

Cambio Climático en el Centro de México

Cuenca Lerma – Chapala-Santiago

Ing. Roberto Sánchez Arias
Jubilado de la CONAGUA



**7^{mo} Congreso Nacional
de Investigación en
Cambio Climático**



“Del antropoceno a la sustentabilidad”



Objetivo

Analizar el impacto que tendrá la disponibilidad del agua en las cuencas hidrológicas del centro del país, debido al Cambio Climático

Como resultado de la participación en el proyecto ESTUDIO DE PAIS, México apoyado por U.S. Country Studies Program, el departamento de Geografía Física del Instituto de Geografía de la UNAM, realizó esta investigación de las tres cuencas hidrográficas del centro del país, se estimó el balance hidrológico actual y el correspondiente a tres escenarios de Cambio Climático, resultando de tres modelos en los cuales se supone que el contenido de bióxido de carbono(CO_2) en la atmósfera se duplicará entre los años 2025-2100. Dos de estos modelos se basan en la circulación general de la atmósfera, el GFDL-R30(Geophysical Fluid Dynamics Laboratory) y el CCC(Canadian Climate Center) y el tercero en el balance de energía térmica MTC(Modelo Termodinámico del Clima).

Se eligió la zona centro de México por ser la más afectada, en cuanto a problemas de abastecimiento de agua , por la gran población que concentra y por su intensa actividad socioeconómica.

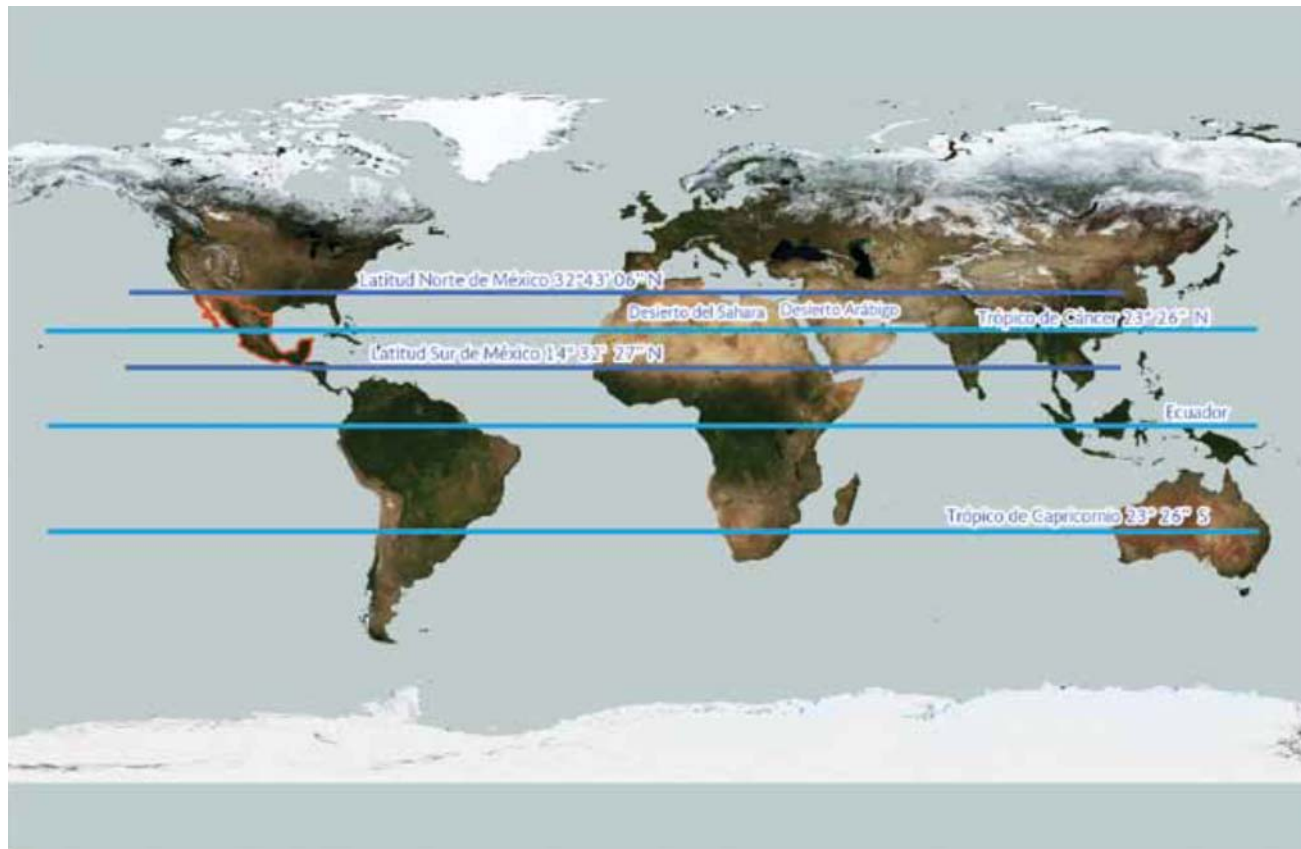
Los resultados indican que, un cambio climático en la región del centro de México, habría una disminución de agua aprovechable en las cuencas de los ríos Pánuco, Balsas y Lerma- Chapala- Santiago, ésta última sobresale la vulnerabilidad de sus recursos hidrológicos, ya que actualmente tiene problemas con el recurso agua, el cambio climático lo agravaría sensiblemente. Situación que la convierte en un área de especial interés.



“Del antropoceno a la sustentabilidad”



Localización geográfica de México respecto de las principales zonas desérticas del mundo.

