

“Sequia: un reto en la reducción de desastres”

“Mapas de peligro, vulnerabilidad y riesgo por sequía”

Subdirección General Técnica

Gerencia de Ingeniería y Asuntos Binacionales del Agua

“Curso para la Escuela Nacional de Protección Civil”

Mtro. Dante S. Hernández Padrón
Subgerente de Regulación Técnica del Agua
dante.hernandez@conagua.gob.mx



MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



Antecedentes

- En México, se presentó un evento de sequía muy intenso entre 2011-2012, que afectó al 90% del país, lo que motivó la publicación de un Acuerdo para instruir acciones para mitigar los efectos de la sequía.

https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5231010&fecha=25/01/2012#gsc.tab=0

- Posteriormente, para enero de 2013, se instruyó a la CONAGUA para que formulase el **Programa Nacional Contra la Sequía, (PRONACOSE)**.
- Con ello, se ha buscado articular los esfuerzos del gobierno para trabajar en la atención de la escasez del agua y ante la ocurrencia de sequías, de manera más preventiva y menos reactiva.

- El PRONACOSE es un **programa de coordinación**, no ejerce presupuesto.

<https://www.gob.mx/conagua/acciones-y-programas/programa-nacional-contra-la-sequia-pronacose-299759>



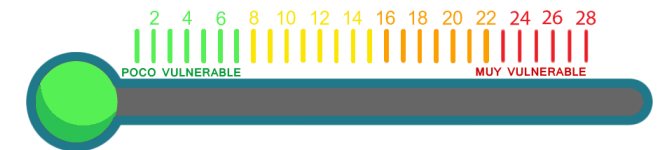
PRONACOSE
Programa Nacional Contra La Sequia



¿Por qué medir la vulnerabilidad a la amenaza de una sequía ?



- Permite estar al tanto de nuestras condiciones en materia ambiental, social y económica.
- **Menor vulnerabilidad permite una mayor capacidad** de una sociedad o comunidad de responder y reaccionar frente a una amenaza al aumentar su resiliencia.
- Permite **identificar las debilidades y las fortalezas específicas** de cada contexto y principalmente identificar las medidas a implementar en acciones preventivas para fortalecer esta capacidad .
- Con el **propósito de mejorar la prevención**, optimizar equitativamente la distribución de los recursos y la efectividad de las medidas aplicadas.
- **Pasar de ejercer medidas reactivas a unas proactivas** a través de la mitigación de los efectos de la sequía y la reducción de la vulnerabilidad.



Antecedentes

La **Conagua coordinó y elaboró estudios de vulnerabilidad**, mediante diversas metodologías y durante los años de 2011 al 2021, se ha aplicado la misma metodología, **actualmente a través de 24 indicadores ambientales, sociales y económicos** cuyo resultado principal es la obtención del índice de vulnerabilidad y los mapas a nivel país.

- En 2011-12, se obtuvo la vulnerabilidad agrupando los municipios por *celdas hidrológicas* y utilizando **6 indicadores** sociales, económicos y ambientales.

Primera aproximación.

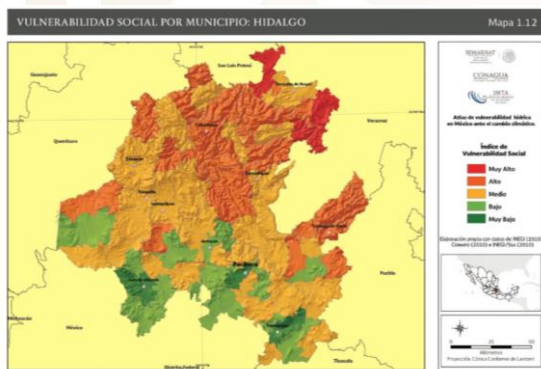
- En 2014, se obtuvo la vulnerabilidad agrupando los municipios en 13 *regiones hidrológicas* y utilizando **11 indicadores** sociales, económicos y ambientales.

Segunda aproximación.



Antecedentes

- En 2015, se obtuvo la vulnerabilidad agrupando los municipios en 13 Organismos de cuenca y **utilizando 24 indicadores.**
- En 2016 y 2017, se replicó la metodología para obtener la vulnerabilidad agrupando los municipios por regiones hidrológicas y utilizando actualizaciones de los **indicadores sociales, económicos y ambientales por municipio.**



- Finalmente en 2021, con información obtenida con corte a diciembre de 2020 y donde se generaron varios insumos de **INEGI** con el censo de 2020, **se actualizaron los 24 indicadores,** agrupando los municipios por Organismos de Cuenca, consejos de cuenca y entidades federativas que son los mapas vigentes y que se publicaron a inicios de 2022.

