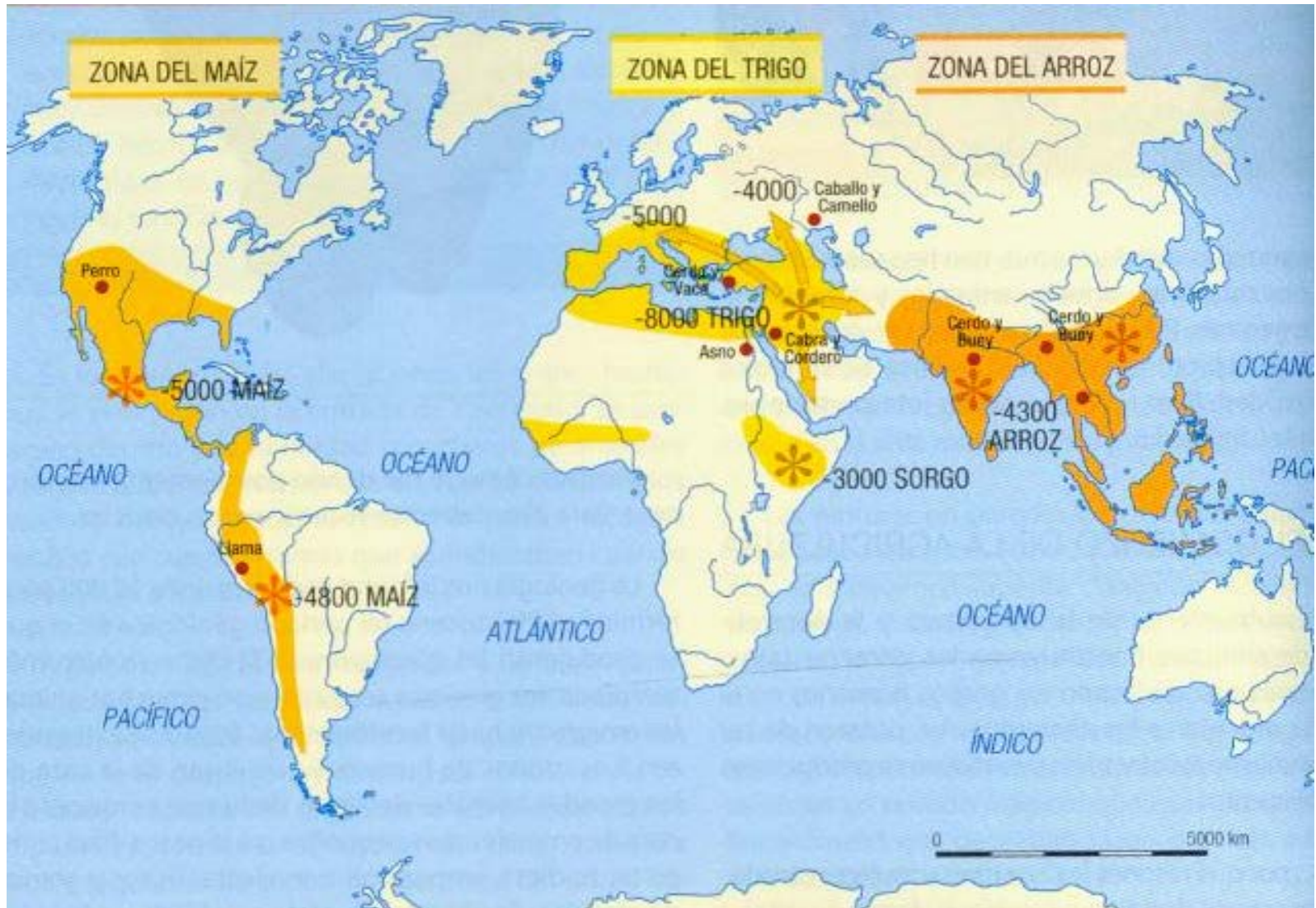










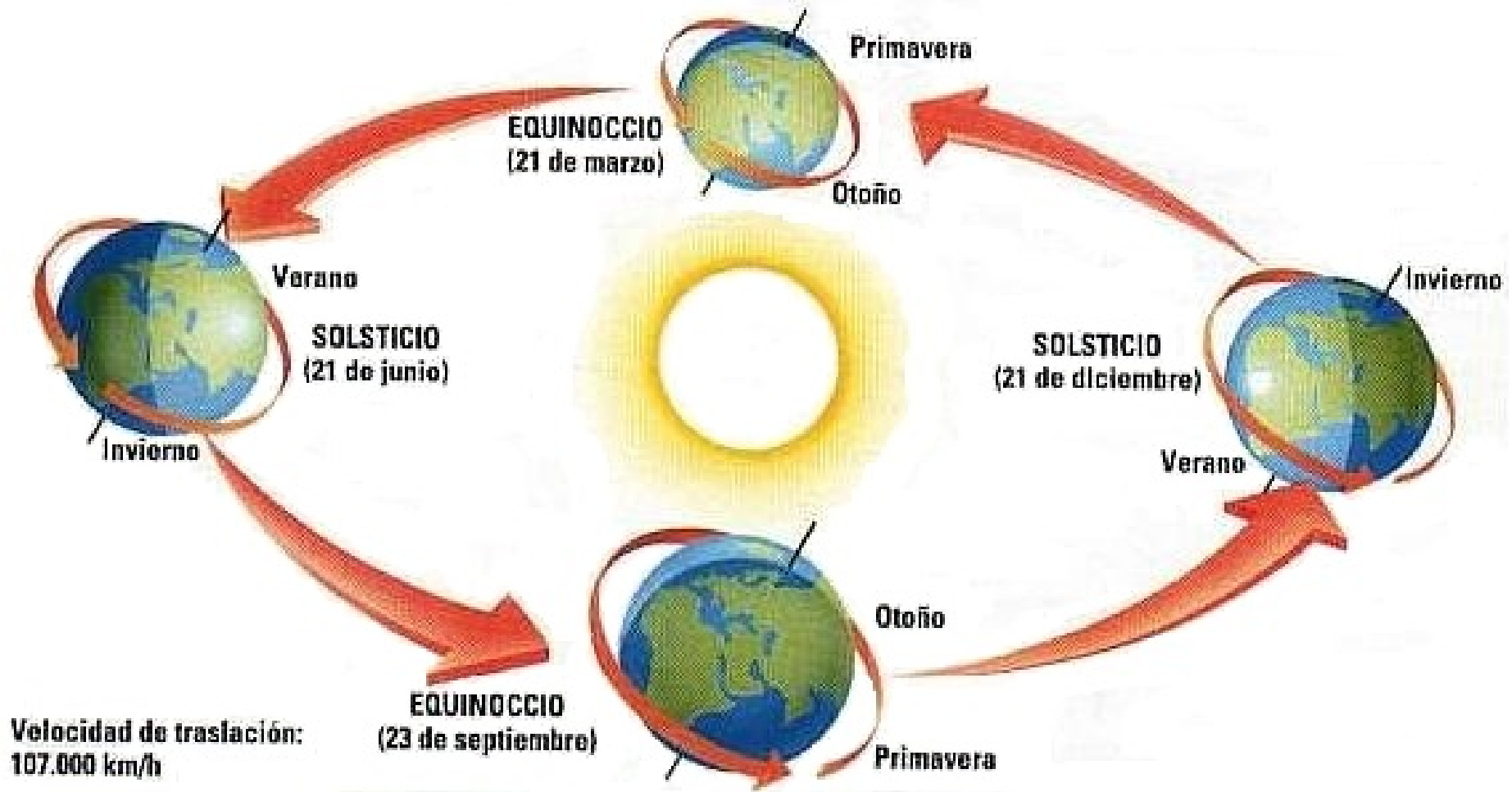


- **Condiciones ambientales:** Son factores abióticos (sin vida). Los seres vivos presentan reacciones ante los distintos cambios de éstos. Su magnitud varía en el espacio y en el tiempo.
- **Clima:** Condición ambiental, producto de la interacción de variables atmosféricas (T° , pp, Hr, Pa, viento) con otras variables como ubicación (latitud y longitud; altitud) y algunos elementos determinantes como geomorfología, hidrografía, proximidad a océanos, entre otros. Hay una significativa variabilidad climática.
- **Cambio climático actual:** Variación en el clima, atribuible en forma directa o indirecta, a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera global y que se suma a los cambios naturales del clima observados durante periodos de tiempo comparables.

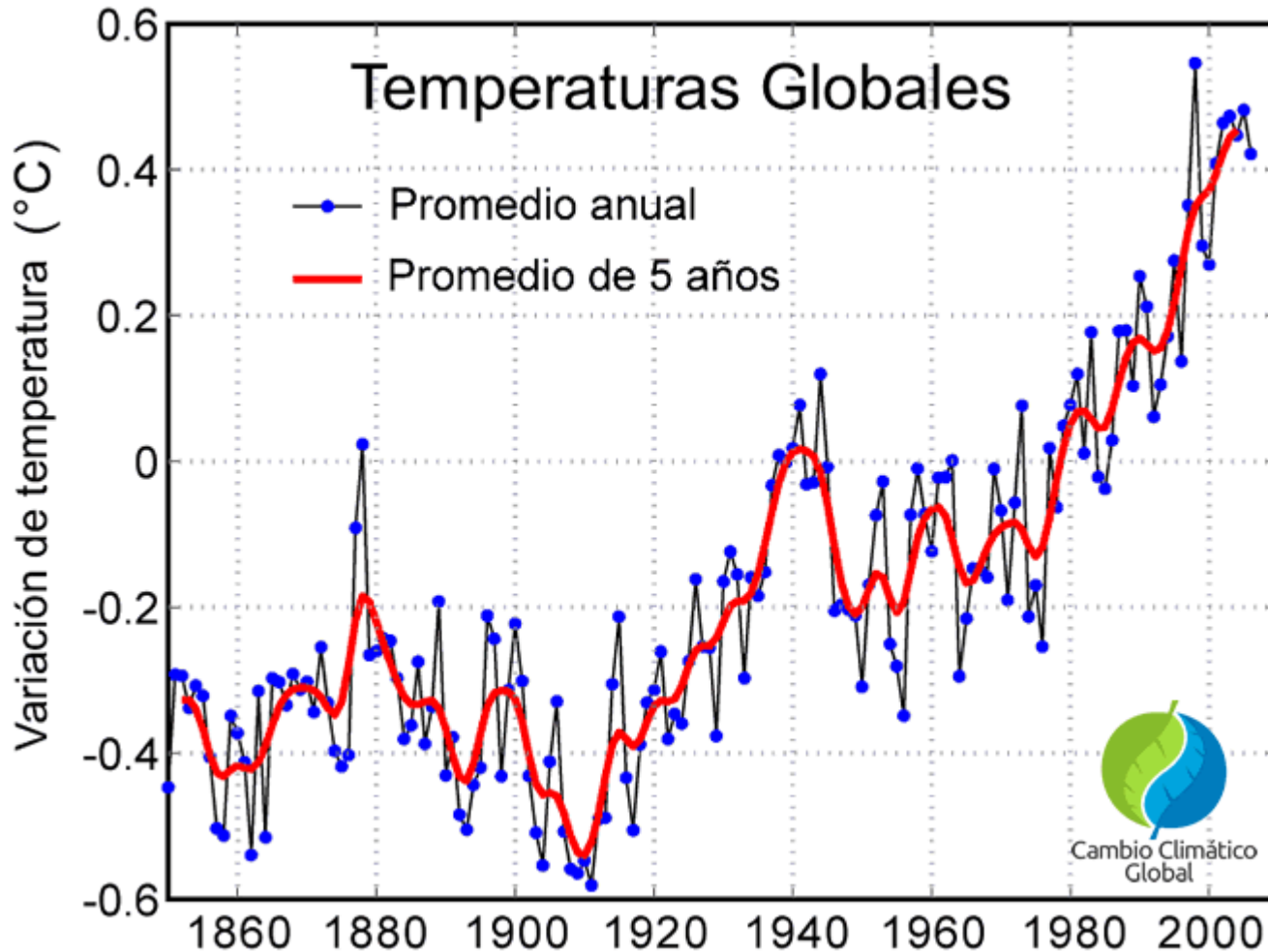


Causas del cambio climático actual (abrupto e incierto)