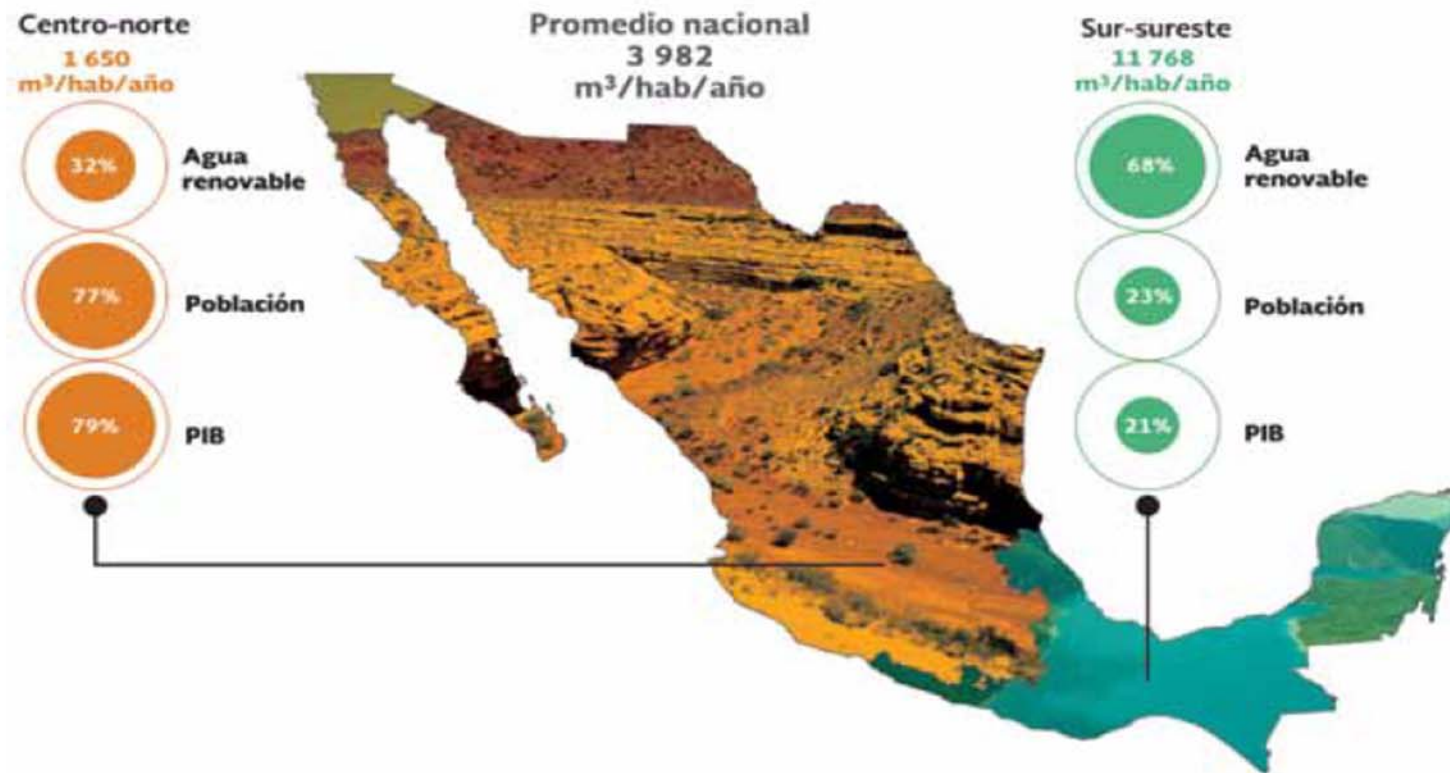


Fuente: Conagua, 2013, a partir de NASA, Earth Observatory Blue Marble



“Del antropoceno a la sustentabilidad”

Contraste entre el desarrollo y la disponibilidad de agua.

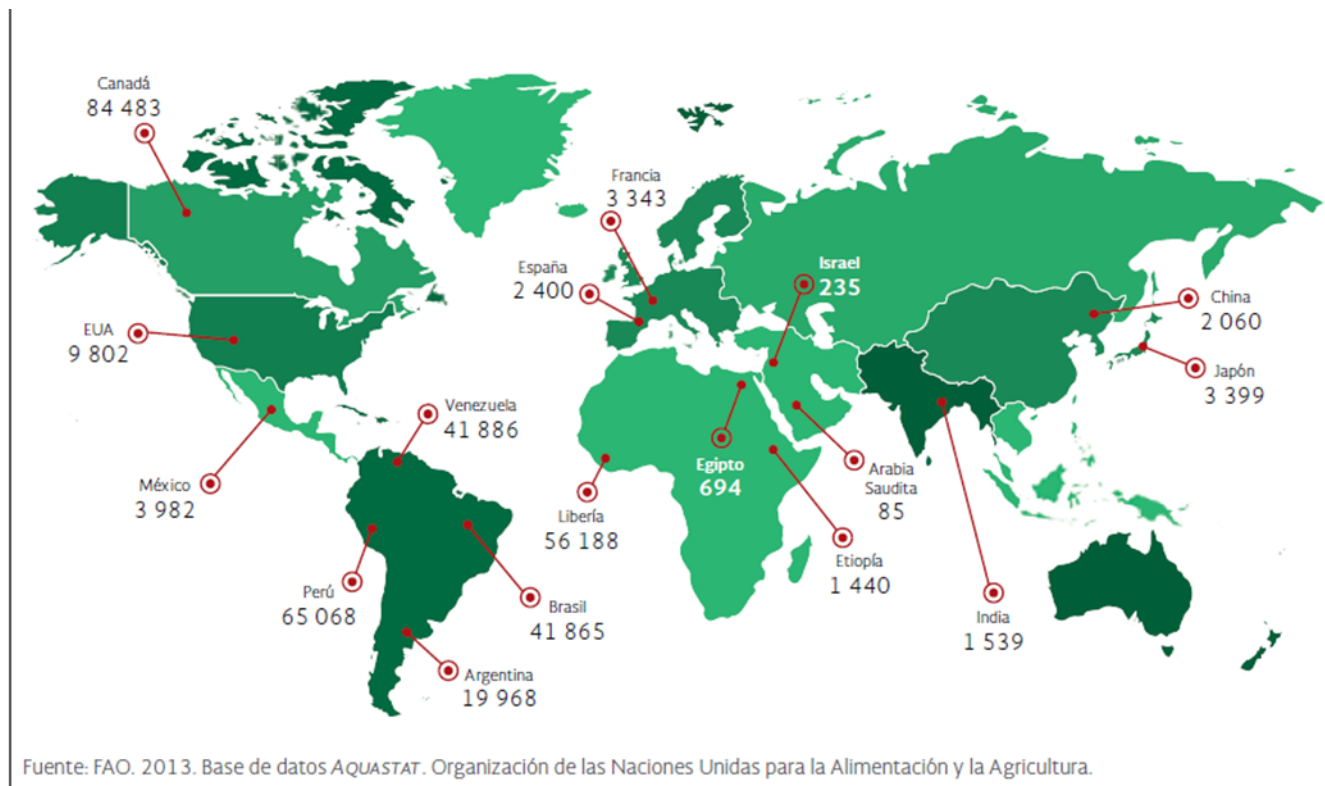


Fuente: CONAGUA, 2013.



“Del antropoceno a la sustentabilidad”

Disponibilidad natural media per cápita de agua en algunos países (m³/hab/año).