Metodología para el Cálculo de Índices de Vulnerabilidad ante la Sequía



Grado de Exposición G_e . Es el factor que atañe directamente al nivel de protección o seguridad que tienen los **sistemas usuarios de agua** ante el embate del fenómeno, y está en función de su grado de desarrollo socioeconómico, de su visión y percepción del peligro y riesgo de afectación, y de las medidas con que cuenta para afrontar el riesgo, así como de las posibilidades de ayuda que puede obtener.

Sensibilidad S_e . Se refiere al grado en que un sistema responde a variaciones del entorno. En este caso, evalúa el posible grado de afectación ante las sequías, es decir, la magnitud del daño en caso de una sequía.

Capacidad de adaptación C_a . Se refiere a la aptitud de un sistema para adecuarse o ajustarse a las nuevas condiciones de su entorno. Es el potencial que tiene el sistema de adaptarse a las sequías; o la *resiliencia* (capacidad de recuperación) ante un desastre.

$$\text{Vulnerabilidad} = G_e + S_e - C_a$$

(IPCC, 2007)

Tipos de Vulnerabilidad

- **Vulnerabilidad Económica**: Se formula a partir de la **relación indirecta entre los niveles de ingresos** y el impacto de fenómenos físicos extremos, caso de la sequía, provocando el aumento en el riesgo de padecer un desastre debido a la **falta de financiamiento a la producción, insuficiencia de ingresos, inestabilidad laboral** y la dificultad a los accesos de los servicios formales de salud, educación y recreación, entre otros.



- **Vulnerabilidad Social**: Se refiere, por una parte, a la **inseguridad e indefensión que experimentan las comunidades, familias e individuos en sus condiciones de vida** ante el impacto causado por una sequía; y, por otra parte, al manejo de recursos y las estrategias que utilizan para enfrentar los efectos de ese evento. La pobreza, el desempleo y/o subempleo, así como bajos salarios, limitan la capacidad de prevenir, mitigar y dar respuesta oportuna ante una situación de desastre por déficit hídrico.





- **Vulnerabilidad Ambiental:** Está relacionada con la ***susceptibilidad intrínseca del medio o los recursos naturales a sufrir daños por la falta de agua***, debido a que todos los seres vivos necesitan de ciertas condiciones ambientales mínimas para desarrollarse, y en caso de existir un deterioro de la naturaleza, los ecosistemas resultan altamente vulnerables ante amenazas como la sequía.



Metodología empleada en 2021

(aprobada en 2015)



MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



CONAGUA
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA



- Se realizó el análisis a una escala más fina: a nivel municipal.
- Se utilizaron 24 indicadores para determinar la vulnerabilidad, los cuales son representativos de las dependencias federales que integran la **CIASI**.
- Se les asignó un peso específico diferente a cada uno de los indicadores, mediante un método estadístico.
- Se clasificaron los niveles de vulnerabilidad utilizando un método estadístico que se ajuste a la distribución probabilística de los datos.
- Se clasificaron los grados de vulnerabilidad en percentiles.