Rotación y traslación



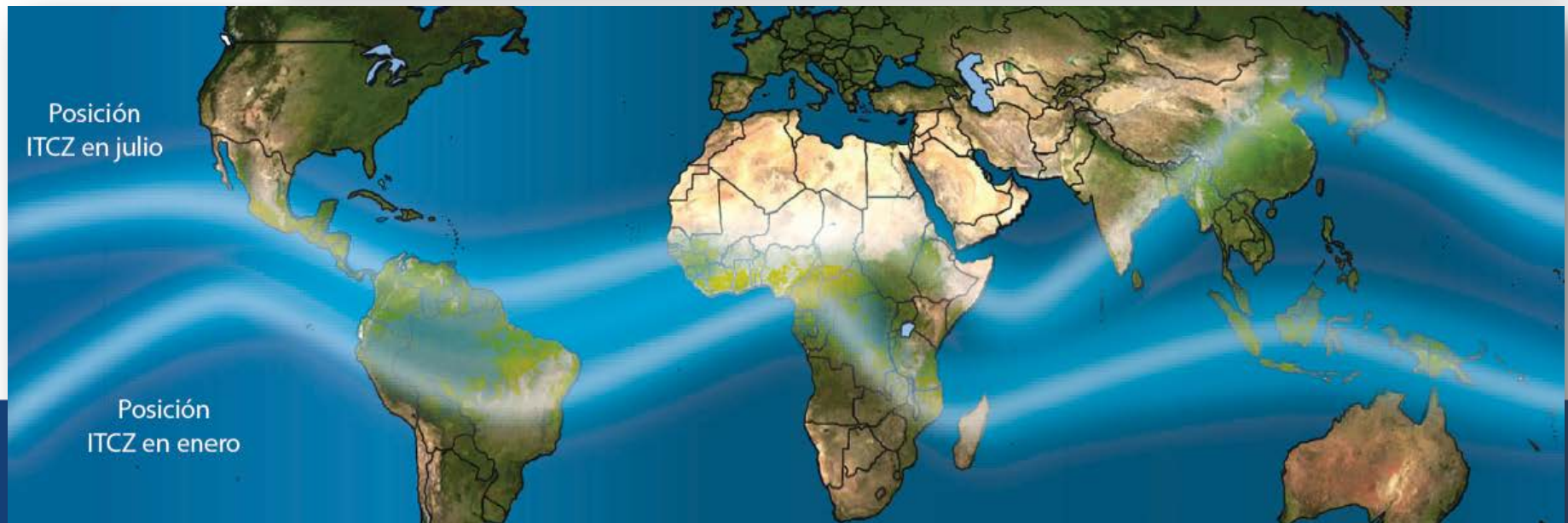
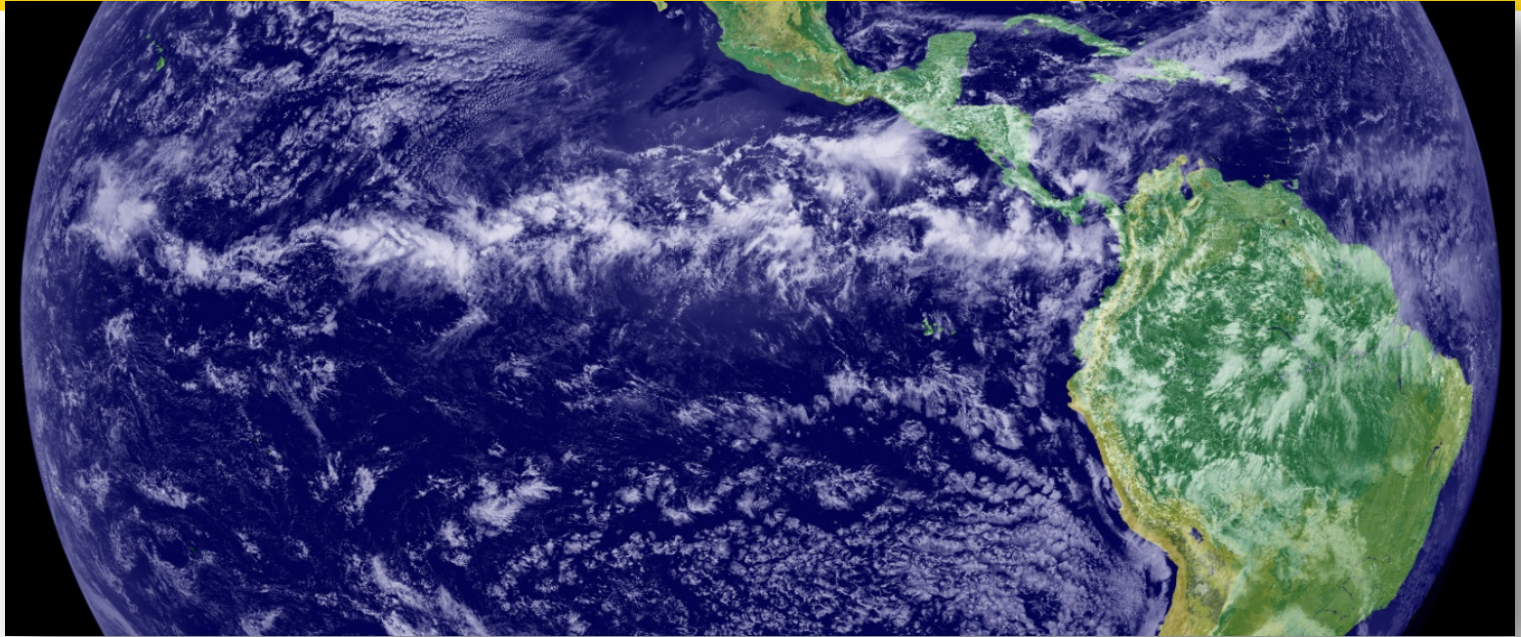




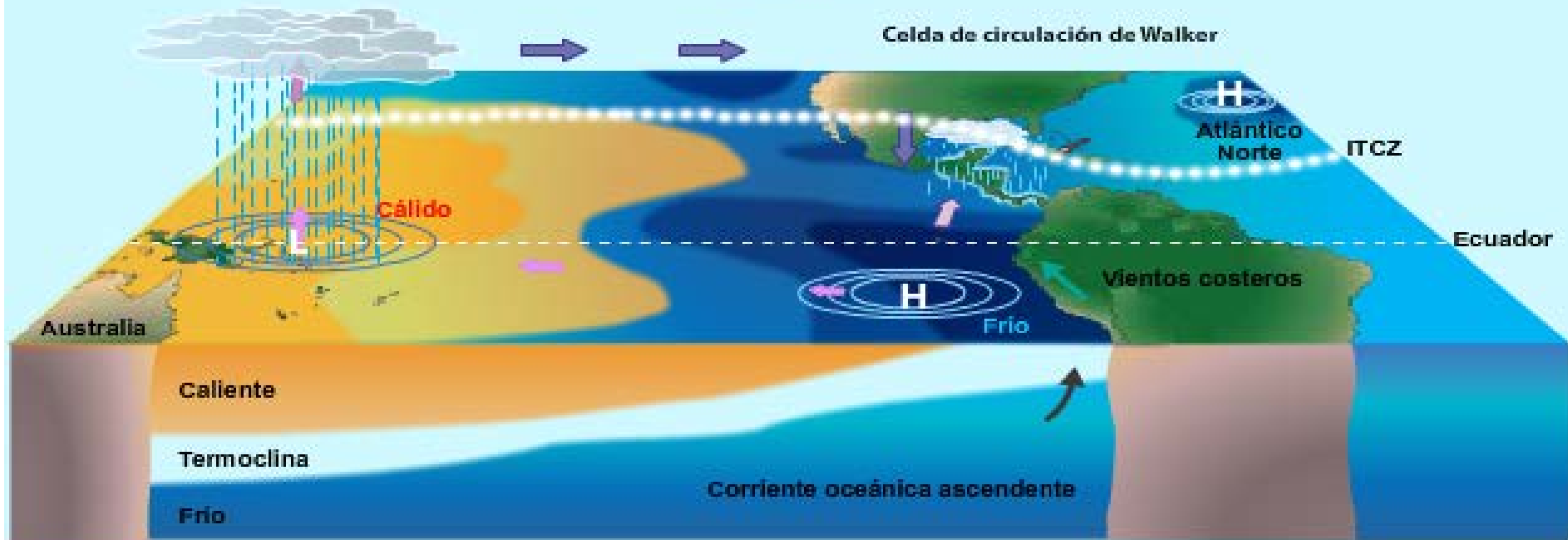


Factores que determinan el clima en Mesoamérica

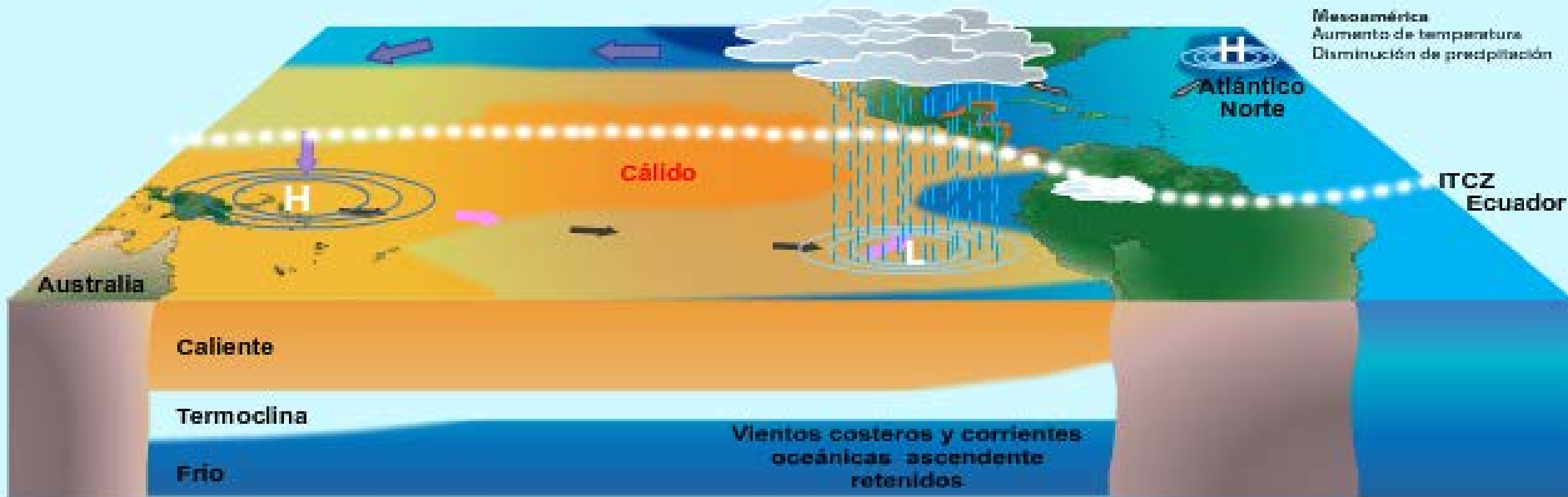
- La migración de la Zona de Convergencia Intertropical (ITCZ).
- Presencia / ausencia de la Oscilación del Sur El Niño (ENSO).
- Comportamiento de los vientos Alisios del Noreste y de las Corrientes de Chorro de Bajo Nivel del Caribe.