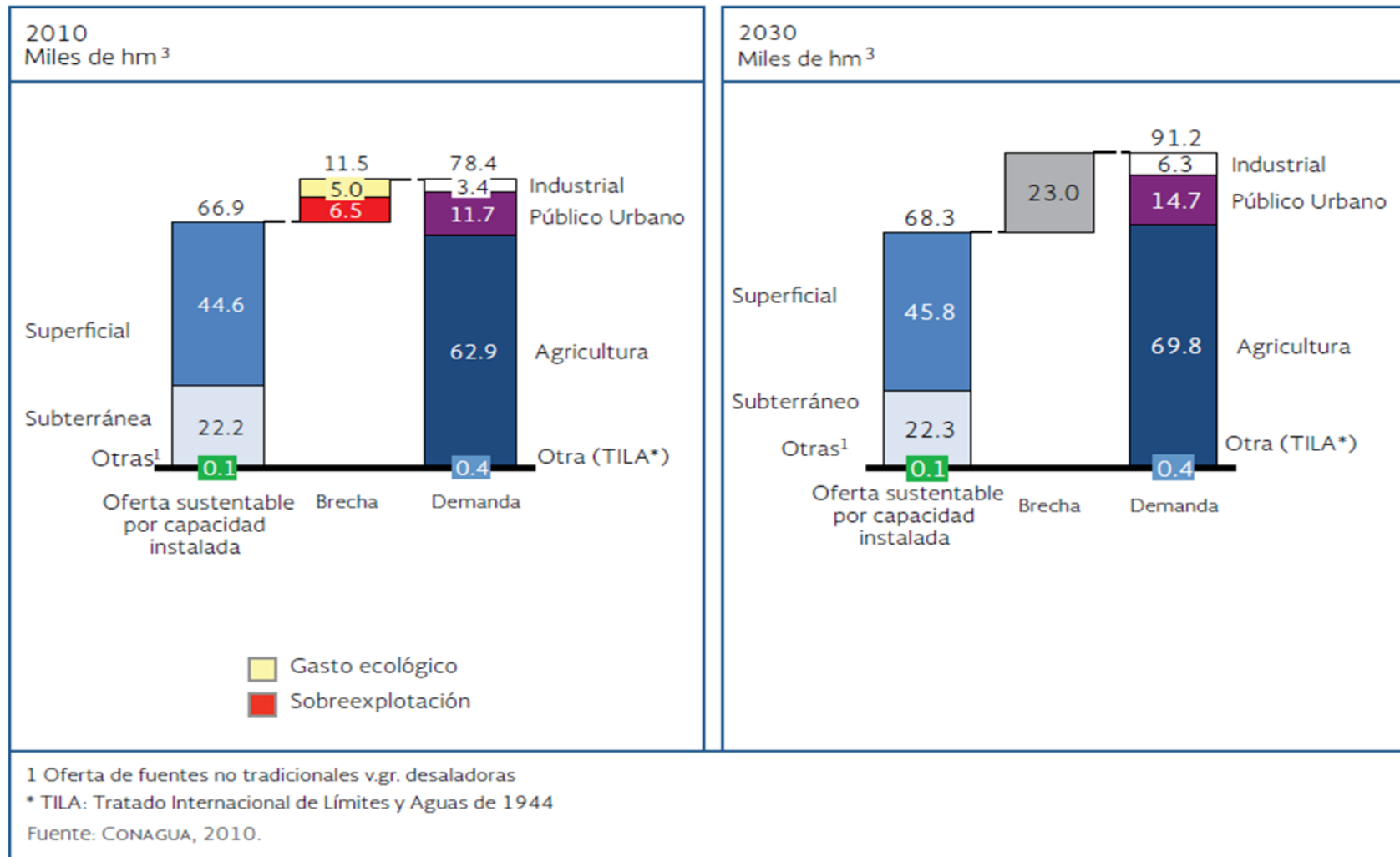


Se considera alta superior a 10 000 m³/hab/año, media entre 5 000 a 10 000 m³/hab/año y baja menor a 5 000 m³/hab/año.



“Del antropoceno a la sustentabilidad”

Brecha hídrica entre oferta y demanda.





“Del antropoceno a la sustentabilidad”



7^{mo} Congreso Nacional
de Investigación en
Cambio Climático

Protocolo de Kioto, Japón, sobre Cambio Climático, fue adoptado el 11 de diciembre de 1997 y entro en vigor hasta el 16 de febrero de 2005.

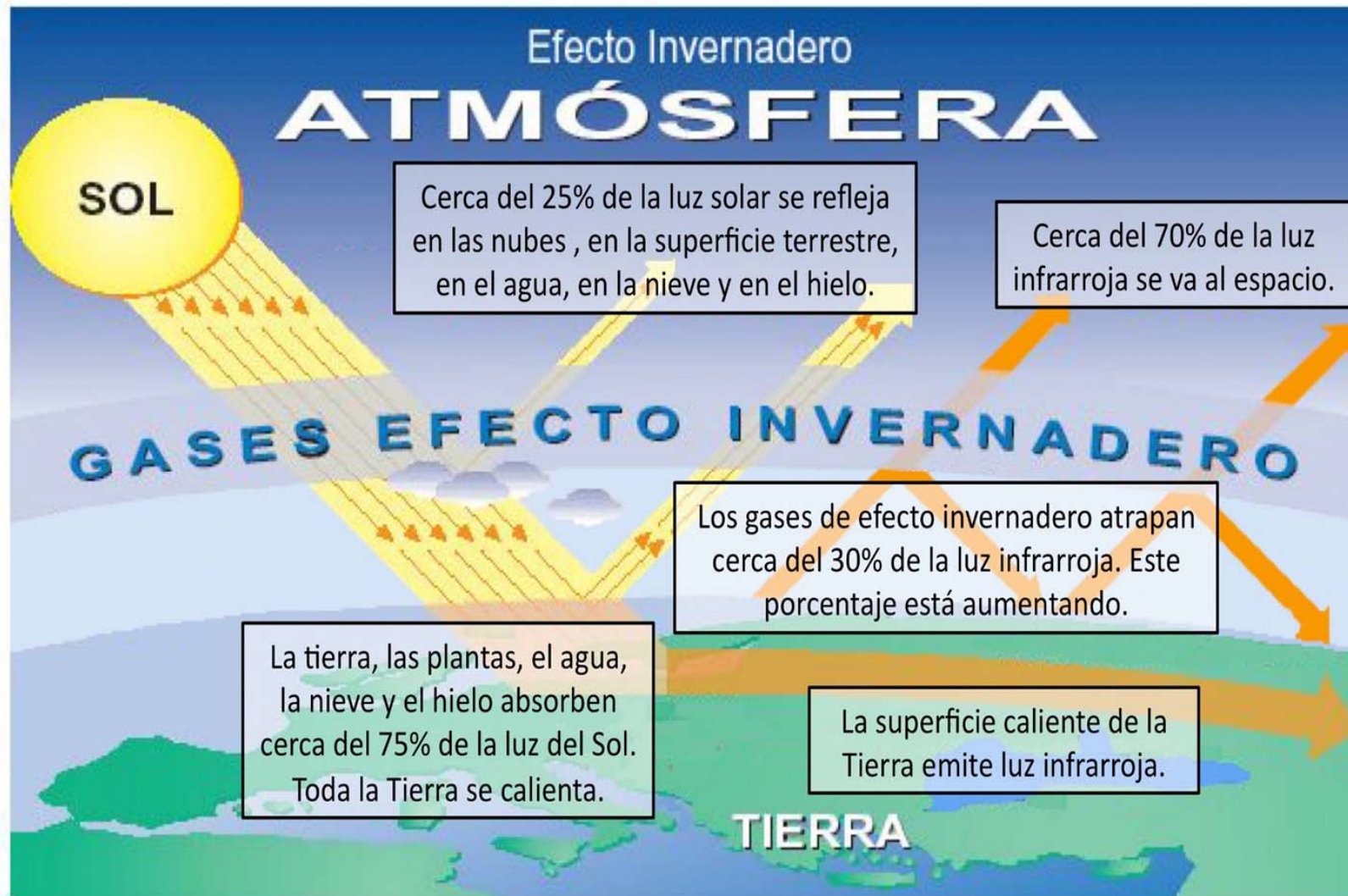


Posición de los diversos países en 2011 respecto del Protocolo de Kioto.