Metodología

PASO 1

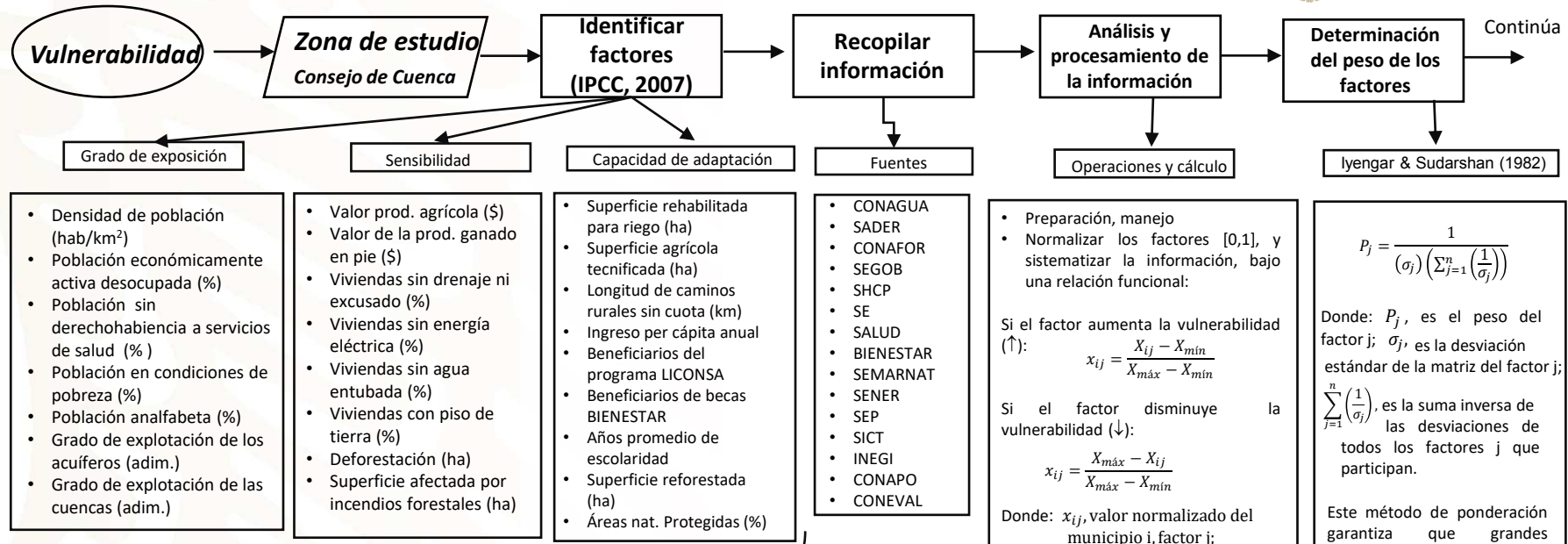
PASO 2

PASO 3

PASO 4

PASO 5
MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

CONAGUA
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA



PASO 6 **Cálculo de los índices de vulnerabilidad**

$$I_{vi} = \sum_{j=1}^n P_j x_{ij}$$

Donde: I_{vi} , es el índice de vulnerabilidad para el municipio i ; $P_j x_{ij}$, es el producto del peso del factor j por el valor del factor j respecto al municipio i .

Para el caso de la vulnerabilidad global:

$$IVG = \frac{1}{3}IVE + \frac{1}{3}IVS + \frac{1}{3}IVA$$

Donde: IVE, IVS e IVA, son la vulnerabilidad económica, social y ambiental, respectivamente.

PASO 7 **Ajuste de los índices a la función de distribución beta:**

$$f(z) = \frac{z^{a-1}(1-z)^{b-1}}{\int_0^1 z^{a-1}(1-z)^{b-1} dz}$$

$0 < z < 1$; $a, b > 0$

Donde: z tomará el valor del índice;

a, es el parámetro de localización:

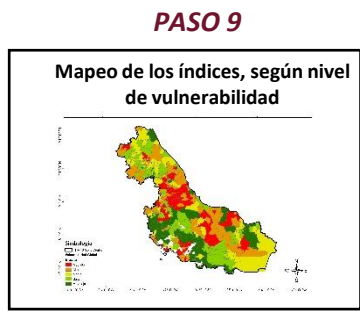
$$a = \mu \left\{ \frac{\mu(1-\mu)}{\sigma^2} - 1 \right\}$$

b, es el parámetro de escala:

$$b = a \left\{ \frac{1-\mu}{\mu} \right\}$$

PASO 8 **Clasificación de los índices de vulnerabilidad**

Grado de vulnerabilidad	Valor del percentil
Muy baja	$0 < I_{vi} \leq 20$
Baja	$20 < I_{vi} \leq 40$
Moderada	$40 < I_{vi} \leq 60$
Alta	$60 < I_{vi} \leq 80$
Muy alta	$80 < I_{vi} \leq 100$



INSUMOS...



Para generar los mapas de Vulnerabilidad se contó con Información recopilada de **24 indicadores, relacionados a la Vulnerabilidad Económica (VE), Social (VS) y Ambiental (VA):**

1. Grado de explotación de los acuíferos; (VA)
2. Grado de explotación de las cuencas; (VA)
3. Deforestación; (VA)
4. Superficie afectada por incendios forestales; (VA)
5. Superficie reforestada; (VA)
6. Áreas naturales protegidas. (VA)
7. Población sin derechohabencia a servicios de salud; (VS)
8. % Población de 15 años o más en condiciones de analfabetismo; (VS)
9. % Viviendas particulares habitadas que no disponen de agua entubada; (VS)
10. % Viviendas particulares habitadas que no disponen de drenaje; (VS)
11. % Viviendas particulares habitadas que no disponen energía eléctrica; (VS)
12. % Viviendas particulares habitadas con piso de tierra; (VS)
13. Población en condiciones de pobreza; (VS)
14. Ingreso per cápita anual; (VS)
15. Años promedio de escolaridad; (VS)
16. Beneficiarios de BECAS BIENESTAR; (VS)
17. Beneficiarios del programa LICONSA; (VS)
18. Densidad de población; (VE)
19. Población económicamente activa desocupada; (VE)
20. Valor de la producción agrícola de riego y temporal; (VE)
21. Valor de la producción del ganado en pie; (VE)
22. Superficie rehabilitada al riego; (VE)
23. Superficie agrícola tecnificada; (VE)
24. Longitud de caminos sin cuota; (VE)