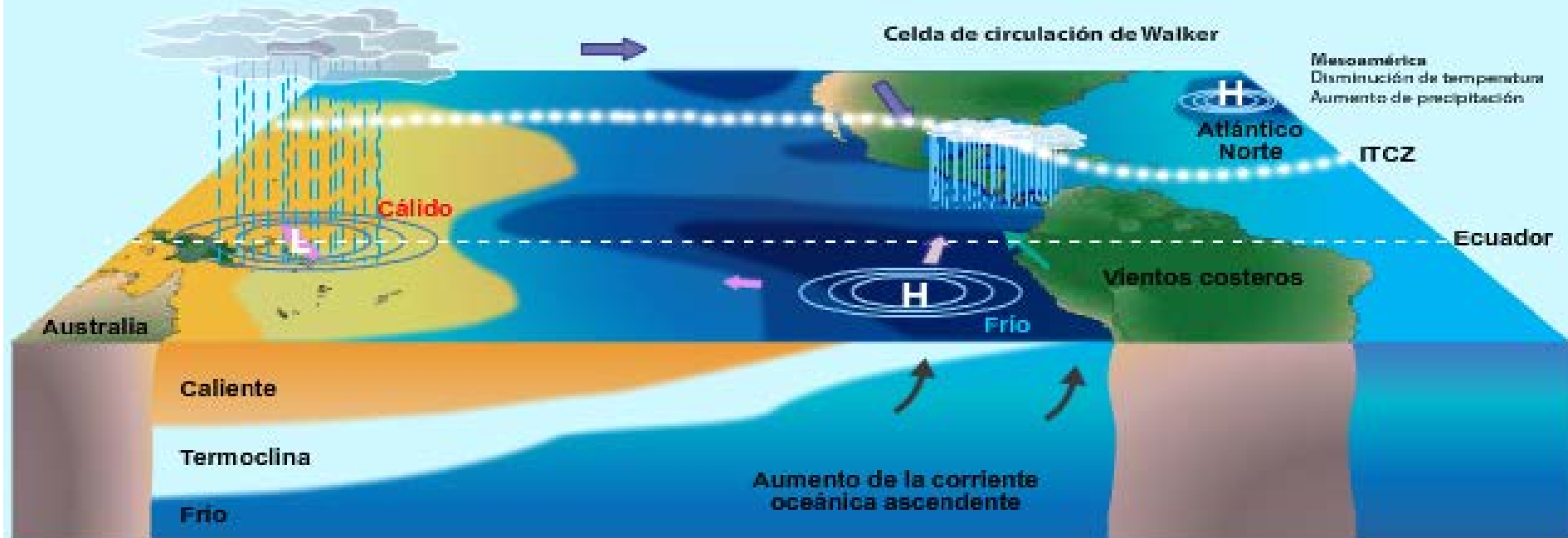
CONDICIONES NORMALES



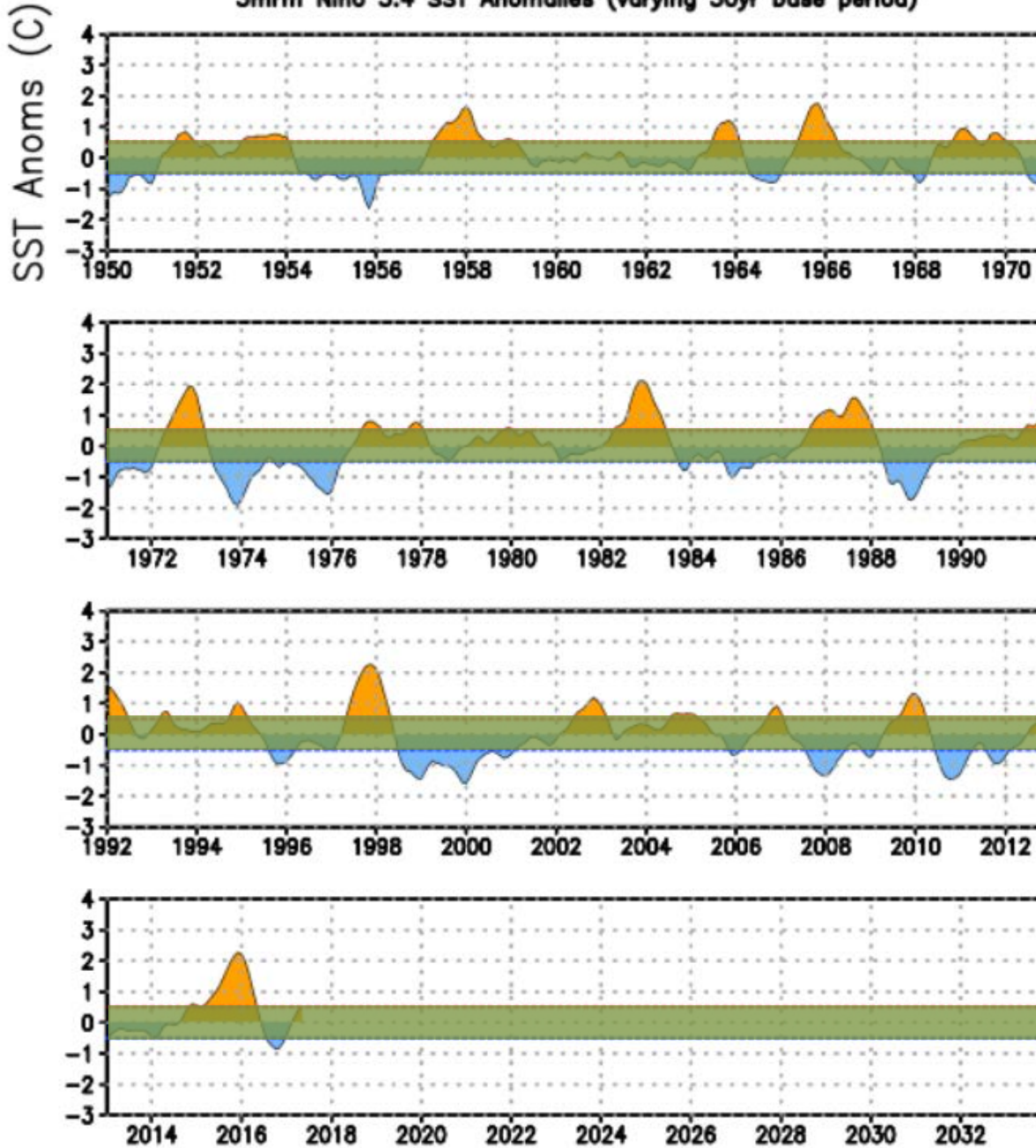
CONDICIÓN: EL NIÑO



CONDICIÓN: LA NIÑA



Oceanic Nino Index (ERSST.v4 ONI)
 3mrm Nino 3.4 SST Anomalies (varying 30yr base period)



El Niño 
 Neutral
 La Niña 

| Year | DJF | JFM | FMA | MAM | AMJ | MJJ | JJA | JAS | ASO | SON | OND | NDJ |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 2005 | 0.7 | 0.6 | 0.5 | 0.5 | 0.3 | 0.2 | 0.0 | -0.1 | 0.0 | -0.2 | -0.5 | -0.7 |
| 2006 | -0.7 | -0.6 | -0.4 | -0.2 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.3 | 0.5 | 0.7 | 0.9 | 0.9 |
| 2007 | 0.7 | 0.4 | 0.1 | -0.1 | -0.2 | -0.3 | -0.4 | -0.6 | -0.9 | -1.1 | -1.3 | -1.3 |
| 2008 | -1.4 | -1.3 | -1.1 | -0.9 | -0.7 | -0.5 | -0.4 | -0.3 | -0.3 | -0.4 | -0.6 | -0.7 |
| 2009 | -0.7 | -0.6 | -0.4 | -0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.5 | 0.5 | 0.6 | 0.9 | 1.1 | 1.3 |
| 2010 | 1.3 | 1.2 | 0.9 | 0.5 | 0.0 | -0.4 | -0.9 | -1.2 | -1.4 | -1.5 | -1.4 | -1.4 |
| 2011 | -1.3 | -1.0 | -0.7 | -0.5 | -0.4 | -0.3 | -0.3 | -0.6 | -0.8 | -0.9 | -1.0 | -0.9 |
| 2012 | -0.7 | -0.5 | -0.4 | -0.4 | -0.3 | -0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.1 | -0.2 |
| 2013 | -0.4 | -0.4 | -0.3 | -0.2 | -0.2 | -0.2 | -0.3 | -0.3 | -0.2 | -0.3 | -0.3 | -0.3 |
| 2014 | -0.5 | -0.5 | -0.4 | -0.2 | -0.1 | 0.0 | -0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.4 | 0.5 | 0.6 |
| 2015 | 0.6 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 1.0 | 1.2 | 1.4 | 1.7 | 2.0 | 2.2 | 2.3 |
| 2016 | 2.2 | 2.0 | 1.6 | 1.1 | 0.6 | 0.1 | -0.3 | -0.6 | -0.8 | -0.8 | -0.8 | -0.7 |
| 2017 | -0.4 | -0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.5 | | | | | | | |

www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/lanina/enso_evolution-status-fcsts-web.pdf

| Year | DJF | JFM | FMA | MAM | AMJ | MJJ | JJA | JAS | ASO | SON | OND | NDJ |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1950 | -1.4 | -1.2 | -1.1 | -1.2 | -1.1 | -0.9 | -0.6 | -0.6 | -0.5 | -0.6 | -0.7 | -0.8 |
| 1951 | -0.8 | -0.6 | -0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 0.5 | 0.7 | 0.8 | 0.9 | 0.7 | 0.6 |
| 1952 | 0.5 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.2 | 0 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.3 |
| 1953 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.7 |
| 1954 | 0.7 | 0.4 | 0 | -0.4 | -0.5 | -0.5 | -0.5 | -0.7 | -0.7 | -0.6 | -0.5 | -0.5 |
| 1955 | -0.6 | -0.6 | -0.7 | -0.7 | -0.7 | -0.6 | -0.6 | -0.6 | -1.0 | -1.4 | -1.6 | -1.4 |
| 1956 | -0.9 | -0.6 | -0.6 | -0.5 | -0.5 | -0.4 | -0.5 | -0.5 | -0.4 | -0.4 | -0.5 | -0.4 |
| 1957 | -0.3 | 0 | 0.3 | 0.6 | 0.7 | 0.9 | 1.0 | 1.2 | 1.1 | 1.2 | 1.3 | 1.6 |
| 1958 | 1.7 | 1.5 | 1.2 | 0.8 | 0.7 | 0.6 | 0.5 | 0.4 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.6 |
| 1959 | 0.6 | 0.5 | 0.4 | 0.2 | 0.1 | -0.2 | -0.3 | -0.3 | -0.1 | -0.1 | -0.1 | -0.1 |
| Year | DJF | JFM | FMA | MAM | AMJ | MJJ | JJA | JAS | ASO | SON | OND | NDJ |
| 1960 | -0.1 | -0.2 | -0.1 | 0 | -0.1 | -0.2 | 0 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0 | 0 |
| 1961 | 0 | 0 | -0.1 | 0 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | -0.1 | -0.3 | -0.3 | -0.2 | -0.2 |
| 1962 | -0.2 | -0.2 | -0.2 | -0.3 | -0.3 | -0.2 | -0.1 | -0.2 | -0.2 | -0.3 | -0.3 | -0.4 |
| 1963 | -0.4 | -0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 0.7 | 1.0 | 1.1 | 1.2 | 1.2 | 1.1 |
| 1964 | 1.0 | 0.6 | 0.1 | -0.3 | -0.6 | -0.6 | -0.7 | -0.7 | -0.8 | -0.8 | -0.8 | -0.8 |
| 1965 | -0.5 | -0.3 | -0.1 | 0.1 | 0.4 | 0.7 | 1.0 | 1.3 | 1.6 | 1.7 | 1.8 | 1.5 |
| 1966 | 1.3 | 1.0 | 0.9 | 0.6 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 0 | -0.1 | -0.1 | -0.3 |
| 1967 | -0.4 | -0.5 | -0.5 | -0.5 | -0.2 | 0 | 0 | -0.2 | -0.3 | -0.4 | -0.4 | -0.5 |
| 1968 | -0.7 | -0.8 | -0.7 | -0.5 | -0.1 | 0.2 | 0.5 | 0.4 | 0.3 | 0.4 | 0.6 | 0.8 |
| 1969 | 0.9 | 1.0 | 0.9 | 0.7 | 0.6 | 0.5 | 0.4 | 0.5 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.7 |
| Year | DJF | JFM | FMA | MAM | AMJ | MJJ | JJA | JAS | ASO | SON | OND | NDJ |
| 1970 | 0.6 | 0.4 | 0.4 | 0.3 | 0.1 | -0.3 | -0.6 | -0.8 | -0.8 | -0.8 | -0.9 | -1.2 |
| 1971 | -1.3 | -1.3 | -1.1 | -0.9 | -0.8 | -0.7 | -0.8 | -0.7 | -0.8 | -0.8 | -0.9 | -0.8 |
| 1972 | -0.7 | -0.4 | 0 | 0.3 | 0.6 | 0.8 | 1.1 | 1.3 | 1.5 | 1.8 | 2.0 | 1.9 |
| 1973 | 1.7 | 1.2 | 0.6 | 0 | -0.4 | -0.8 | -1.0 | -1.2 | -1.4 | -1.7 | -1.9 | -1.9 |
| 1974 | -1.7 | -1.5 | -1.2 | -1.0 | -0.9 | -0.8 | -0.6 | -0.4 | -0.4 | -0.6 | -0.7 | -0.6 |
| 1975 | -0.5 | -0.5 | -0.6 | -0.6 | -0.7 | -0.8 | -1.0 | -1.1 | -1.3 | -1.4 | -1.5 | -1.6 |
| 1976 | -1.5 | -1.1 | -0.7 | -0.4 | -0.3 | -0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.5 | 0.7 | 0.8 | 0.8 |
| 1977 | 0.7 | 0.6 | 0.4 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.8 | 0.8 |
| 1978 | 0.7 | 0.4 | 0.1 | -0.2 | -0.3 | -0.3 | -0.4 | -0.4 | -0.4 | -0.3 | -0.1 | 0 |
| 1979 | 0 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.5 | 0.5 | 0.6 |
| Year | DJF | JFM | FMA | MAM | AMJ | MJJ | JJA | JAS | ASO | SON | OND | NDJ |
| 1980 | 0.6 | 0.5 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.5 | 0.3 | 0.2 | 0 | 0.1 | 0.1 | 0 |
| 1981 | -0.2 | -0.4 | -0.4 | -0.3 | -0.2 | -0.3 | -0.3 | -0.3 | -0.2 | -0.1 | -0.1 | 0 |
| 1982 | 0 | 0.1 | 0.2 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 1.0 | 1.5 | 1.9 | 2.1 | 2.1 |
| 1983 | 2.1 | 1.8 | 1.5 | 1.2 | 1.0 | 0.7 | 0.3 | 0 | -0.3 | -0.6 | -0.8 | -0.8 |
| 1984 | -0.5 | -0.3 | -0.3 | -0.2 | -0.4 | -0.4 | -0.3 | -0.2 | -0.3 | -0.6 | -0.9 | -1.1 |
| 1985 | -0.9 | -0.7 | -0.7 | -0.7 | -0.7 | -0.6 | -0.4 | -0.4 | -0.4 | -0.3 | -0.2 | -0.3 |
| 1986 | -0.4 | -0.4 | -0.3 | -0.2 | -0.1 | 0 | 0.2 | 0.4 | 0.7 | 0.9 | 1.0 | 1.1 |
| 1987 | 1.1 | 1.2 | 1.1 | 1.0 | 0.9 | 1.1 | 1.4 | 1.6 | 1.6 | 1.4 | 1.2 | 1.1 |
| 1988 | 0.8 | 0.5 | 0.1 | -0.3 | -0.8 | -1.2 | -1.2 | -1.1 | -1.2 | -1.4 | -1.7 | -1.8 |
| 1989 | -1.6 | -1.4 | -1.1 | -0.9 | -0.6 | -0.4 | -0.3 | -0.3 | -0.3 | -0.3 | -0.2 | -0.1 |