- Firmado y ratificado
- Firmado y ratificado.
- Firmado pero con ratificación rechazada.
- Abandonó.
- No posicionado.



“Del antropoceno a la sustentabilidad”





“Del antropoceno a la sustentabilidad”



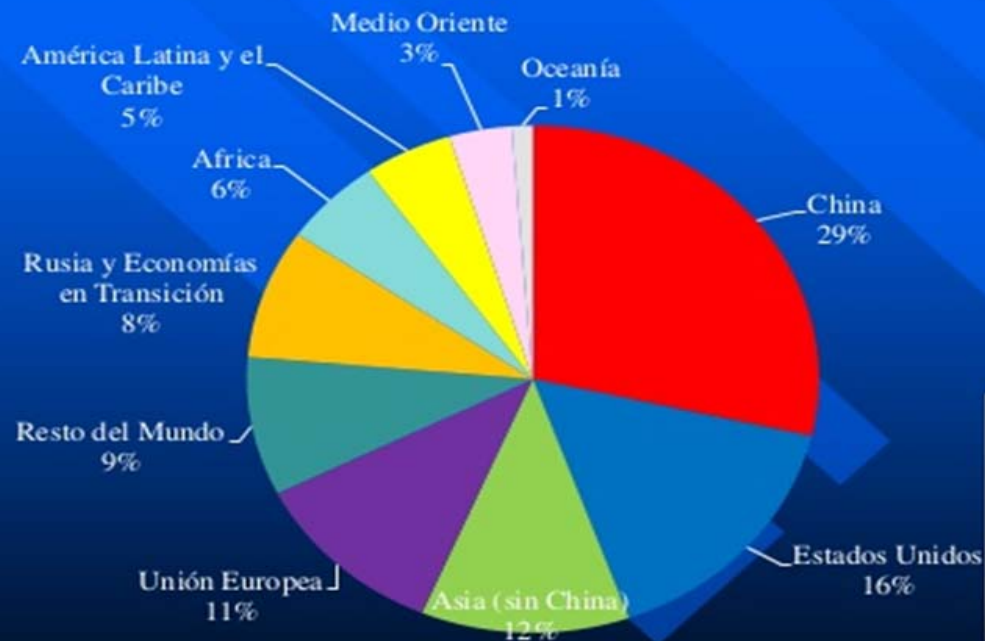
Variación del Bióxido de Carbono CO₂ a través del Tiempo





“Del antropoceno a la sustentabilidad”

Distribución por regiones de las emisiones mundiales de CO₂, 2011 (En porcentajes)

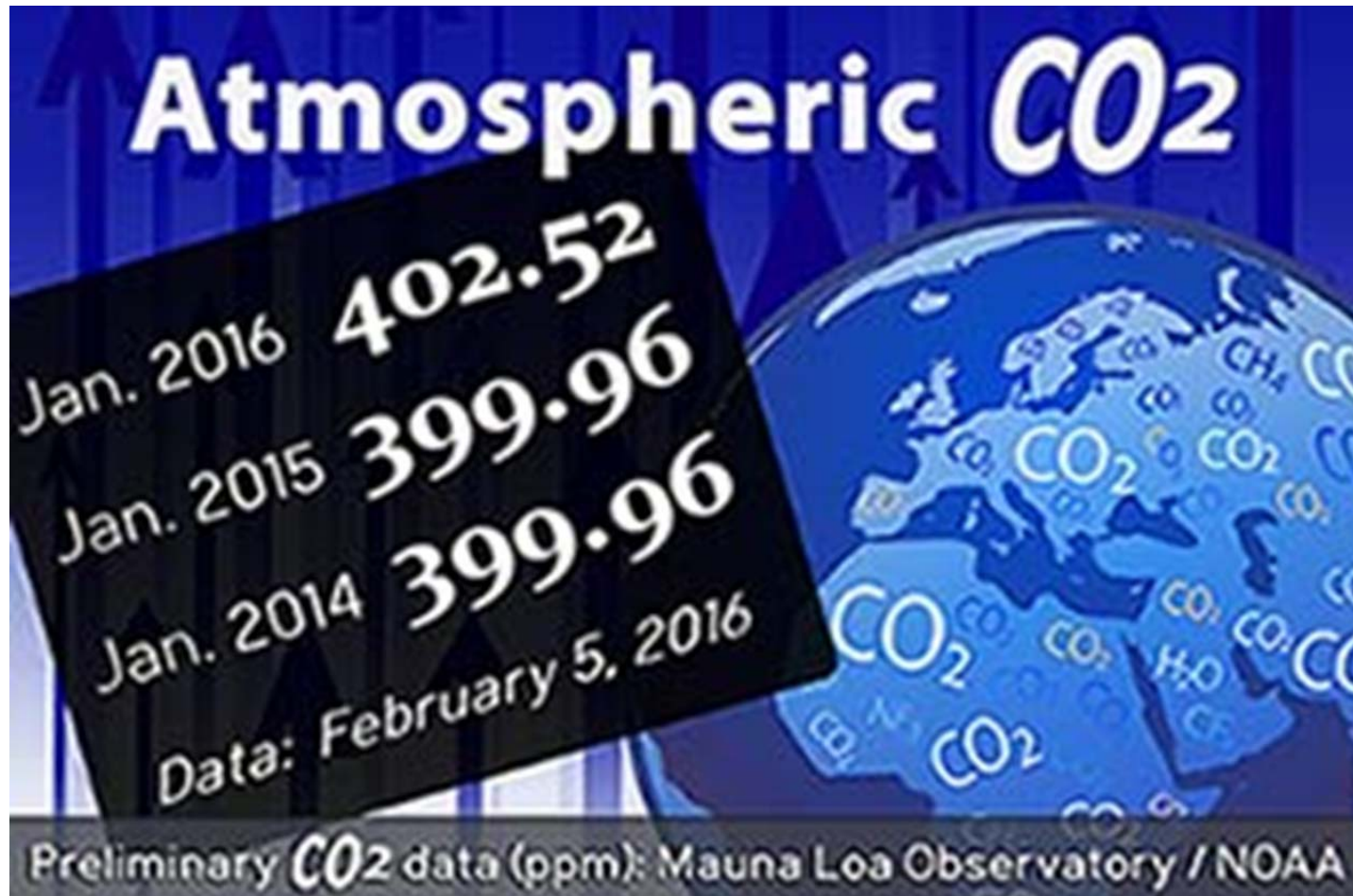




“Del antropoceno a la sustentabilidad”