Fórmula empleada de los indicadores



Indicador	Fórmula
Densidad de población (hab/km ²)	$DP = \frac{No.habitantes}{Área(km^2)}$; DP, en hab/km ²
Población económicamente activa desocupada (%)	$PEAD = \frac{PEAdesocupada}{PEAtotal}$; PEAD, en %
Población en condiciones de pobreza (%)	Medición de Pobreza Multidimensional (CONEVAL)
Población sin derecho-habienencia a servicios de salud (%)	$PSDHSS = \frac{Psdhss}{Pob.total}$; PSDHSS, en %
% Población de 15 años o más en condiciones de analfabetismo	$PA = \frac{No.hab misma edad no saben leer}{100 hab misma edad}$; PA, en %
Grado de explotación de los acuíferos (adim.)	$GEA = \frac{Vol.extracción}{Recarga media anual}$; GEA, adimensional
Grado de explotación de las cuencas (adim.)	$GEC = \frac{Vol. anual de extr.agua sup.}{Volumen medio anual escurr.nat}$; GEC, adimensional
Valor de la producción agrícola de riego y temporal (miles \$)	Cantidad, en miles de \$
Valor de la producción del ganado en pie (miles \$)	Cantidad, en miles de \$
% Viviendas particulares habitadas que no disponen de agua entubada	$VSAE = \frac{No.viv. sin serv. agua entub.}{No total viviendas}$; VSAE, en %
% Viviendas particulares habitadas que no disponen de drenaje	$VSDNE = \frac{No.viv. sin serv. ren ni exc.}{No total viviendas}$; VSDNE, en %
% Viviendas particulares habitadas que no disponen energía eléctrica	$VSEE = \frac{No.viv. sin energía eléctrica}{Nototalviviendas}$; VSEE, en %

Indicador	Fórmula
% Viviendas particulares habitadas con piso de tierra	$VPT = \frac{No.viv. con pisode tierra}{No total viviendas}$; VPT, en %
Deforestación (% de área crítica forestal)	$Deforestación = \frac{Área deforestada}{Área total}$; Deforestación, en %
Superficie afectada por incendios forestales (ha)	Cantidad de área forestal siniestrada por incendios
Superficie rehabilitada para riego (ha)	Cantidad de superficie agrícola de riego rehabilitada
Superficie agrícola tecnificada (ha)	Cantidad de superficie agrícola, según uso de mecanización.
Longitud de Caminos rurales y carreteras sin cuota (km)	Longitud de la red de caminos disponibles, en km
Ingreso per cápita anual (dólares/año)	$IPCA = \frac{PIB anual}{No.Habitantes}$; IPCA, en dólares/año
Beneficiarios del programa BECAS BIENESTAR (%)	$BPO = \frac{No.beneficiarios BIENESTAR}{No.Habitantes}$; BPO, en %
Beneficiarios del programa LICONSA (%)	$BPL = \frac{No.beneficiarios LICONSA}{No.Habitantes}$; BPL, en %
Años promedio de escolaridad en mayores de 15 años	Es la media de los años acumulados de educación en personas mayores a 15 años
Superficie reforestada (ha)	Cantidad de área reforestada, en ha
Áreas naturales protegidas (% de área)	$ANP = \frac{Área cob. veg. protegida}{Área total}$; ANP, en %