| Year | DJF | JFM | FMA | MAM | AMJ | MJJ | JJA | JAS | ASO | SON | OND | NDJ |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1990 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 0.3 | 0.4 | 0.4 |
| 1991 | 0.4 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.8 | 1.2 | 1.4 |
| 1992 | 1.6 | 1.5 | 1.4 | 1.2 | 1.0 | 0.8 | 0.5 | 0.2 | 0 | -0.1 | -0.1 | 0 |
| 1993 | 0.2 | 0.3 | 0.5 | 0.7 | 0.8 | 0.6 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 0.1 |
| 1994 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.6 | 0.9 | 1.0 |
| 1995 | 0.9 | 0.7 | 0.5 | 0.3 | 0.2 | 0 | -0.2 | -0.5 | -0.7 | -0.9 | -1.0 | -0.9 |
| 1996 | -0.9 | -0.7 | -0.6 | -0.4 | -0.2 | -0.2 | -0.2 | -0.3 | -0.3 | -0.4 | -0.4 | -0.5 |
| 1997 | -0.5 | -0.4 | -0.2 | 0.1 | 0.6 | 1.0 | 1.4 | 1.7 | 2.0 | 2.2 | 2.3 | 2.3 |
| 1998 | 2.1 | 1.8 | 1.4 | 1.0 | 0.5 | -0.1 | -0.7 | -1.0 | -1.2 | -1.2 | -1.3 | -1.4 |
| 1999 | -1.4 | -1.2 | -1.0 | -0.9 | -0.9 | -1.0 | -1.0 | -1.0 | -1.1 | -1.2 | -1.4 | -1.6 |
| Year | DJF | JFM | FMA | MAM | AMJ | MJJ | JJA | JAS | ASO | SON | OND | NDJ |
| 2000 | -1.6 | -1.4 | -1.1 | -0.9 | -0.7 | -0.7 | -0.6 | -0.5 | -0.6 | -0.7 | -0.8 | -0.8 |
| 2001 | -0.7 | -0.5 | -0.4 | -0.3 | -0.2 | -0.1 | -0.1 | -0.1 | -0.2 | -0.3 | -0.4 | -0.3 |
| 2002 | -0.2 | 0.0 | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 0.8 | 0.8 | 0.9 | 1.1 | 1.2 | 1.1 |
| 2003 | 0.9 | 0.7 | 0.4 | 0 | -0.2 | -0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.3 |
| 2004 | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.7 | 0.6 | 0.7 |
| 2005 | 0.7 | 0.6 | 0.5 | 0.5 | 0.3 | 0.2 | 0 | -0.1 | 0 | -0.2 | -0.5 | -0.7 |
| 2006 | -0.7 | -0.6 | -0.4 | -0.2 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.3 | 0.5 | 0.7 | 0.9 | 0.9 |
| 2007 | 0.7 | 0.4 | 0.1 | -0.1 | -0.2 | -0.3 | -0.4 | -0.6 | -0.9 | -1.1 | -1.3 | -1.3 |
| 2008 | -1.4 | -1.3 | -1.1 | -0.9 | -0.7 | -0.5 | -0.4 | -0.3 | -0.3 | -0.4 | -0.6 | -0.7 |
| 2009 | -0.7 | -0.6 | -0.4 | -0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.5 | 0.5 | 0.6 | 0.9 | 1.1 | 1.3 |
| Year | DJF | JFM | FMA | MAM | AMJ | MJJ | JJA | JAS | ASO | SON | OND | NDJ |
| 2010 | 1.3 | 1.2 | 0.9 | 0.5 | 0.0 | -0.4 | -0.9 | -1.2 | -1.4 | -1.5 | -1.4 | -1.4 |
| 2011 | -1.3 | -1.0 | -0.7 | -0.5 | -0.4 | -0.3 | -0.3 | -0.6 | -0.8 | -0.9 | -1.0 | -0.9 |
| 2012 | -0.7 | -0.5 | -0.4 | -0.4 | -0.3 | -0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.1 | -0.2 |
| 2013 | -0.4 | -0.4 | -0.3 | -0.2 | -0.2 | -0.2 | -0.3 | -0.3 | -0.2 | -0.3 | -0.3 | -0.3 |
| 2014 | -0.5 | -0.5 | -0.4 | -0.2 | -0.1 | 0.0 | -0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.4 | 0.5 | 0.6 |
| 2015 | 0.6 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 1.0 | 1.2 | 1.4 | 1.7 | 2.0 | 2.2 | 2.3 |
| 2016 | 2.2 | 2.0 | 1.6 | 1.1 | 0.6 | 0.1 | -0.3 | -0.6 | -0.8 | -0.8 | -0.8 | -0.7 |
| 2017 | -0.4 | -0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.5 | | | | | | | |

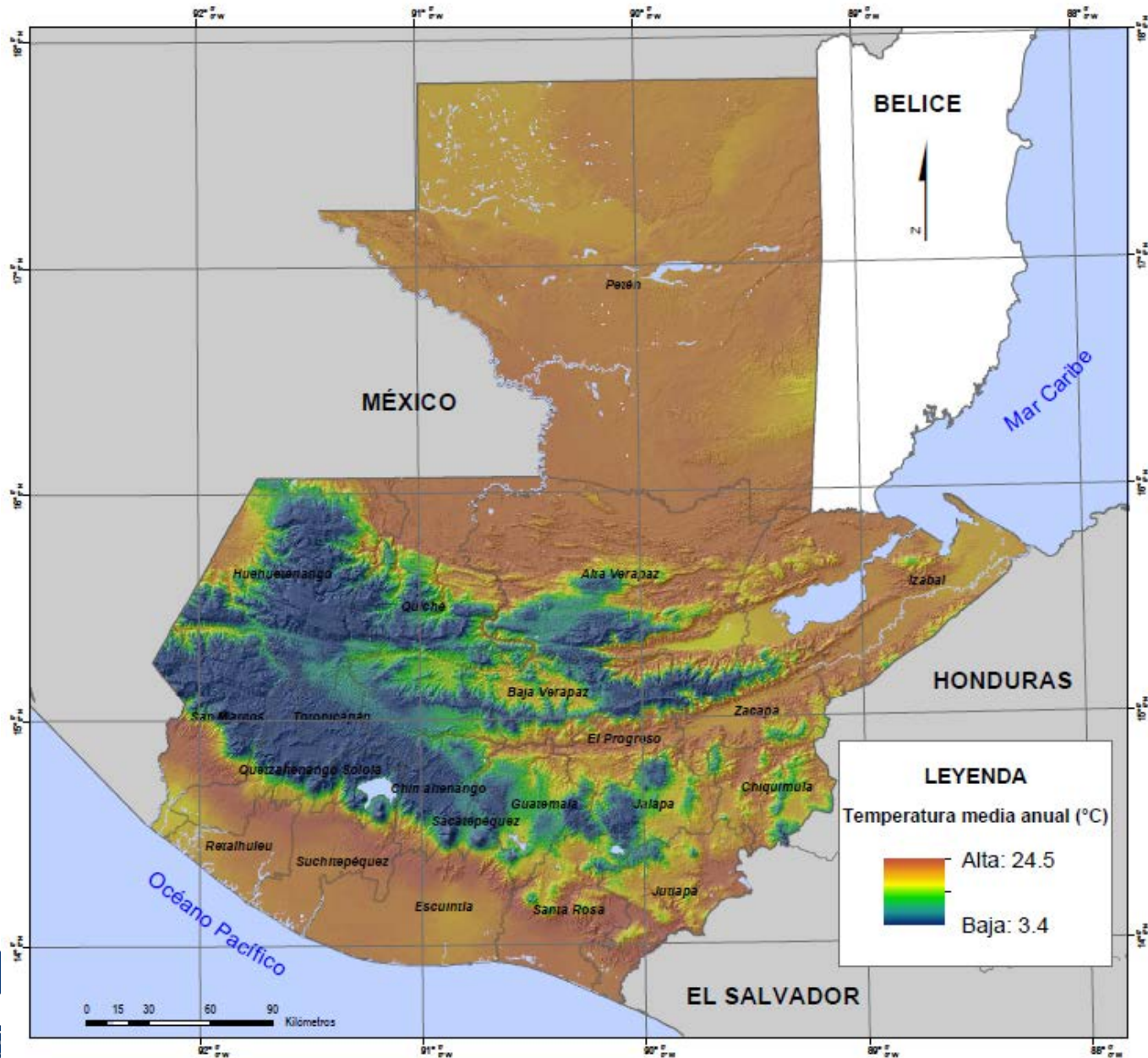
| Year | DJF | JFM | FMA | MAM | AMJ | MJJ | JJA | JAS | ASO | SON | OND | NDJ |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1950 | -1.4 | -1.2 | -1.1 | -1.2 | -1.1 | -0.9 | -0.6 | -0.6 | -0.5 | -0.6 | -0.7 | -0.8 |
| 1951 | -0.8 | -0.6 | -0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 0.5 | 0.7 | 0.8 | 0.9 | 0.7 | 0.6 |
| 1952 | 0.5 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.2 | 0 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.3 |
| 1953 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.7 |
| 1954 | 0.7 | 0.4 | 0 | -0.4 | -0.5 | -0.5 | -0.5 | -0.7 | -0.7 | -0.6 | -0.5 | -0.5 |
| 1955 | -0.6 | -0.6 | -0.7 | -0.7 | -0.7 | -0.6 | -0.6 | -0.6 | -1.0 | -1.4 | -1.6 | -1.4 |
| 1956 | -0.9 | -0.6 | -0.6 | -0.5 | -0.5 | -0.4 | -0.5 | -0.5 | -0.4 | -0.4 | -0.5 | -0.4 |
| 1957 | -0.3 | 0 | 0.3 | 0.6 | 0.7 | 0.9 | 1.0 | 1.2 | 1.1 | 1.2 | 1.3 | 1.6 |
| 1958 | 1.7 | 1.5 | 1.2 | 0.8 | 0.7 | 0.6 | 0.5 | 0.4 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.6 |
| 1959 | 0.6 | 0.5 | 0.4 | 0.2 | 0.1 | -0.2 | -0.3 | -0.3 | -0.1 | -0.1 | -0.1 | -0.1 |
| Year | DJF | JFM | FMA | MAM | AMJ | MJJ | JJA | JAS | ASO | SON | OND | NDJ |
| 1960 | -0.1 | -0.2 | -0.1 | 0 | -0.1 | -0.2 | 0 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0 | 0 |
| 1961 | 0 | 0 | -0.1 | 0 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | -0.1 | -0.3 | -0.3 | -0.2 | -0.2 |
| 1962 | -0.2 | -0.2 | -0.2 | -0.3 | -0.3 | -0.2 | -0.1 | -0.2 | -0.2 | -0.3 | -0.3 | -0.4 |
| 1963 | -0.4 | -0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 0.7 | 1.0 | 1.1 | 1.2 | 1.2 | 1.1 |
| 1964 | 1.0 | 0.6 | 0.1 | -0.3 | -0.6 | -0.6 | -0.7 | -0.7 | -0.8 | -0.8 | -0.8 | -0.8 |
| 1965 | -0.5 | -0.3 | -0.1 | 0.1 | 0.4 | 0.7 | 1.0 | 1.3 | 1.6 | 1.7 | 1.8 | 1.5 |
| 1966 | 1.3 | 1.0 | 0.9 | 0.6 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 0 | -0.1 | -0.1 | -0.3 |
| 1967 | -0.4 | -0.5 | -0.5 | -0.5 | -0.2 | 0 | 0 | -0.2 | -0.3 | -0.4 | -0.4 | -0.5 |
| 1968 | -0.7 | -0.8 | -0.7 | -0.5 | -0.1 | 0.2 | 0.5 | 0.4 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.8 |
| 1969 | 0.9 | 1.0 | 0.9 | 0.7 | 0.6 | 0.5 | 0.4 | 0.5 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.7 |
| Year | DJF | JFM | FMA | MAM | AMJ | MJJ | JJA | JAS | ASO | SON | OND | NDJ |
| 1970 | 0.6 | 0.4 | 0.4 | 0.3 | 0.1 | -0.3 | -0.6 | -0.8 | -0.8 | -0.8 | -0.9 | -1.2 |
| 1971 | -1.3 | -1.3 | -1.1 | -0.9 | -0.8 | -0.7 | -0.8 | -0.7 | -0.8 | -0.8 | -0.9 | -0.8 |
| 1972 | -0.7 | -0.4 | 0 | 0.3 | 0.6 | 0.8 | 1.1 | 1.3 | 1.5 | 1.8 | 2.0 | 1.9 |
| 1973 | 1.7 | 1.2 | 0.6 | 0 | -0.4 | -0.8 | -1.0 | -1.2 | -1.4 | -1.7 | -1.9 | -1.9 |
| 1974 | -1.7 | -1.5 | -1.2 | -1.0 | -0.9 | -0.8 | -0.6 | -0.4 | -0.4 | -0.6 | -0.7 | -0.5 |
| 1975 | -0.5 | -0.5 | -0.6 | -0.6 | -0.7 | -0.8 | -1.0 | -1.1 | -1.3 | -1.4 | -1.5 | -1.6 |
| 1976 | -1.5 | -1.1 | -0.7 | -0.4 | -0.3 | -0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.5 | 0.7 | 0.8 | 0.8 |
| 1977 | 0.7 | 0.6 | 0.4 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.8 | 0.8 |
| 1978 | 0.7 | 0.4 | 0.1 | -0.2 | -0.3 | -0.3 | -0.4 | -0.4 | -0.4 | -0.3 | -0.1 | 0 |
| 1979 | 0.5 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.5 | 0.5 | 0.6 |
| Year | DJF | JFM | FMA | MAM | AMJ | MJJ | JJA | JAS | ASO | SON | OND | NDJ |
| 1980 | 0.5 | 0.5 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.5 | 0.3 | 0.2 | 0 | 0.1 | 0.1 | 0 |
| 1981 | -0.2 | -0.4 | -0.4 | -0.3 | -0.2 | -0.3 | -0.3 | -0.3 | -0.2 | -0.1 | -0.1 | 0 |
| 1982 | 0.5 | 0.1 | 0.2 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 1.0 | 1.5 | 1.9 | 2.1 | 2.1 |
| 1983 | 2.1 | 1.8 | 1.5 | 1.2 | 1.0 | 0.7 | 0.3 | 0 | -0.3 | -0.6 | -0.8 | -0.8 |
| 1984 | -0.5 | -0.3 | -0.3 | -0.4 | -0.4 | -0.4 | -0.3 | -0.2 | -0.3 | -0.6 | -0.9 | -1.1 |
| 1985 | -0.9 | -0.7 | -0.7 | -0.7 | -0.7 | -0.6 | -0.4 | -0.4 | -0.4 | -0.3 | -0.2 | -0.3 |
| 1986 | -0.4 | -0.4 | -0.3 | -0.2 | -0.1 | 0 | 0.2 | 0.4 | 0.7 | 0.9 | 1.0 | 1.1 |
| 1987 | 1.1 | 1.2 | 1.1 | 1.0 | 0.9 | 1.1 | 1.4 | 1.6 | 1.6 | 1.4 | 1.2 | 1.1 |
| 1988 | 0.8 | 0.5 | 0.1 | -0.3 | -0.8 | -1.2 | -1.2 | -1.1 | -1.2 | -1.4 | -1.7 | -1.8 |
| 1989 | -1.6 | -1.4 | -1.1 | -0.9 | -0.6 | -0.4 | -0.3 | -0.3 | -0.3 | -0.3 | -0.2 | -0.1 |

