

**III Conferencia Panamericana de Sistemas
de Humedales para el Tratamiento y Mejoramiento de la Calidad del Agua**

III Pan-American Conference on wetland systems for the treatment and improvement of
water quality

**CARTOGRAFÍA DE HUMEDALES POTENCIALES DE
MÉXICO Y EL CASO DE LOS HUMEDALES TEMPLADOS EN
LAS CIÉNEGAS DE LERMA, EDO MEX; COMO PARTE DEL
INVENTARIO NACIONAL DE HUMEDALES ESCALA 1:50 000**



**INSTITUTO NACIONAL
DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA**

CONTENIDO

- CARTOGRAFÍA HUMEDALES POTENCIALES DE MÉXICO
- METODOLOGÍA Y RESULTADOS
- INVENTARIO NACIONAL DE HUMEDALES ESCALA 1:50 000
- CASO CIÉNEGAS DE LERMA
- CONCLUSIONES

Cartografía de humedales potenciales de México

Objetivos

- Identificar áreas que de acuerdo al tipo de vegetación, drenaje, tipología del suelo, presencia temporal o permanente de agua, entre otros; tienen posibilidades de ser humedales, este instrumento sirve para el monitoreo y gestión de los recursos naturales.
- Producto basado en recopilación bibliográfica, el análisis e interpretación de información de los tipos de vegetación, suelos, características del terreno y cuerpos de agua, entre otros.
- La primer propuesta de cartografía de humedales para todo el país.
- Información utilizada como base para elaborar el Inventario Nacional Forestal y programas de Ordenamiento Territorial, entre otros.

METODOLOGÍA

ESTRUCTURA DE LA BASE DE DATOS

EXTRACCION DE TIPOS DE VEGETACION

EXTRACCION DE TIPOS DE DRENAJE (Edafología)

INTERPRETACIÓN Y ANALISIS

Obtención de áreas de información potencial (AIP)

Áreas de información potencial (AIP) + Cuerpos y corrientes de agua.

Áreas de información potencial (AIP)+ Pendiente del terreno (0-3°)

Verificación de las AIP

Análisis básico de humedales

Validación de las AIP

Regionalización de Humedales

RESULTADO

CARTOGRAFÍA HUMEDALES POTENCIALES DE MÉXICO NIVEL NACIONAL

HUMEDALES POTENCIALES DE MÉXICO SEGÚN REGIONES ECOLÓGICAS

NIVEL NACIONAL



EXTRACCION DE TIPOS DE VEGETACION.

Se selecciono a partir de la cubierta de uso del suelo y vegetación serie I los tipos de vegetación, donde la probabilidad de encontrar un humedal es alta.

Bosque de galería

Manglar

Mezquital

Palmar

Popal

Sabana

Tular

Vegetación de dunas costeras

Vegetación de galería

Vegetación gipsófila

Vegetación halofila

Pastizal gipsofilo

Pastizal halofilo

Pastizal natural

Patizal-huizachal

Selva alta perennifolia y subperennifolia

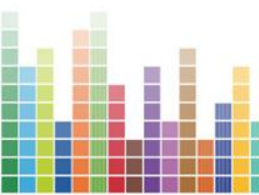
Selva baja espinosa, perennifolia, superennifolia