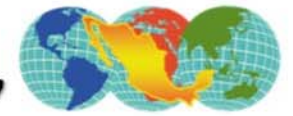


Incremento de CO₂ en la atmósfera del 2014-2016

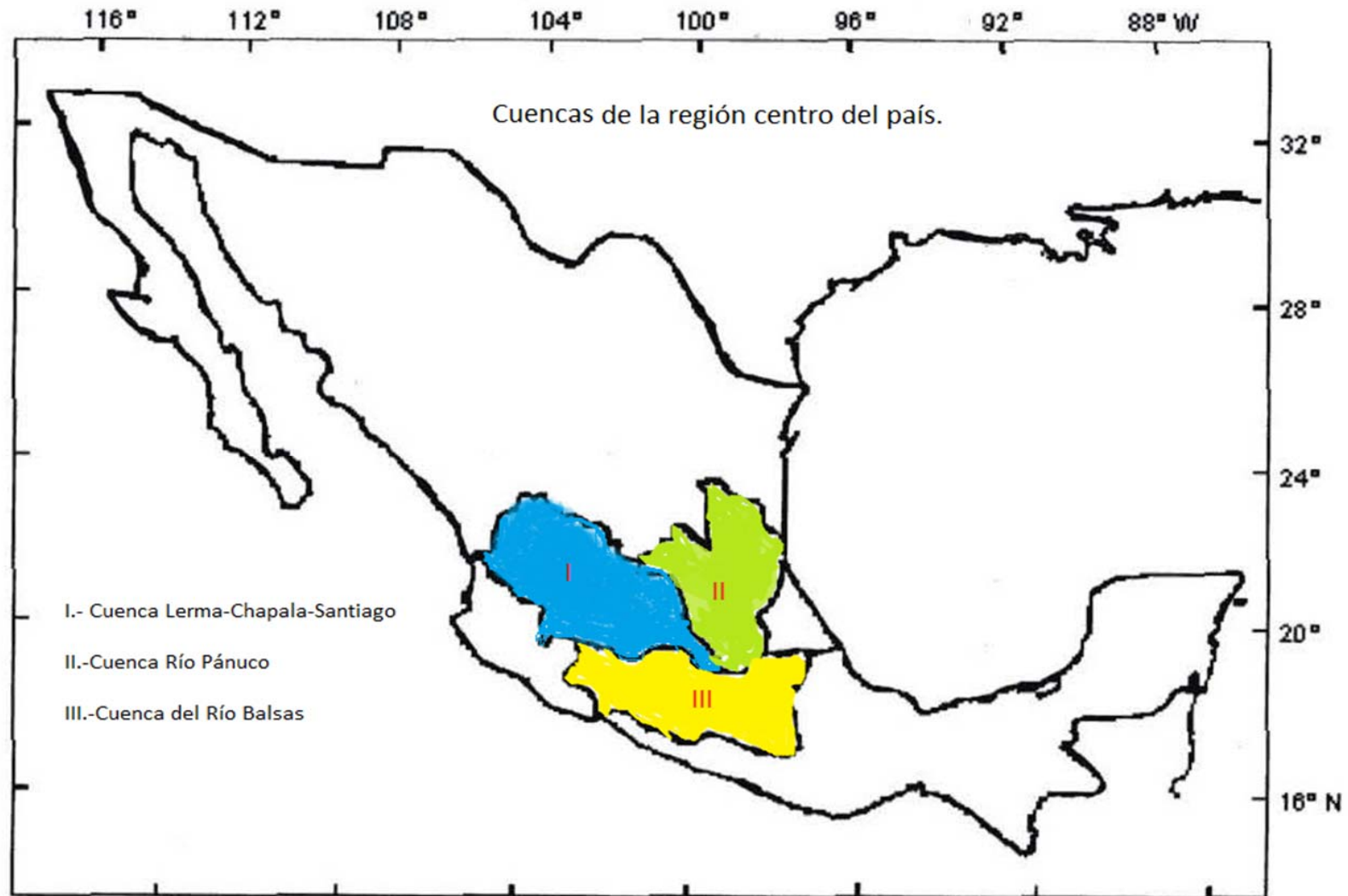




“Del antropoceno a la sustentabilidad”



7^{mo} Congreso Nacional
de Investigación en
Cambio Climático



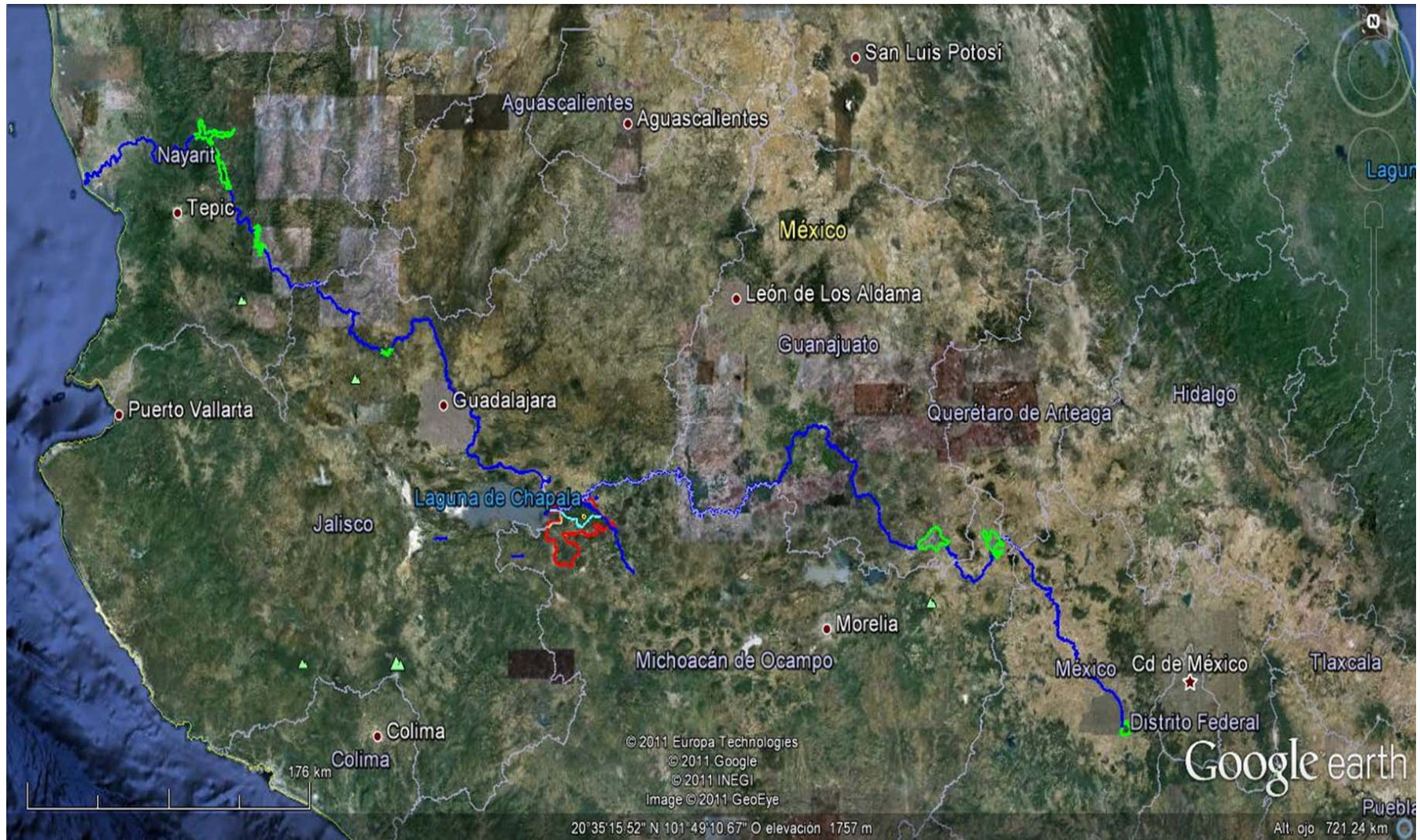


“Del antropoceno a la sustentabilidad”