| Year | DJF | JFM | FMA | MAM | AMJ | MJJ | JJA | JAS | ASO | SON | OND | NDJ |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1990 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 0.3 | 0.4 | 0.4 |
| 1991 | 0.4 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.8 | 1.2 | 1.4 |
| 1992 | 1.6 | 1.5 | 1.4 | 1.2 | 1.0 | 0.8 | 0.5 | 0.2 | 0 | -0.1 | -0.1 | 0 |
| 1993 | 0.2 | 0.3 | 0.5 | 0.7 | 0.8 | 0.6 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 0.1 |
| 1994 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.6 | 0.9 | 0 |
| 1995 | 0.9 | 0.7 | 0.5 | 0.3 | 0.2 | 0 | -0.2 | -0.5 | -0.7 | -0.9 | -1.0 | -0.9 |
| 1996 | -0.9 | -0.7 | -0.6 | -0.4 | -0.2 | -0.2 | -0.2 | -0.3 | -0.3 | -0.4 | -0.4 | -0.5 |
| 1997 | -0.5 | -0.4 | -0.2 | 0.1 | 0.6 | 1.0 | 1.4 | 1.7 | 2.0 | 2.2 | 2.3 | 2.3 |
| 1998 | 2.1 | 1.8 | 1.4 | 1.0 | 0.5 | -0.1 | -0.7 | -1.0 | -1.2 | -1.2 | -1.3 | -1.4 |
| 1999 | -1.4 | -1.2 | -1.0 | -0.9 | -0.9 | -1.0 | -1.0 | -1.0 | -1.1 | -1.2 | -1.4 | -1.6 |
| Year | DJF | JFM | FMA | MAM | AMJ | MJJ | JJA | JAS | ASO | SON | OND | NDJ |
| 2000 | -1.6 | -1.4 | -1.1 | -0.9 | -0.7 | -0.7 | -0.6 | -0.5 | -0.6 | -0.7 | -0.8 | -0.8 |
| 2001 | -0.7 | -0.5 | -0.4 | -0.3 | -0.2 | -0.1 | -0.1 | -0.1 | -0.2 | -0.3 | -0.4 | -0.3 |
| 2002 | -0.2 | 0.0 | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 0.8 | 0.8 | 0.9 | 1.1 | 1.2 | 1.1 |
| 2003 | 0.9 | 0.7 | 0.4 | 0 | -0.2 | -0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.3 |
| 2004 | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.7 | 0.6 | 0.7 |
| 2005 | 0.7 | 0.6 | 0.5 | 0.5 | 0.3 | 0.2 | 0 | -0.1 | 0 | -0.2 | -0.5 | -0.7 |
| 2006 | -0.7 | -0.6 | -0.4 | -0.2 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.3 | 0.5 | 0.7 | 0.9 | 0.9 |
| 2007 | 0.7 | 0.4 | 0.1 | -0.1 | -0.2 | -0.3 | -0.4 | -0.6 | -0.9 | -1.1 | -1.3 | -1.3 |
| 2008 | -1.4 | -1.3 | -1.1 | -0.9 | -0.7 | -0.5 | -0.4 | -0.3 | -0.3 | -0.4 | -0.6 | -0.7 |
| 2009 | -0.7 | -0.6 | -0.4 | -0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.5 | 0.5 | 0.6 | 0.9 | 1.1 | 1.3 |
| Year | DJF | JFM | FMA | MAM | AMJ | MJJ | JJA | JAS | ASO | SON | OND | NDJ |
| 2010 | 1.3 | 1.2 | 0.9 | 0.5 | 0.0 | -0.4 | -0.9 | -1.2 | -1.4 | -1.5 | -1.4 | -1.4 |
| 2011 | -1.3 | -1.0 | -0.7 | -0.5 | -0.4 | -0.3 | -0.3 | -0.6 | -0.8 | -0.9 | -1.0 | -0.9 |
| 2012 | -0.7 | -0.5 | -0.4 | -0.4 | -0.3 | -0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.1 | 0.2 |
| 2013 | -0.4 | -0.4 | -0.3 | -0.2 | -0.2 | -0.2 | -0.3 | -0.3 | -0.2 | -0.3 | -0.3 | -0.3 |
| 2014 | -0.5 | -0.5 | -0.4 | -0.2 | -0.1 | 0.0 | -0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.4 | 0.5 | 0.6 |
| 2015 | 0.6 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 1.0 | 1.2 | 1.4 | 1.7 | 2.0 | 2.2 | 2.3 |
| 2016 | 2.2 | 2.0 | 1.6 | 1.1 | 0.6 | 0.1 | -0.3 | -0.6 | -0.8 | -0.8 | -0.8 | -0.7 |
| 2017 | -0.4 | -0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.5 | | | | | | | |

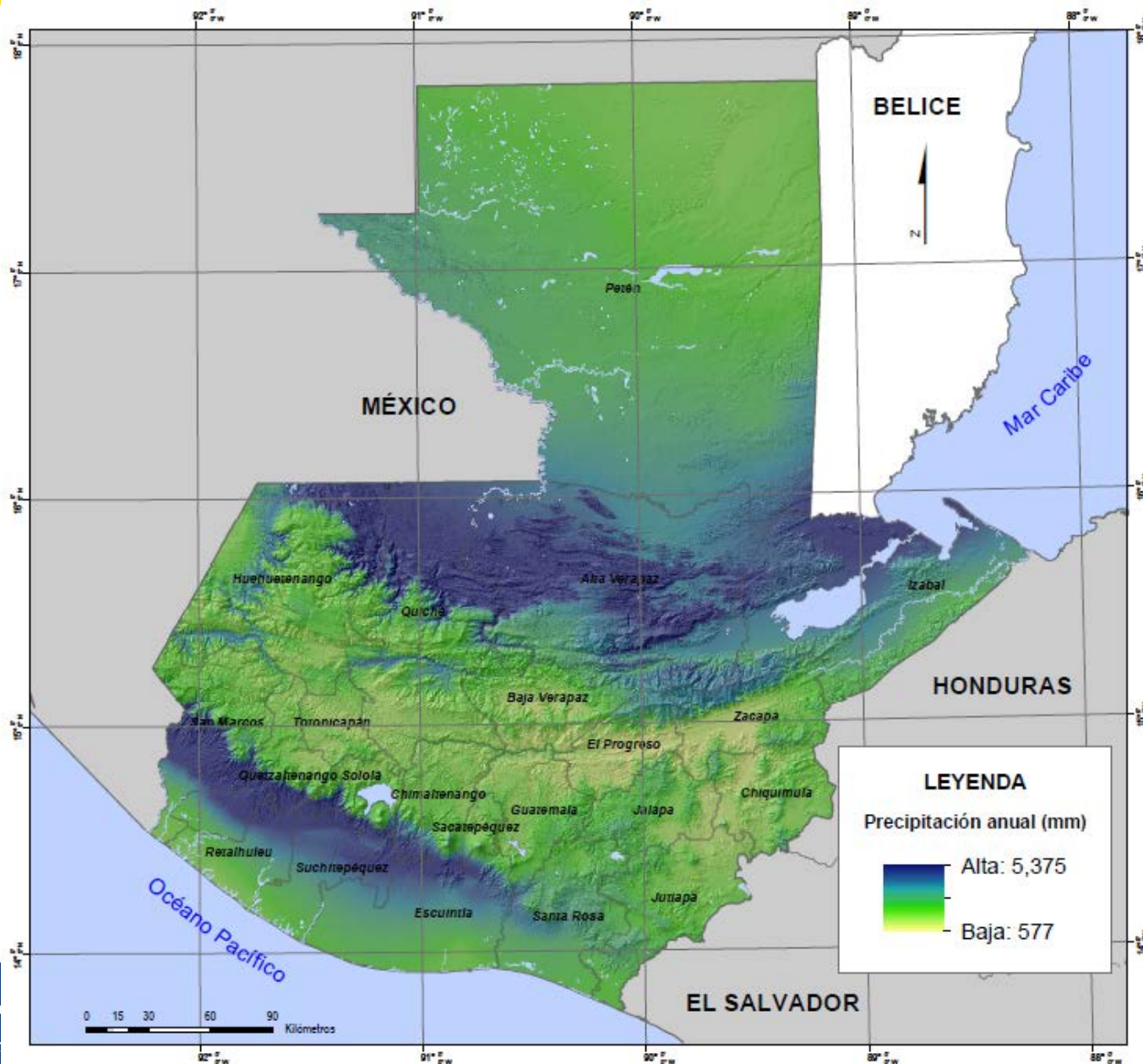


Escenarios de cambio climático en Guatemala

Temperatura (1950-2000)



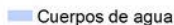
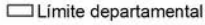
Precipitación pluvial (1950-2000)


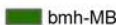

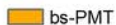

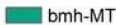

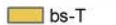

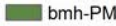

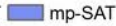

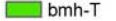
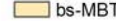



Ecosistemas (1950-2000)



Leyenda

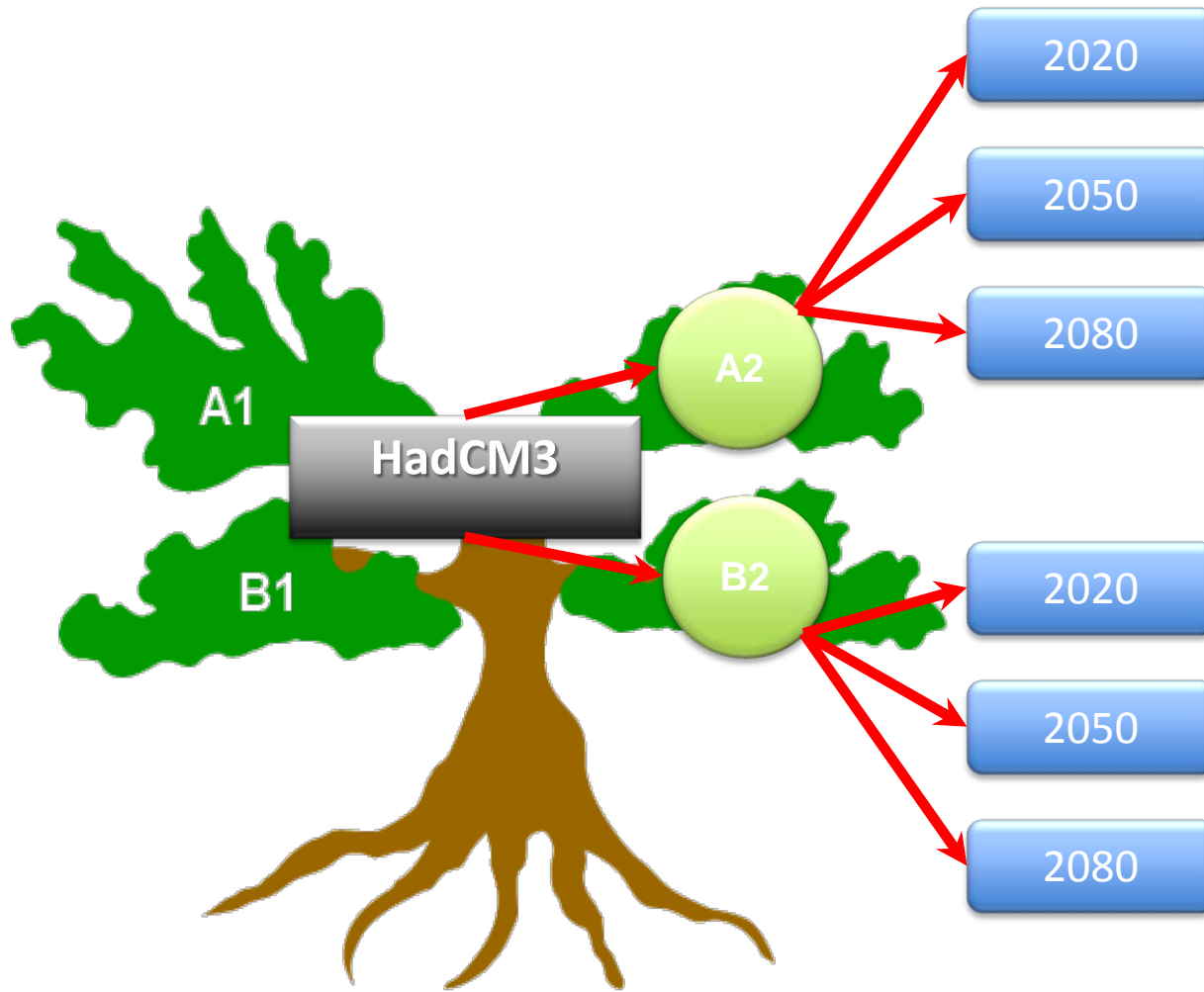
-  Cuerpos de agua
-  Limite departamental

- | | | | |
|---|---|--|--|
|  bh-MBT |  bmh-MBT |  bms-T |  bs-PMT |
|  bh-MT |  bmh-MT |  bp-MT |  bs-T |
|  bh-PMT |  bmh-PMT |  bp-PMT |  mp-SAT |
|  bh-T |  bmh-T |  bp-T |  bs-MBT |

Proyección del mapa digital: UTM, zona 15, DATUM WGS 84.
 Proyección del mapa impreso: Coordenadas geográficas, Esferoide de Clarke 1866.