Mapas de Vulnerabilidad y riesgo a la sequía



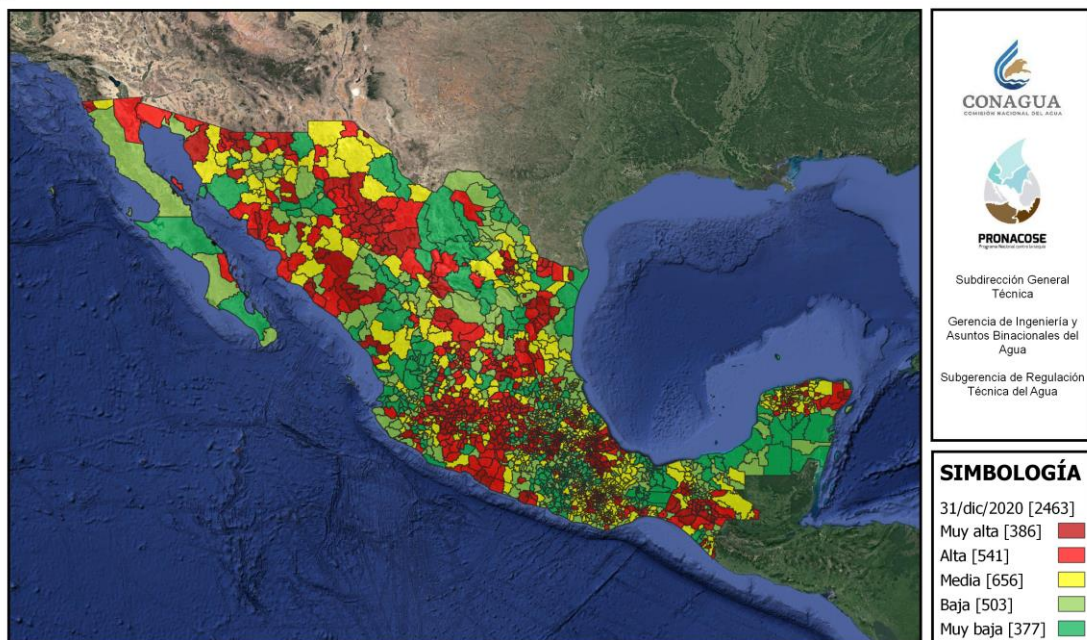
MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



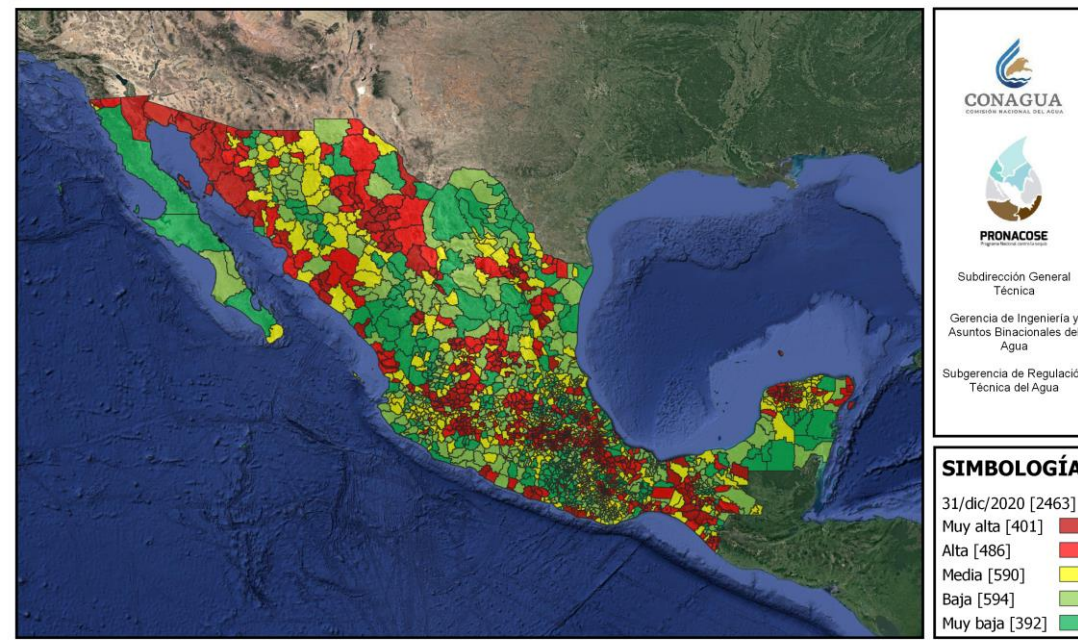
CONAGUA
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

Con la información recopilada se **elaboraron** los mapas de Vulnerabilidad Ambiental, Social, Económica y Global a la sequía, así como los mapas de Amenaza y Riesgo a la sequía, todos ellos con corte a diciembre de 2020.