7^{mo} Congreso Nacional
de Investigación en
Cambio Climático

Cuenca Lerma- Chapala - Santiago





“Del antropoceno a la sustentabilidad”



7^{mo} Congreso Nacional
de Investigación en
Cambio Climático

Cuadro 2. Parámetros hidroclimáticos y balances hidrológicos de la región Centro de la República Mexicana

REGION HIDROLÓGICA	MODELO	TEMPE- RATURA	PRECIPITACIÓN MEDIA		ESCURRIMIENTO MEDIO		VALOR LÍMITE DE PRECIPITACIÓN ENTRE LAS ZONAS HÚMEDAS Y SECAS SEGÚN KÖPPEN		EVAPOTRANSPIRACIÓN REAL DE LA PRECIPITACIÓN QUE ENTRA A LA CUENCA		EVAPOTRANSPIRACIÓN REAL SEGÚN TURC** DE LA PRECIPITACIÓN QUE ENTRA A LA CUENCA	
		T	P		Q		r		Ep (Ep=P-Q)		EpTurc	
		* C	mm	m3106	mm	m3106	mm	m3106	mm	m3106	mm	m3106
CUENCA DEL SISTEMA FLUVIAL LERMA - CHAPALA - SANTIAGO Area en Km ² : 135,835.89	ESCENARIO	18.7	775.2	105,298.14	90.8	12,333.90	654	88,836.67	684.4	92,964.24	612.9	83,258.08
	ACTUAL			11.7% de P				88.3%				
				232.6 * 31,595.43 *				542.6 * 73,702.71 *		79.0%		
				30.0% de P *				70.0% *				
	GFDL	22.4	904.3	122,835.42	20.1	2,730.30	728	98,888.53	884.2	120,105.12	791.8	107,554.85
				2.2% de P				97.8%				
				203.3 * 27,615.44 *				701.0 * 95,219.98 *		87.6%		
				22.5% de P *				77.5% *				
	CCCM	21.8	683.6	92,850.39	0	0	716	97,258.50	711.3) *** 683.1	92,850.39	637.0	86,527.46
				---				100.0%				
		119.7 * 16,259.60 *				563.9 * 76,590.79 *		93.2%				
		17.5% de P *				82.5% *						
MTC	21.6	565.4	76,794.95	0	0	712	96,715.15	608.4) *** 565.1	76,794.95	544.8	74,003.39	
			---				100.0%					
			83.1 * 11,288.00 *				482.3 * 65,506.95 *		96.4%			
			14.7% de P *				85.3% *					
CUENCA DEL RIO BALSAS Area en Km ² : 117,637.78	ESCENARIO ACTUAL	21.5	996.8	117,261.55	247.1	29,063.89	710	83,522.82	749.7	88,197.66	787.3	92,613.40
			24.8% de P				75.2%					
			79.0% de P									
			18.2% de P				81.8%		85.9% de P			
GFDL	25.2	1,168.6	137,467.07	213.0	25,056.85	784	92,228.02	955.6	112,410.22	1,003.5	118,049.51	
			10.6% de P				89.4%					
			84.9 9,987.45				717.9 84,455.17		753.9 88,687.12			
			10.6% de P				89.4%		93.9% de P			
CCCM	24.6	802.8	94,442.62	84.9	9,987.45	772	90,816.37	717.9	84,455.17	753.9	88,687.12	
			8.7% de P				91.3%					
			63.7 7,493.53				666.80 78,438.09		700.2 82,389.97			
			8.7% de P				91.3%		95.8% de P			
MTC	24.8	730.5	85,931.62	63.7	7,493.53	776 (730.5) ***	91,286.92	666.80	78,438.09	700.2	82,389.97	
			8.7% de P				91.3%					
			8.7% de P				91.3%					
			8.7% de P				91.3%					
CUENCA DEL RIO PÁNUCO Area en Km ² : 98,302.28	ESCENARIO ACTUAL	19.9	918.6	90,298.28	272.0	26,738.22	678	66,648.94	646.6	63,560.06	701.2	68,932.12
			29.6% de P				70.4%					
			76.3% de P									
			23.5% de P				76.5%		82.9% de P			
GFDL	23.1	1,112.2	109,333.66	261.7	25,725.71	742	72,940.29	850.5	83,607.95	922.3	90,664.19	
			16.7% de P				83.3%					
			132.3 13,005.39				657.8 64,661.88		713.4 70,128.85			
			16.7% de P				83.3%		90.3% de P			
CCCM	22.0	790.1	77,667.27	132.3	13,005.39	720	70,777.64	657.8	64,661.88	713.4	70,128.85	
			12.7% de P				87.3%					
			84.8 8,336.03				581.6 57,177.36		630.7 61,999.25			
			12.7% de P				87.3%		94.6% de P			
MTC	22.5	666.4	65,513.39	84.8	8,336.03	730 (666.4) ***	71,760.66	581.6	57,177.36	630.7	61,999.25	
			12.7% de P				87.3%					
			12.7% de P				87.3%					
			12.7% de P				87.3%					

* Datos calculados partiendo de que en el escenario actual el 30% de la precipitación corresponde al escurrimiento y el 70% a la evapotranspiración.



“Del antropoceno a la sustentabilidad”



7^{mo} Congreso Nacional
de Investigación en
Cambio Climático

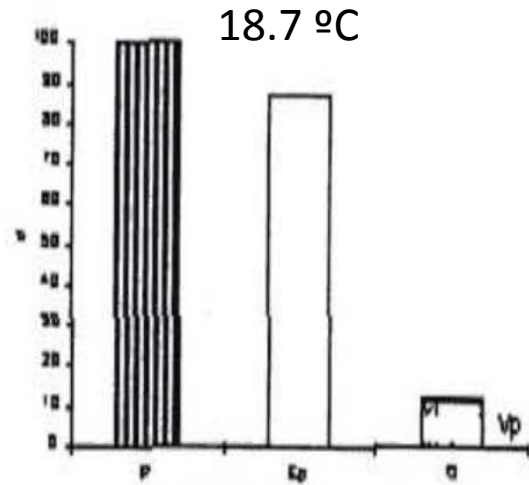
Cuadro 2. (Continuación) Parámetros hidroclimáticos y balances hidrológicos de la región Centro de la República Mexicana