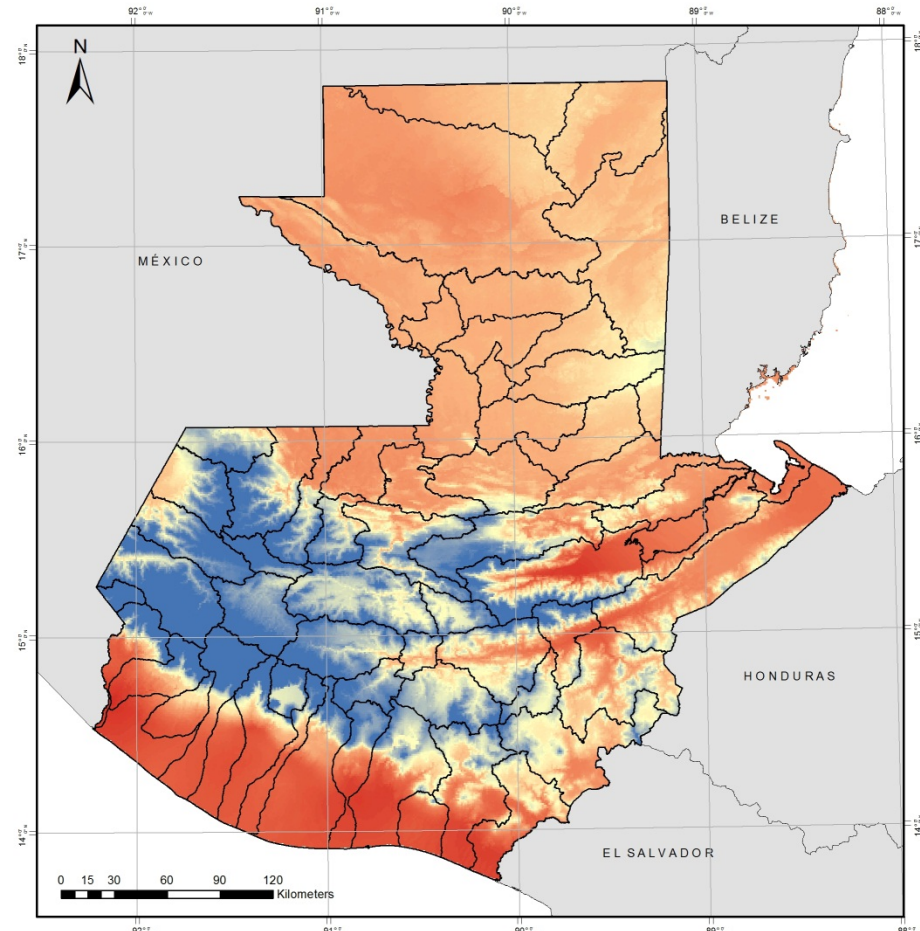
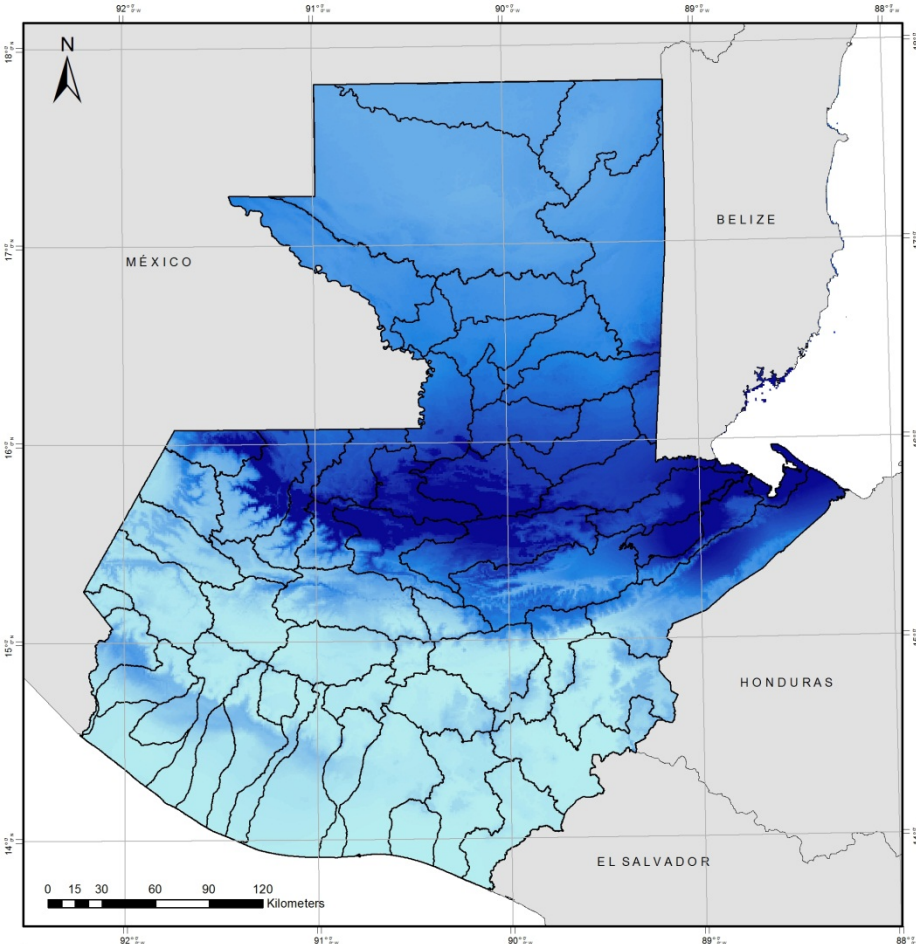
Fuente: Elaboración propia IGN, 2001.

Elaborado por: Laboratorio SIG IARNA Guatemala, octubre de 2010



Precipitación Mensual 2020

Temperatura Mensual 2020



| | |
|---|--|
| <p>Mapas Base de la República de Guatemala Guatemala, 2015</p> | <p>Leyenda</p> <ul style="list-style-type: none"> SubCuecas Países Fronterizos <p>Precipitación Mensual 2020</p> <p>Value</p> <ul style="list-style-type: none"> Alto: 28 Low : 0 <p>iarna Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR</p> <p>SECRETARÍA DE PLANIFICACIÓN Y PROGRAMACIÓN SIEGEPLAN</p> |
| <p>Proyección del mapa digital: UTM, zona 15, DATUM WGS 84. Proyección del mapa impreso: Coordenadas geográficas, Esferoide de Clarke 1866.</p> <p>Fuente: Elaboración propia MAGA 2001, 2006, 2013</p> | <p>Proyección del mapa digital: UTM, zona 15, DATUM WGS 84. Proyección del mapa impreso: Coordenadas geográficas, Esferoide de Clarke 1866.</p> <p>Fuente: Elaboración propia MAGA 2001, 2006, 2013</p> |

| | |
|---|--|
| <p>Mapas Base de la República de Guatemala Guatemala, 2015</p> | <p>Leyenda</p> <ul style="list-style-type: none"> SubCuecas Países Fronterizos <p>Temperatura Media 2020</p> <p>Value</p> <ul style="list-style-type: none"> 28.1 8 <p>iarna Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR</p> <p>SECRETARÍA DE PLANIFICACIÓN Y PROGRAMACIÓN SIEGEPLAN</p> |
| <p>Proyección del mapa digital: UTM, zona 15, DATUM WGS 84. Proyección del mapa impreso: Coordenadas geográficas, Esferoide de Clarke 1866.</p> <p>Fuente: Elaboración propia MAGA 2001, 2006, 2013</p> | <p>Proyección del mapa digital: UTM, zona 15, DATUM WGS 84. Proyección del mapa impreso: Coordenadas geográficas, Esferoide de Clarke 1866.</p> <p>Fuente: Elaboración propia MAGA 2001, 2006, 2013</p> |

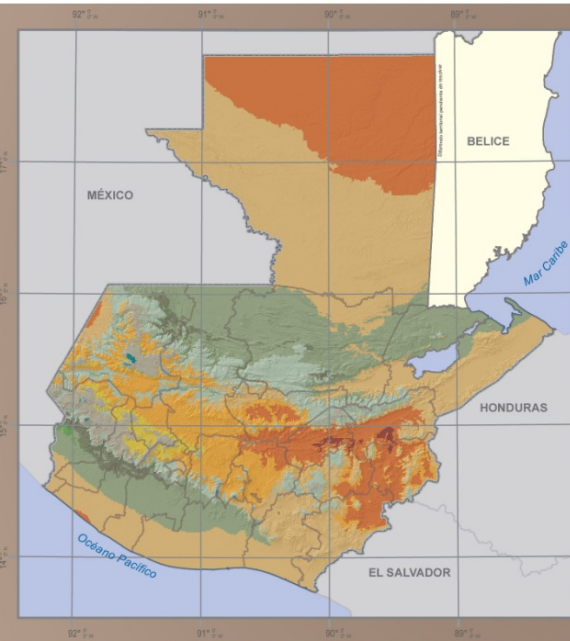
Escenarios

2020

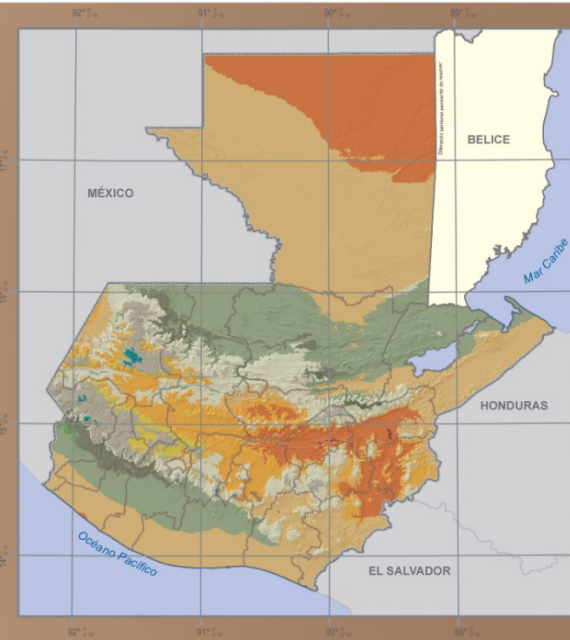
2050

2080

A2



B2



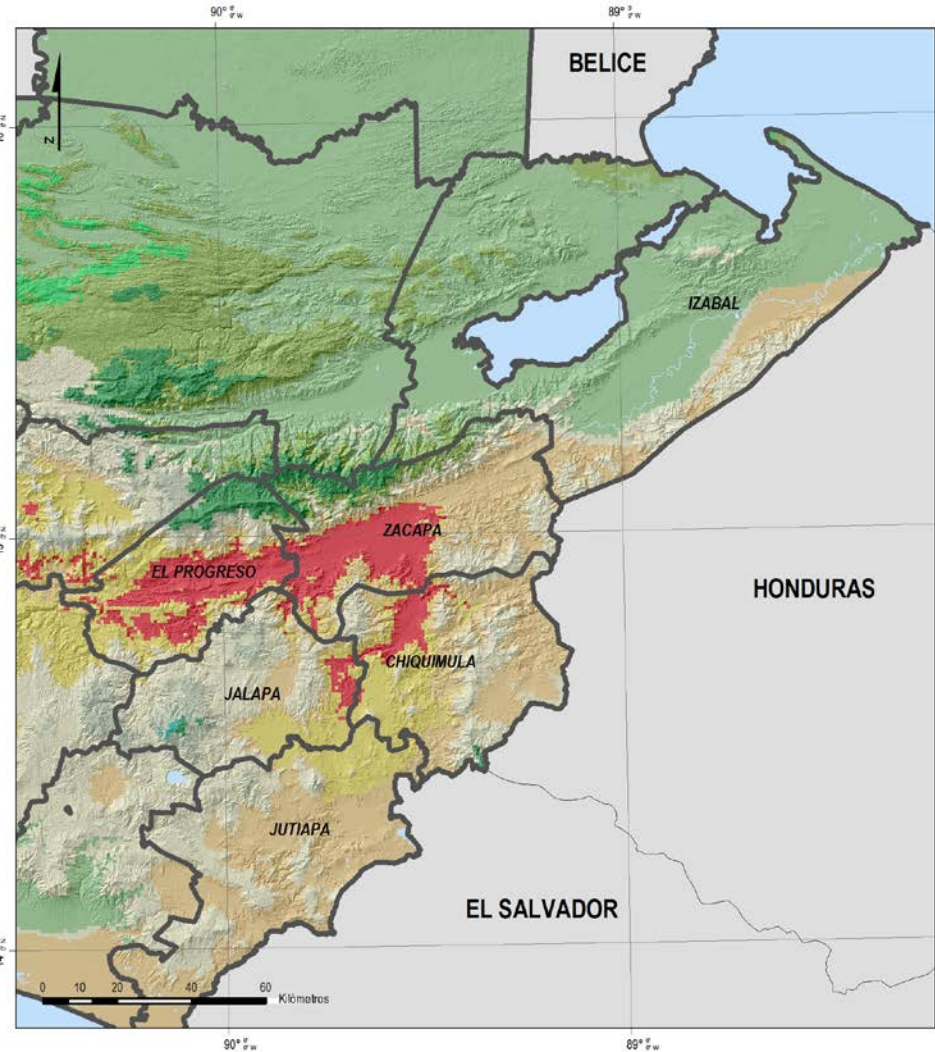
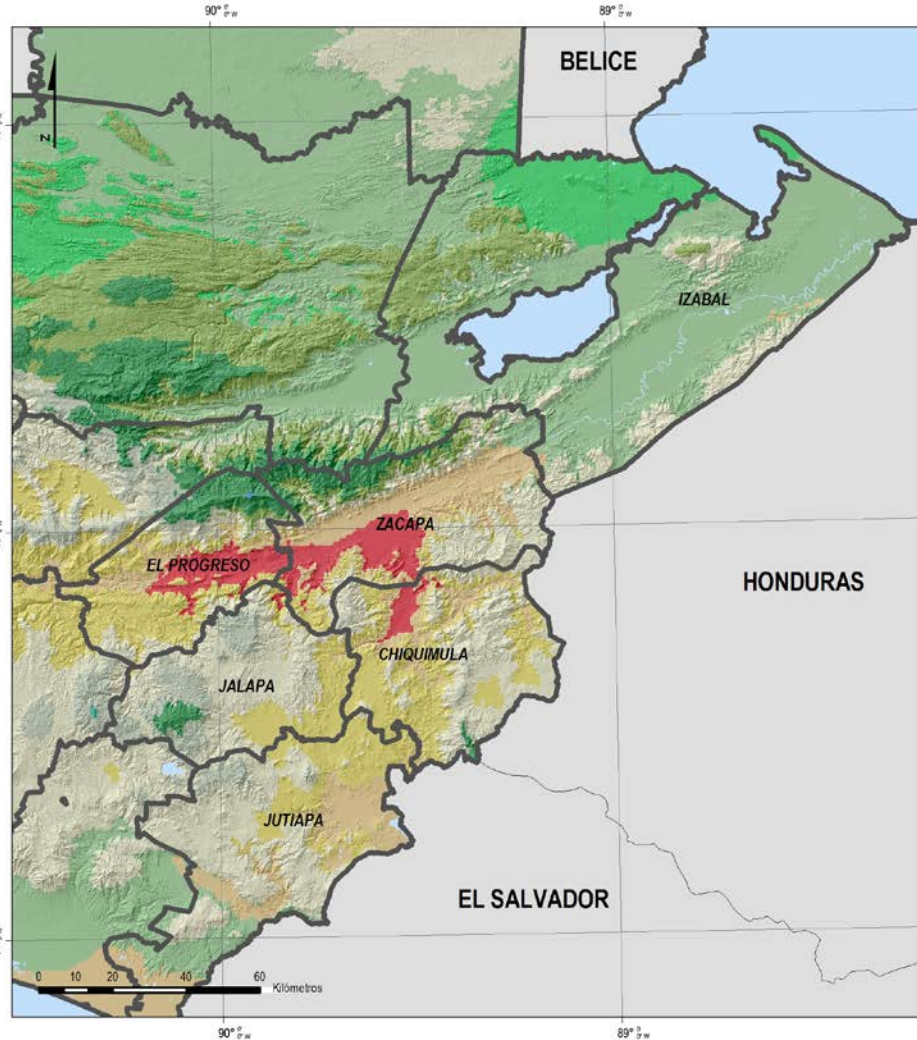
Dinámica de cambios periodo 2000 - 2080, según escenarios A2 y B2.