Vulnerabilidad Ambiental a la Sequía 2020



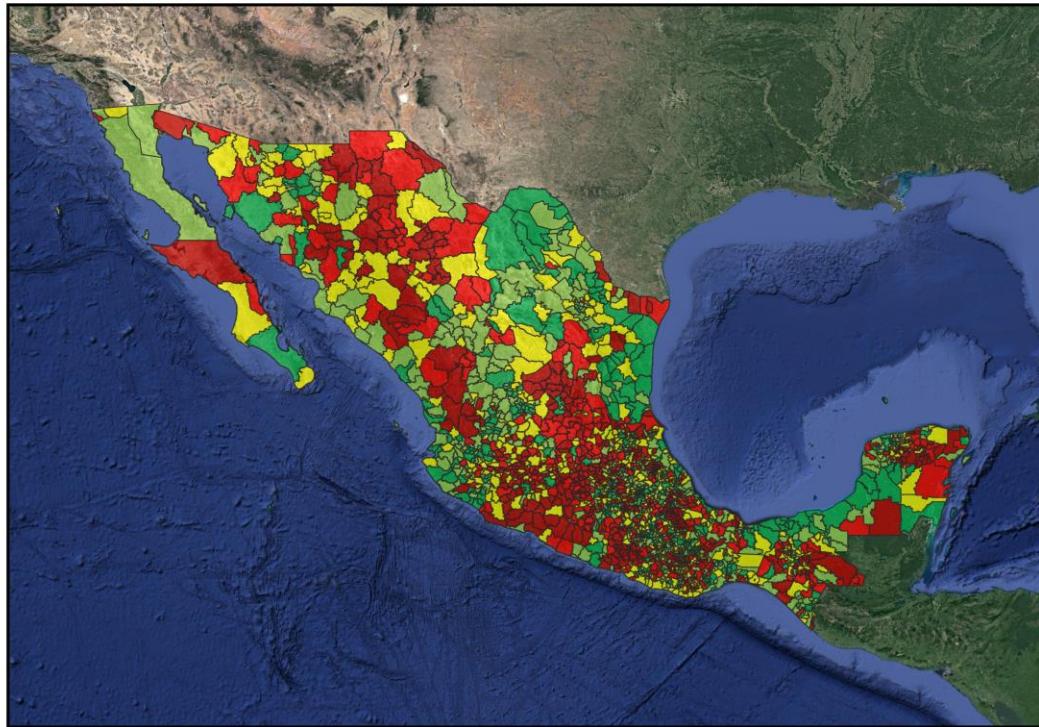
Vulnerabilidad Económica a la Sequía 2020





Mapas de Vulnerabilidad y riesgo a la sequía

Vulnerabilidad Social a la Sequía 2020

Índice de Vulnerabilidad a la Sequía 2020




 CONAGUA
 COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA


 PRONACOSE
 Programa Nacional de Operación y Mantenimiento

Subdirección General
 Técnica

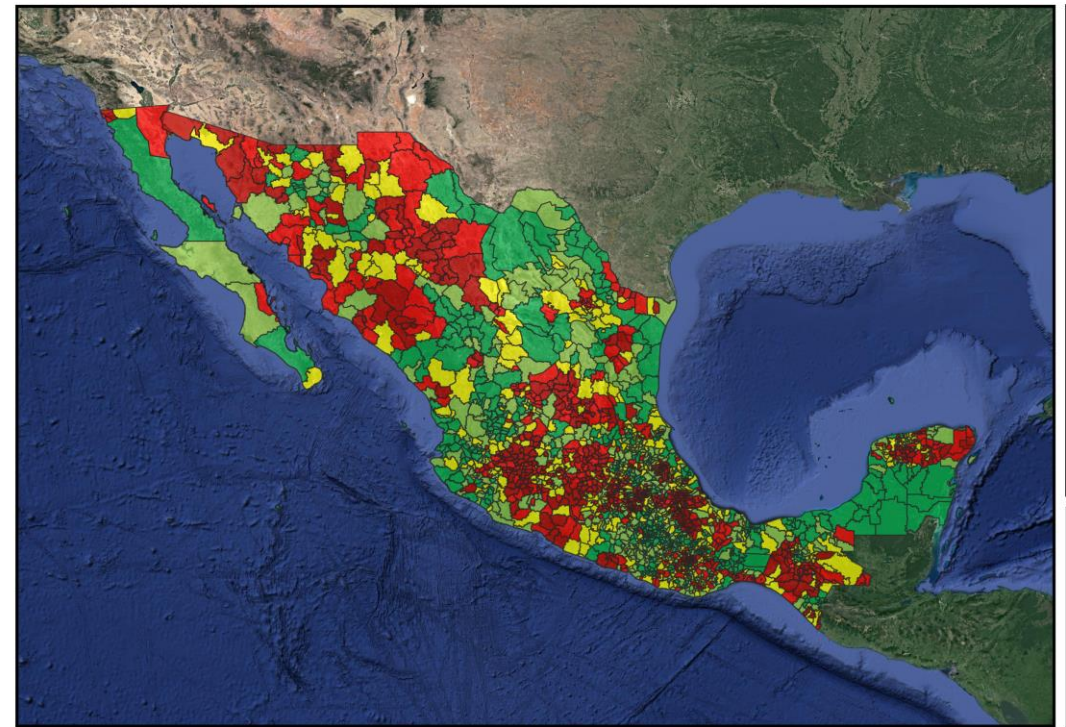
Gerencia de Ingeniería y
 Asuntos Binacionales del
 Agua


Subgerencia de Regulación
 Técnica del Agua


SIMBOLOGÍA

31/dic/2020 [2463]