REGIÓN HIDROLÓGICA	EVAPOTRANSPIRACIÓN REAL SEGÚN TURC** DEL VALOR LÍMITE DE PRECI- PITACIÓN ENTRE ZONAS HÚMEDAS Y SECAS, DE ACUERDO A KÖPPEN ErTurc		FACTOR DE AJUSTE Ep/EpTurc	EVAPOTRANSPIRACIÓN REAL SEGÚN TURC** AJUSTADA DEL VALOR LÍMITE DE PRECIPITACIÓN ENTRE ZONAS HÚMEDAS Y SECAS, DE ACUERDO CON KÖPPEN Er Er=(Ep/EpTurc)(ErTurc)		AGUA APROVECHABLE Vp Vp = (P-Ep) - (r-Er)		RESERVA DE AGUA DE LA CUENCA R R = Q-Vp ó R = r-Er	
	mm	m3106		mm	m3106	mm	m3106	mm	m3106
CUENCA DEL SISTEMA FLUVIAL LERMA - CHAPALA - SANTIAGO	583.4	79,246.66	1.1166585	651.5	88,429.16	88.3	11,994.30	2.5	339.60
			0.8852994 *			97.2% de Q		2.8% de Q	
Área en Km²: 135,835.89	675.3	91,729.98	1.1166585	(754.1) *** 728.0	98,888.53	36.4 *	4,944.43 *	196.2 *	26,651.00 *
			0.8852994 *			15.6% de Q *		84.4% de Q *	
Área en Km²: 135,835.89	660.3	89,692.44	1.1166585	(737.3) *** 716.0	97,258.50	20.1	2,730.30	0	0
			0.8852994 *			100% de Q		—	
Área en Km²: 135,835.89	660.3	89,692.44	1.1166585	(737.3) *** 716.0	97,258.50	73.1 *	9,929.60 *	130.2 *	17,685.83 *
			0.8852994 *			36.0% de Q *		64.0% de Q *	
Área en Km²: 135,835.89	655.3	89,013.26	1.1166585	(731.8) *** 712.0	96,715.15	0 *	0 *	119.7 *	16,259.60 *
			0.8852994 *			—		100% de Q *	
Área en Km²: 135,835.89	655.3	89,013.26	1.1166585	(731.8) *** 712.0	96,715.15	0 *	0 *	0	0
			0.8852994 *			—		100% de Q *	
CUENCA DEL RÍO BALSAS Área en Km²: 117,637.78	652.6	76,770.42	0.9522418	621.4	73,100.12	158.5	18,645.59	88.6	10,422.70
						64.1 % de Q		35.9 % de Q	
Área en Km²: 117,637.78	745.7	87,722.49	0.9522418	710.1	83,522.82	139.1	16,363.42	73.9	8,693.43
						65.3 % de Q		34.7 % de Q	
Área en Km²: 117,637.78	730.6	85,946.16	0.9522418	695.7	77,605.64	8.6	1,011.68	76.3	8,975.76
						10.1 % de Q		89.9 % de Q	
Área en Km²: 117,637.78	735.7	86,546.11	0.9522418	700.6 (666.8)***	82,417.03	0	0	63.7	7,493.20
						-		100 % de Q	
CUENCA DEL RÍO PÁNUCO Área en Km²: 98,302.28	613.0	60,259.30	0.9221334	565.3	55,570.28	159.3	15,659.55	112.7	11,078.67
						58.6 % de Q		41.4 % de Q	
Área en Km²: 98,302.28	692.9	68,113.65	0.9221334	639.0	62,815.16	158.7	15,600.57	103.0	10,125.13
						60.6 % de Q		39.4 % de Q	
Área en Km²: 98,302.28	665.3	65,400.51	0.9221334	613.50	60,308.45	25.8	2,536.20	106.5	10,469.19
						19.5 % de Q		80.5 % de Q	
Área en Km²: 98,302.28	677.8	66,629.28	0.9221334	625.0 (581.6)***	61,438.92	0	0	84.8	8,336.03
						-		100 % de Q	



“Del antropoceno a la sustentabilidad”

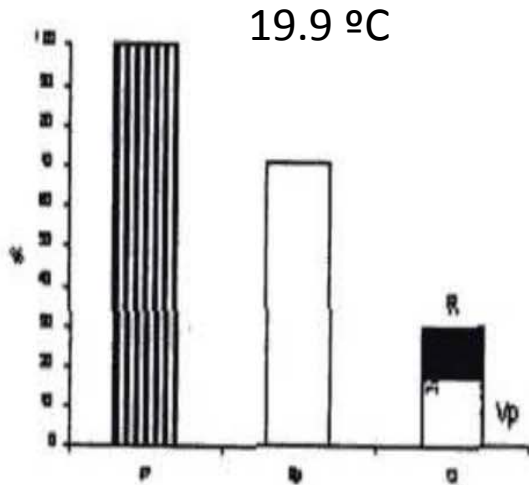
Escenario actual con temperaturas de:



Cuenca del Lerma-Chapala-Santiago

Volumen medio anual
m³10⁶

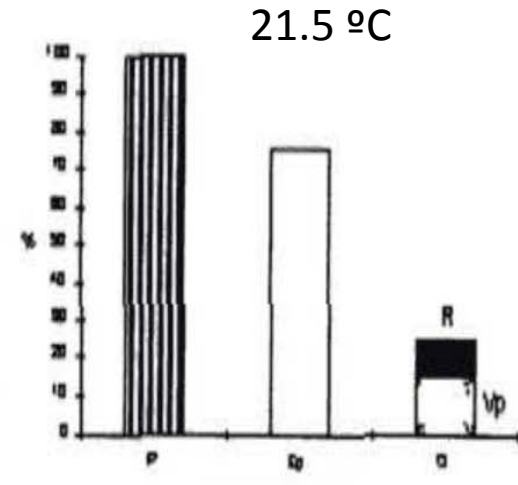
P = 105 298.14
Ep = 92 964.24
Q = 12 333.90 Vp = 11 994.30
R = 339.60