| Escenario | Provincia de humedad | Línea base 1950-2000 %* | Año | | | Cambio 2000- 2020 % | Cambio 2000- 2050 % | Cambio 2000- 2080 % |
|-----------|------------------------------|-------------------------------|------------|------------|------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| | | | 2020 %* | 2050 %* | 2080 %* | | | |
| A 2 | húmeda, muy húmeda y pluvial | 76 | 62 | 51 | 30 | -19 | -33 | -60 |
| | seca y muy seca | 24 | 38 | 49 | 70 | 60 | 104 | 189 |
| B 2 | húmeda, muy húmeda y pluvial | 76 | 68 | 65 | 36 | -10 | -14 | -53 |
| | seca y muy seca | 24 | 32 | 35 | 64 | 31 | 44 | 166 |

* = % del territorio nacional



Efectos del cambio climático en el Trifinio



Universidad Rafael Landívar (URL)
Vicerrectoría de Investigación y Proyección (VRIP)
Unidad de información estratégica para la investigación y proyección (UIE)

Fuente: Elaboración propia, Jarvis et al, 2010.
Elaborado por: UIE. Guatemala, marzo de 2017

Mapa de ecosistemas

| | | | | |
|--------|---------|--------|--------|--------|
| bh-MBT | bmh-MBT | bmh-T | bp-SAT | bs-T |
| bh-PMT | bmh-MT | bp-MT | bmh-T | bs-PMT |
| bh-T | bmh-PMT | bp-PMT | bs-PMT | |

Cuenca de agua
 Límite departamental

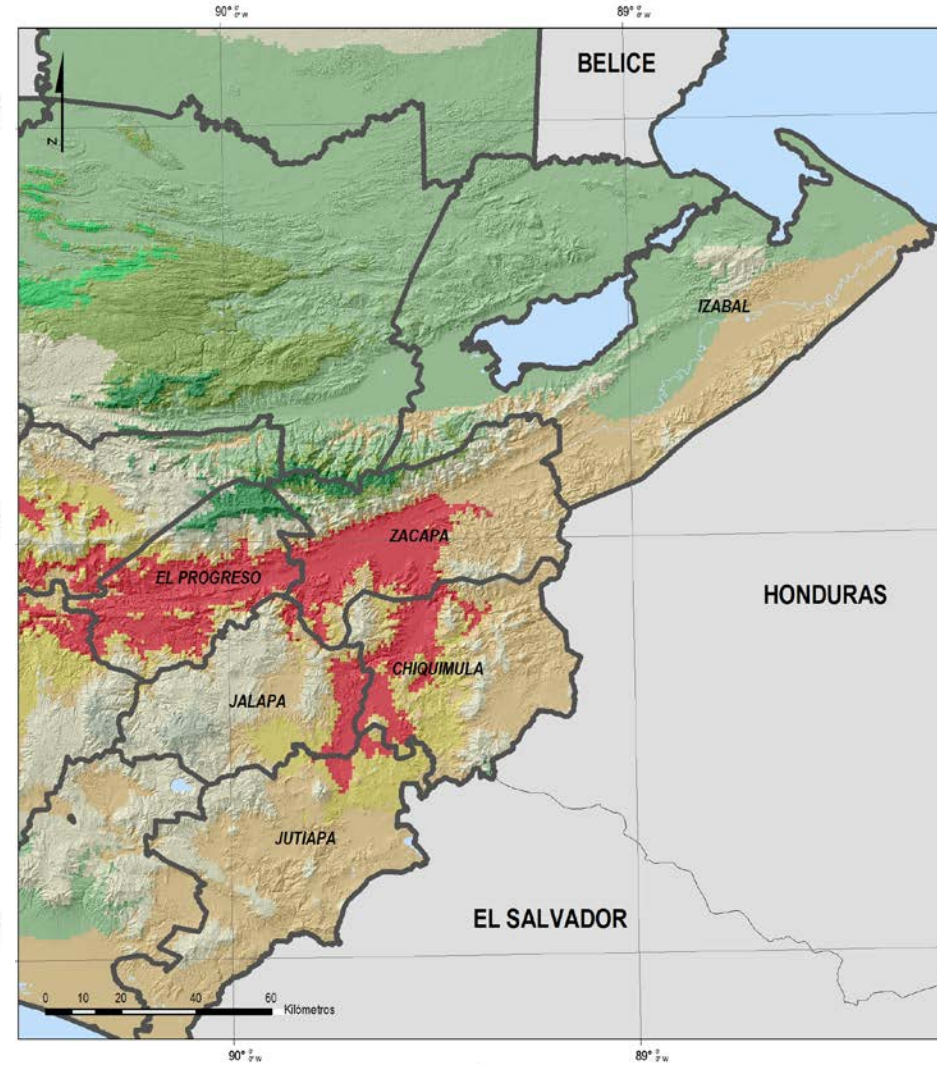
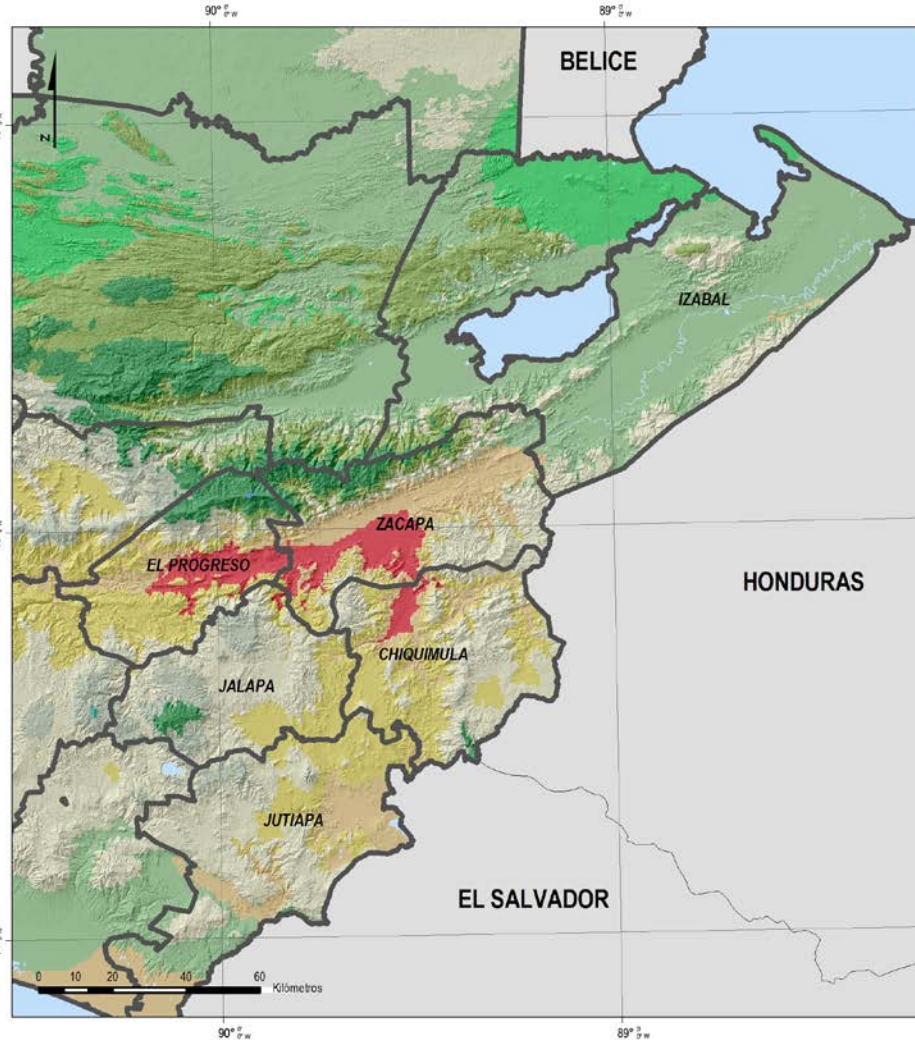
Universidad Rafael Landívar (URL)
Vicerrectoría de Investigación y Proyección (VRIP)
Unidad de información estratégica para la investigación y proyección (UIE)

Fuente: Elaboración propia, Jarvis et al, 2010, CIAT, 2010.
Elaborado por: UIE. Guatemala, marzo de 2017

Mapa de ecosistemas escenario A2-2020

| | | | | |
|--------|---------|--------|--------|--------|
| bh-MBT | bmh-MBT | bmh-T | bp-SAT | bs-T |
| bh-PMT | bmh-MT | bp-MT | bmh-T | bs-PMT |
| bh-T | bmh-PMT | bp-PMT | bs-PMT | |

Cuenca de agua
 Límite departamental



Universidad Rafael Landívar (URL)
Vicerrectoría de Investigación y Proyección (VRIP)
 Unidad de información estratégica para la investigación y proyección (UIE)

Fuente: Elaboración propia, Jarvis et al, 2010.
 Elaborado por: UIE, Guatemala, marzo de 2017