Muy alta [411]	■
Alta [485]	■
Media [601]	■
Baja [565]	■
Muy baja [401]	■




 CONAGUA
 COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA


 PRONACOSE
 Programa Nacional de Operación y Mantenimiento

Subdirección General
 Técnica

Gerencia de Ingeniería y
 Asuntos Binacionales del
 Agua

Subgerencia de Regulación
 Técnica del Agua

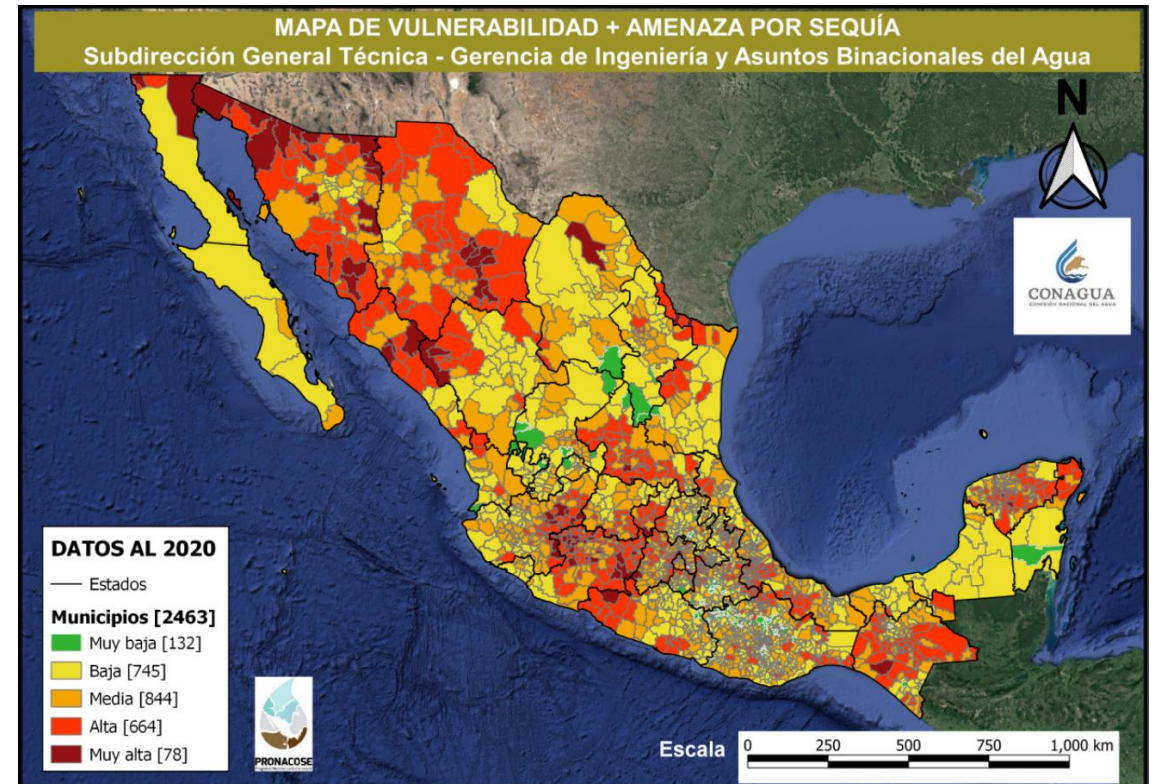
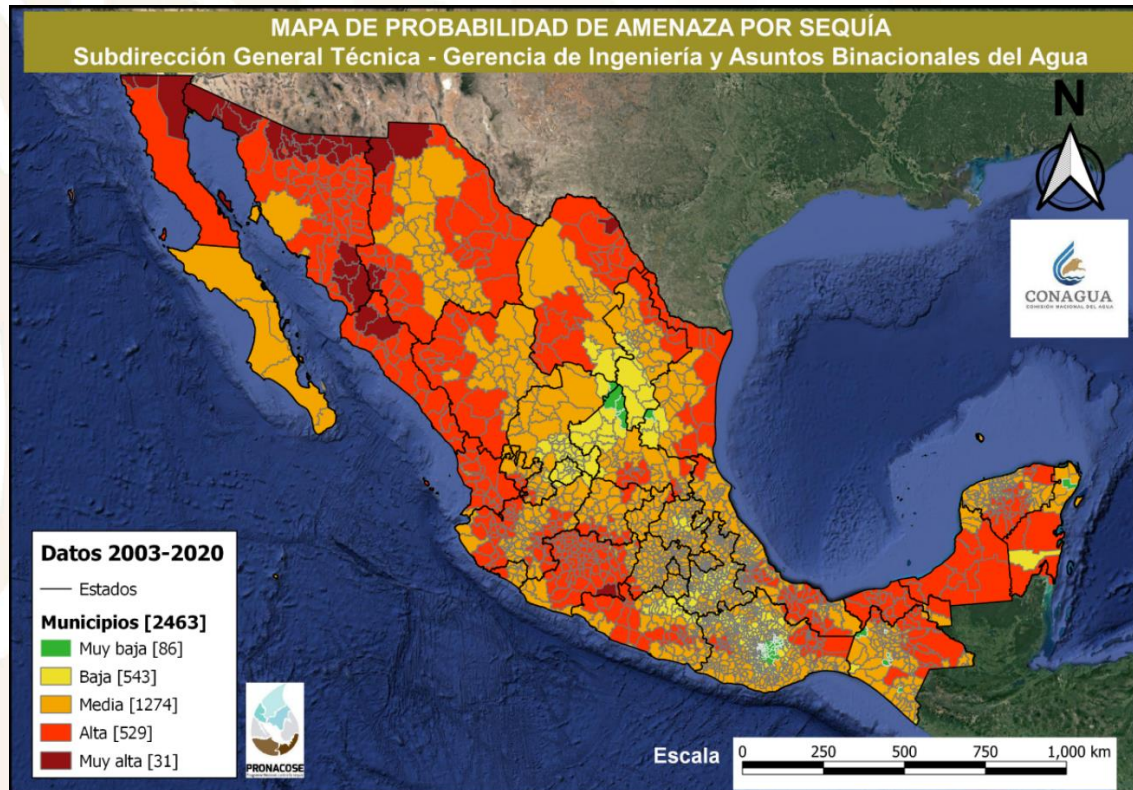
SIMBOLOGÍA