Cuenca del río Pánuco

Volumen medio anual
m³10⁶

P = 90 298.28
Ep = 63 560.06
Q = 26 738.22 Vp = 15 669.55
R = 11 078.67



Cuenca del río Balsas

Volumen medio anual
m³10⁶

P = 117 261.55
Ep = 88 197.66
Q = 29 063.89 Vp = 18 645.59
R = 10 422.70

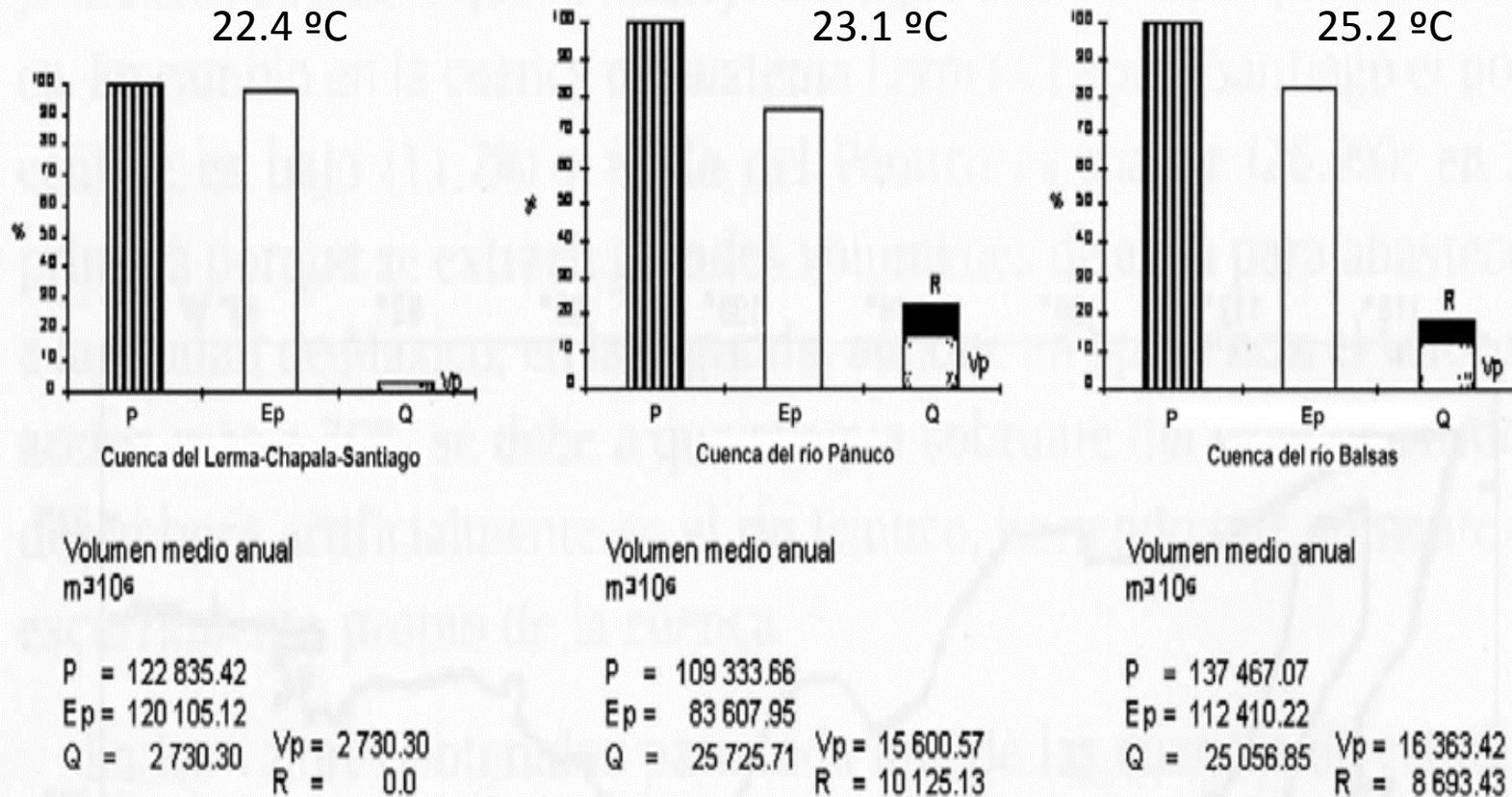
P = Precipitación media, Ep = Evaporación, Q = Escurrimiento, Vp = Volúmen de agua aprovechable, R = Reserva.



“Del antropoceno a la sustentabilidad”



Escenario 2025- 2050 con el modelo GFDL-R30 con temperaturas de :



P = Precipitación media, Ep = Evaporación, Q = Esgurrimento, Vp = Volúmen de agua aprovechable, R = Reserva.

Distribución de agua en las cuencas del Centro de México



“Del antropoceno a la sustentabilidad”



Conclusiones (Sector Hidráulico)

Estrategia para ordenar y regular los usos del agua en cuencas y acuíferos

- Actualizar la expresión de la disponibilidad de aguas superficiales y subterráneas.
- Actualizar la Ley Federal de Derechos en función de las zonas de disponibilidad.
- Ajustar las concesiones y asignaciones a la oferta y disponibilidad real del agua y a las previsiones nacionales.
- Actualizar decretos de veda, reserva y zonas reglamentadas.
- Regular las zonas de libre alumbramiento.
- Regular cuencas y acuíferos.
- Definir los límites de crecimiento en el territorio nacional en términos de disponibilidad del agua.
- Optimizar las políticas de operación de presas.

Estrategia para ordenar la explotación y el archivamiento del agua en cuencas y acuíferos.

- Reutilizar todas las aguas residuales tratadas.
- Realizar acciones para incrementar la recarga de acuíferos.
- Establecer reservas de aguas nacionales superficiales para la protección ecológica.
- Establecer un sistema de gestión de proyectos del sector hídrico con visión de corto, mediano y largo plazo.



“Del antropoceno a la sustentabilidad”



Estrategias para mejorar la calidad del agua en cuencas y acuíferos.

- Fortalecer la medición y evaluación de la calidad del agua y sus principales fuentes de contaminación.
- Determinar el impacto de los agroquímicos en la calidad del agua.
- Incluir en las condiciones particulares de descarga un número mayor de parámetros contaminantes.

Fortalecer la gobernabilidad del agua.

- Fortalecer las acciones de vigilancia, inspecciones y aplicación de sanciones en materia de extracciones y vertidos.
- Reforzar los sistemas de medición y verificación del cumplimiento de los volúmenes concesionados y asignados.
- Eficientar el sistema de recaudación del sector hídrico.



“Del antropoceno a la sustentabilidad”



Conclusiones (Sector Climático)

Cada uno de nosotros podemos hacer cosas sencillas. Se trata de pequeños cambios de hábitos y conductas.

- Apagar las luces de las habitaciones que no se ocupen.
- limpiar focos y lámparas, ya que el polvo bloquea la luz.
- Si no se están usando, apagar y desconectar la televisión, el radio, la computadora y DVD y otros aparatos eléctricos.
- Cerrar muy bien la puerta del refrigerador.
- Cuando sea posible caminar, andar en bicicleta o utilizar el transporte público en lugar del automóvil.
- Reutilizar todo lo que se pueda, y separar los residuos sólidos para que puedan ser reciclados.
- Comprar alimentos y bebidas de origen local para evitar el transporte de productos.
- Utilizar sólo el agua indispensable, bañarse en el menor tiempo posible.



“Del antropoceno a la sustentabilidad”



Comentarios finales.

El gobierno y la sociedad civil de México tendrán que trabajar en varios frentes y en forma simultánea para hacer frente a la crisis de agua que ya se está padeciendo en algunas regiones del país, y que todo parece indicar, que el fenómeno del Cambio Climático tenderá a agudizar aún más.

Se tendrá que trabajar en el desarrollo de plantas desalinizadoras de agua en las costas del país que se han desarrollado en los ámbitos turísticos, industriales y habitacionales etc., que aseguren el suministro confiable de agua potable.

Para lograr lo anterior, la población tendrá que aceptar que el agua es un asunto de seguridad nacional y tiene un valor social y económico importante y deberá pagar el costo real por el servicio de suministro de agua potable y saneamiento.

Gracias por su atención.

En tus manos esta salvar al Planeta Tierra .