Unidad de información estratégica para la investigación y proyección

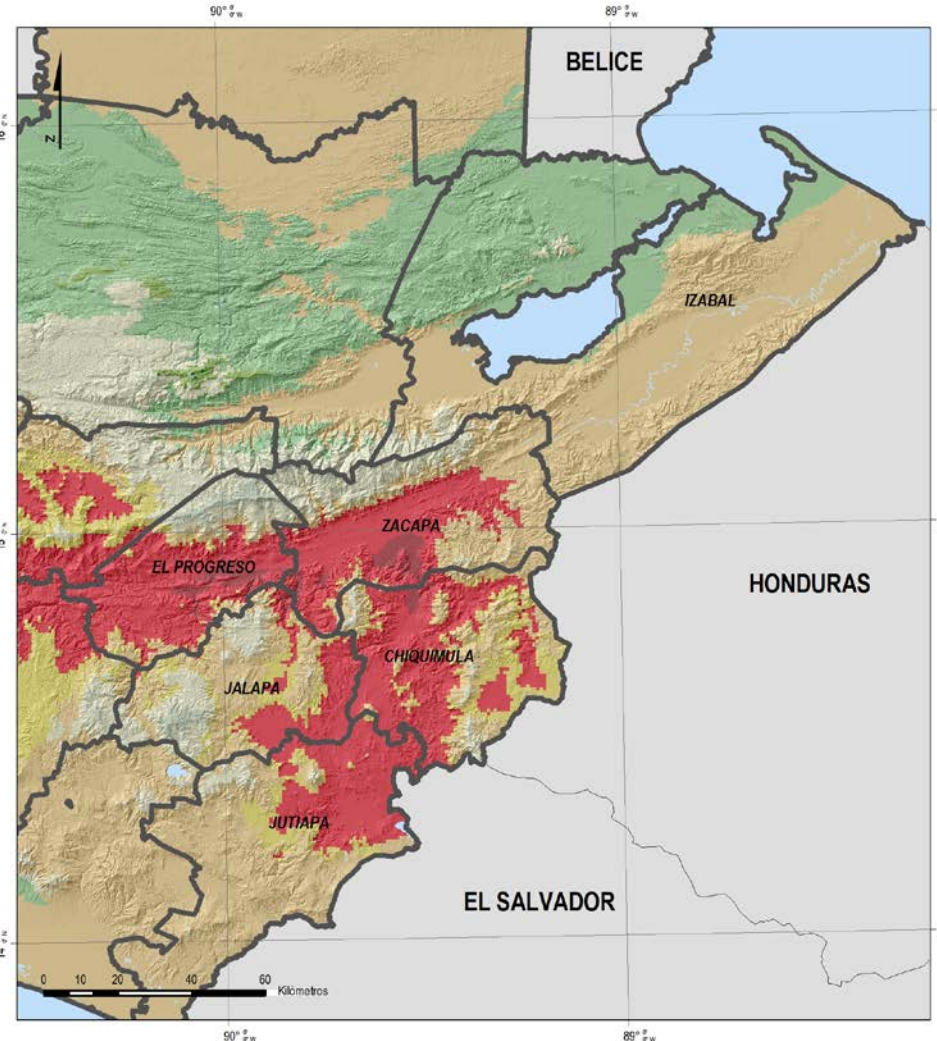
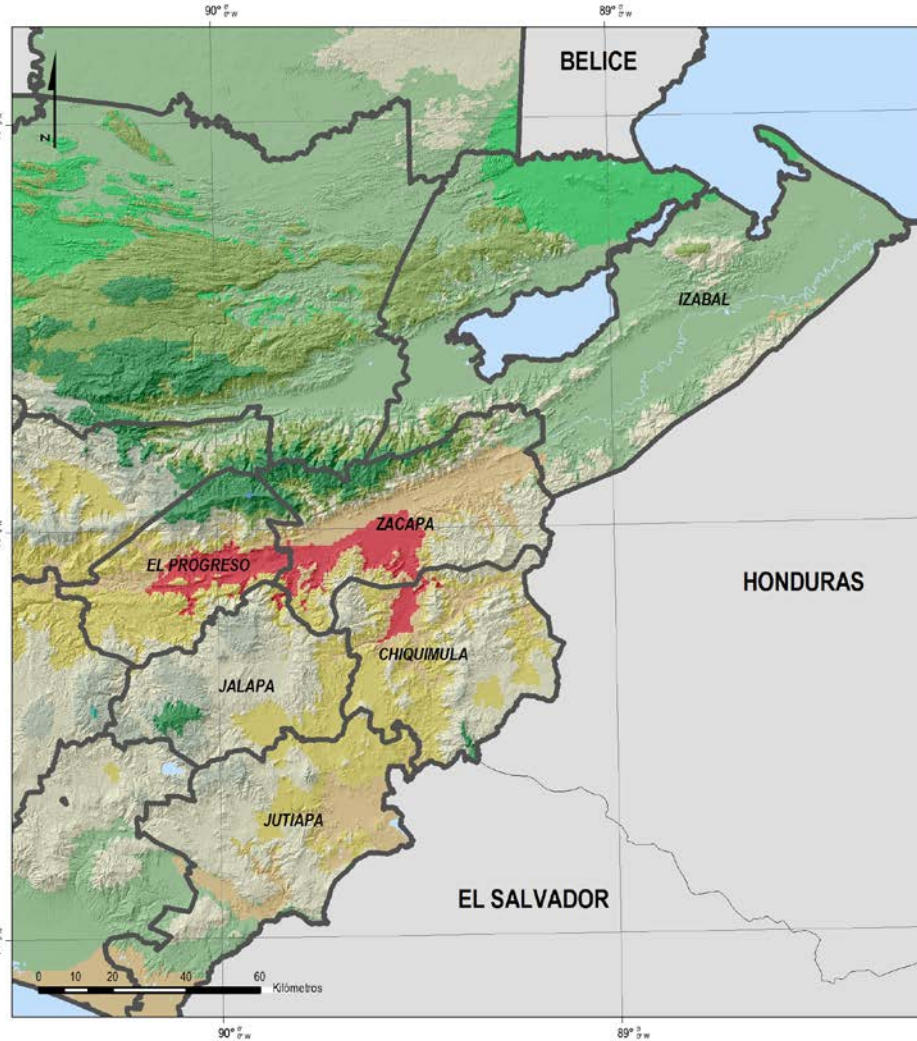


Universidad Rafael Landívar (URL)
Vicerrectoría de Investigación y Proyección (VRIP)
 Unidad de información estratégica para la investigación y proyección (UIE)

Fuente: Elaboración propia, Jarvis et al, 2010, CIAT, 2010.
 Elaborado por: UIE, Guatemala, marzo de 2017

Unidad de información estratégica para la investigación y proyección





Universidad Rafael Landívar (URL)
Vicerrectoría de Investigación y Proyección (VRIP)
 Unidad de información estratégica para la investigación y proyección (UIE)

Fuente: Elaboración propia, Jarvis et al, 2010.
 Elaborado por: UIE. Guatemala, marzo de 2017

Universidad Rafael Landívar (URL)
Vicerrectoría de Investigación y Proyección (VRIP)
 Unidad de información estratégica para la investigación y proyección (UIE)

Fuente: Elaboración propia, Jarvis et al, 2010, CIAT, 2010.
 Elaborado por: UIE. Guatemala, marzo de 2017

A nivel de ecosistemas:

- Expansión territorial de estas provincias de humedad; conversión de seco a muy seco.
- Largos períodos de sequía, aumento de aridez, mayor escasez de agua.
- Pérdida de fertilidad natural de los suelos.

A nivel de sistemas productivos:

- A donde se amplíen estas provincias de humedad, los sistemas representativos alcanzaran mayor potencial productivo.
- Potencial inhabilitación de cultivos al pasar de una provincia seca a muy seca.
- Bajo estas condiciones, la ganadería de carne podrá permanecer como una actividad productiva.

A nivel de ecosistemas:

- Reducción significativa, transformándose hacia provincia de humedad seca.
- Muy alta erosión genética, simplificación de la estructura y composición florística.
- Incremento en emisiones netas de CO₂ y pérdida de fertilidad de los suelos por disminución de biomasa.
- Aumento de incendios, plagas y enfermedades.

A nivel de sistemas productivos:

- Mejores o iguales condiciones para ganadería, palma, hule, caña.
- Condiciones críticas para banano, cacao, arroz, cardamomo, yuca, frijol y maíz.

A nivel de ecosistemas:

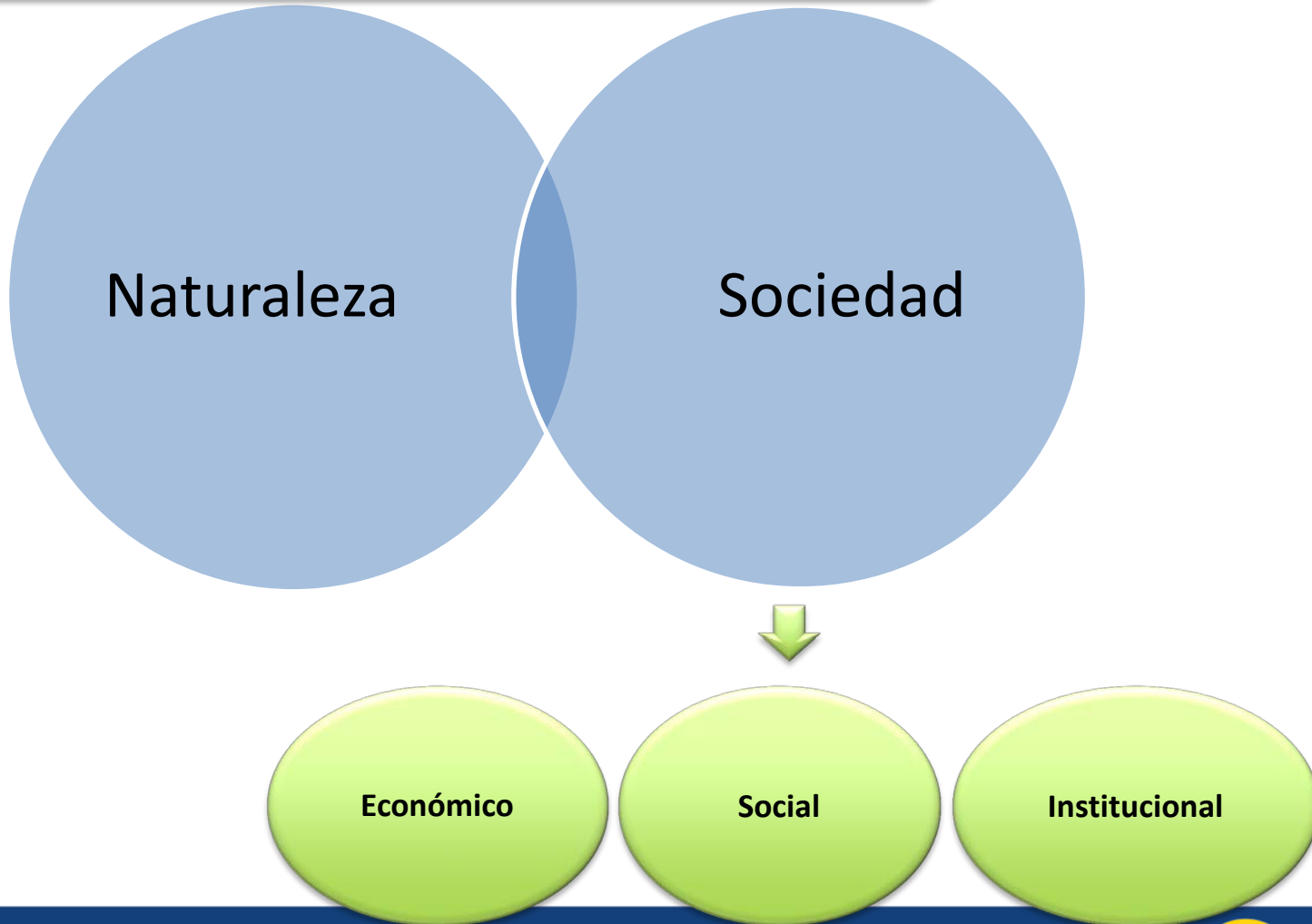
- Estos ecosistemas serán los que mejor conserve su composición, estructura y función.
- Especies con altos niveles de persistencia, alta tolerancia a sequías. Podrán seguir ocupando sus nichos actuales o migrar a estratos altitudinales superiores.
- Aumento de incendios, plagas y enfermedades.
- Aumento de productividad primaria neta (PPN).

A nivel de sistemas productivos:

- Incremento en la resiliencia a los cambios por parte de la mayoría de los cultivos.
- La variación en horas frío afectarán a los frutales deciduos.

- **Socioeconómico:**
 - Velar por seguridad alimentaria.
 - Revalorización de sistemas tradicionales de cultivos.
- **Adaptación tecnológica:**
 - Semillas mejoradas resistentes a la sequia.
 - Mejores razas de ganado.
 - Promover sistemas agroforestales.
 - Implementar de sistemas de riego.
- **Ambiental:**
 - Infraestructura para captación y almacenamiento de agua.
 - Prácticas de manejo y conservación de suelos.
 - Manejo integrado de plagas.
 - Gestión de riesgo.
 - Investigación sobre cambios en condiciones ambientales.

Migración, adaptación o extinción





Reflexiones finales

- El cambio climático (pasado, presente y futuro), nunca ha sido una cuestión de elección.
- ¿Migrar o adaptarse?
- ¿Adaptarse o mitigar?
- Mitigación: acciones orientadas a reducir los impactos del cambio climático mediante la reducción de las emisiones de gases que contribuyen al efecto invernadero.
- Adaptación: realizar las modificaciones necesarias para convivir, con relativas posibilidades de éxito, con las nuevas condiciones ambientales.
- **¡Adaptación!**: oportunidad para repensar la manera en que gestionamos la interacción sociedad - naturaleza.

¿Qué es lo que se tiene que adaptar?

- Dada la vulnerabilidad de la región centroamericana, es obligada una adaptación sistémica (económica, institucional, social y ambiental).

¿Qué implica esto?

- Aprender a administrar toda la cadena de impactos reales y potenciales que de estos cambios se derivan.
- Modificar nuestra historia de enfoques reactivos, que hacen de nuestra capacidad de adaptación sea muy limitada.
- Revertir nuestra crónica aversión a la prevención, al aprendizaje adaptativo, a asumir el largo plazo como marco de planificación, a dejar las prioridades de nuestro desarrollo en manos de los donantes o de fuentes inciertas de financiamiento, entre otros.
- Atender nuestras múltiples, complejas y arraigadas crisis.

RIESGO = Vulnerabilidad + Amenazas + Capacidad de respuesta

Estado de indefensión, producto de la vulnerabilidad sistémica.

Adaptación en función de 3 atributos básicos del sistema regional:

- Disponibilidad de recursos
- Capacidad de respuesta
- Empoderamiento

Disponibilidad de recursos y Capacidad de respuesta como bases para la gestión del riesgo.

Empoderamiento: personas que demandan cambios y generan transformaciones. El rol del conocimiento.

- Para adaptarnos no hay fórmulas mágicas.
- Simple y sencillamente debemos empezar a ser los mejores en todo lo que hacemos.
- Esto puede iniciar con orientar nuestras acciones hacia la promoción de un genuino sentido del bien común y basadas en las mejores capacidades técnicas y gerenciales .

«Servicio ≠ Poder. Poder ≠ Mercancía.»

(Papa Francisco).

- Este puede ser un buen momento para empezar.



Muchas gracias