31/dic/2020 [2463]

Muy alta [489]	■
Alta [504]	■
Media [482]	■
Baja [494]	■
Muy baja [494]	■

Mapas de Vulnerabilidad y riesgo a la sequía

Estos mapas en conjunto al obtener la Vulnerabilidad a la Sequía, permiten sumarse a la AMENAZA que nos indica la recurrencia en que se presentan las sequías al corte del mismo período 2020.



Reducción de la Vulnerabilidad:



MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



CONAGUA
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

Ejemplos que reducen vulnerabilidad por sequía:

“El avance en la electrificación de comunidades por CFE”, permite activar pozos de agua.

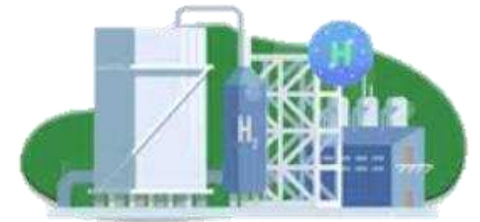


“Acciones de pavimentación de caminos por SCT” o por autoridades estatales y municipales, brinda acceso de las pipas a comunidades o zonas periurbanas.



“La optimización de uso de agua de grandes consumidores” permite ahorros importantes de agua.

En conjunto **apoyan a la resiliencia de las comunidades y municipios ante una sequía.**



Conclusiones:

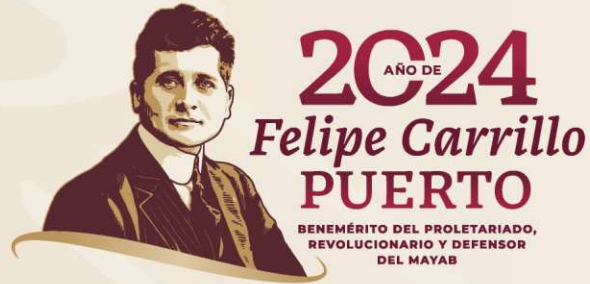


Los resultados de determinar la vulnerabilidad son útiles para:

- ✓ **Mejorar la prevención** y establecer acciones a nivel municipal.
- ✓ Incrementar la **resiliencia**.
- ✓ Entender dónde y cómo mejorar las **capacidades de adaptación**.
- ✓ Entender dónde y cómo **disminuir la exposición** y la sensibilidad.
- ✓ **Optimizar** la distribución de los recursos disponibles.



Gracias por su atención...



“Sequia: un reto en la reducción de desastres”

“Mapas de peligro, vulnerabilidad y riesgo por sequía”

Subdirección General Técnica

Gerencia de Ingeniería y Asuntos Binacionales del Agua

“Curso para la Escuela Nacional de Protección Civil”



MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



CONAGUA

COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

Mtro. Dante S. Hernández Padrón

Subgerente de Regulación Técnica del Agua

dante.hernandez@conagua.gob.mx