Selva de galería

Selva mediana perennifolia, subperennifolia

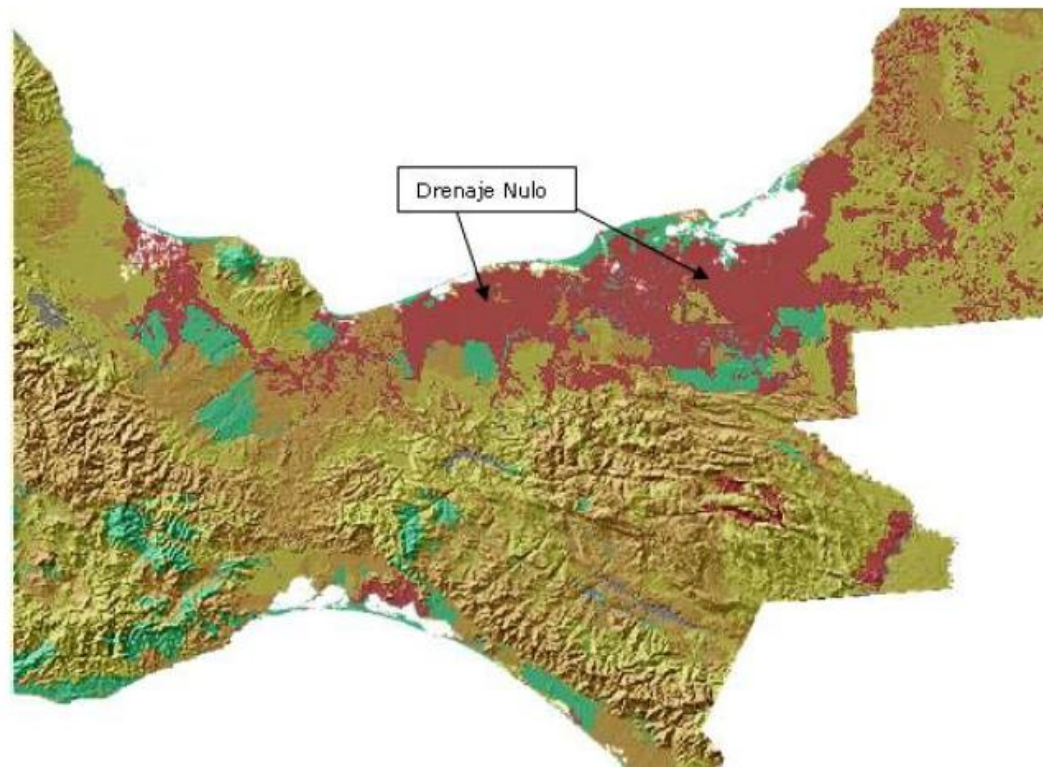
Área sin vegetación

Agricultura de Humedad



EXTRACCION DE TIPOS DE DRENAJE (Edafología). Se extrajo de la cubierta edafológica serie I, las 4 clases de drenaje existentes en el país, donde la probabilidad de encontrar un humedal es alta.

Nulo. Se deriva del primer tipo de unidad (suelo) que es dominante (50% o mas) sobre el segundo tipo de suelo. Para el caso de suelos con drenaje nulo la primera unidad de suelo corresponde al gleysol con subtipos de suelos como calcarico, distrito, eutrico, molico y vertico.



Lento. Se deriva del primer tipo de unidad (suelo) que es dominante (50% o mas) sobre el segundo tipo de suelo. Para el caso de suelos con drenaje lento las principales unidades de suelo que lo componen son vertisol, luvisol, rendzina y feozem con diversos subtipos de suelos.

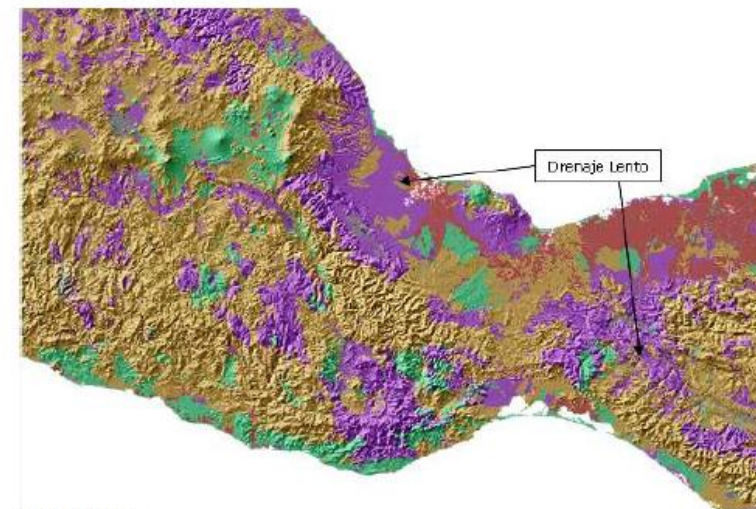


Fig. 13 Drenaje Lento

Moderado. Se deriva del primer tipo de unidad (suelo) que es dominante (50% o mas) sobre el segundo tipo de suelo. Para el caso de suelos con drenaje moderado las principales unidades de suelo que lo componen son litosol, regosol, xerosol y feozem con diversos subtipos de suelos.



Obtención de áreas de información potencial (AIP)

Vegetación y Drenaje. Se hicieron combinaciones con los 25 tipos de vegetación y los cuatro tipos de drenaje presente en el suelo (rápido, moderado, lento y nulo). El resultado fue de cuatro cubiertas con áreas de información potencial (AIP), como parte de los resultados parciales de áreas con un alto potencial de ser humedales.

Cubierta uno: Vegetación (25 tipos) y Drenaje nulo. Presencia de pantanos. El gleysol es en México un suelo pantanoso. Suelos que se encuentran en zonas donde se acumula y estancan el agua la mayor parte del año dentro de los 50cm de profundidad. Son muy variados en cuanto a su textura, pero predominan mas los arcillosos, esto trae como consecuencia que presenten serios problemas de inundación durante épocas de intensa precipitación. Para esta clase solo se depuraron las áreas mínimas por debajo de 50 has.



Fig. 16 Vegetación y drenaje nulo

4 coberturas:

El cruce de vegetación y drenaje (Lento, nulo, moderado y rápido); integración y relación con cuerpos de agua y relieve menor a 3°; finalmente ajuste sobre imágenes de satélite



RESULTADOS

El continuo concluyó en 2006, resultado de este ejercicio 6.68% del territorio nacional se considera humedal potencial; son 2 103 polígonos que tienen los siguientes atributos:

Tipo de suelo

Comunidad vegetal

Tipo de drenaje

Régimen hidrológico

Nombre

Ecorregión y

Cuenca a la que pertenece

HUMEDALES POTENCIALES DE MÉXICO



<http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/reclnat/humedales/datosvec.aspx>



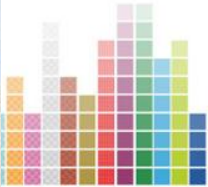
INSTITUTO NACIONAL
DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA

INVENTARIO NACIONAL DE HUMEDALES ESCALA 1:50 000

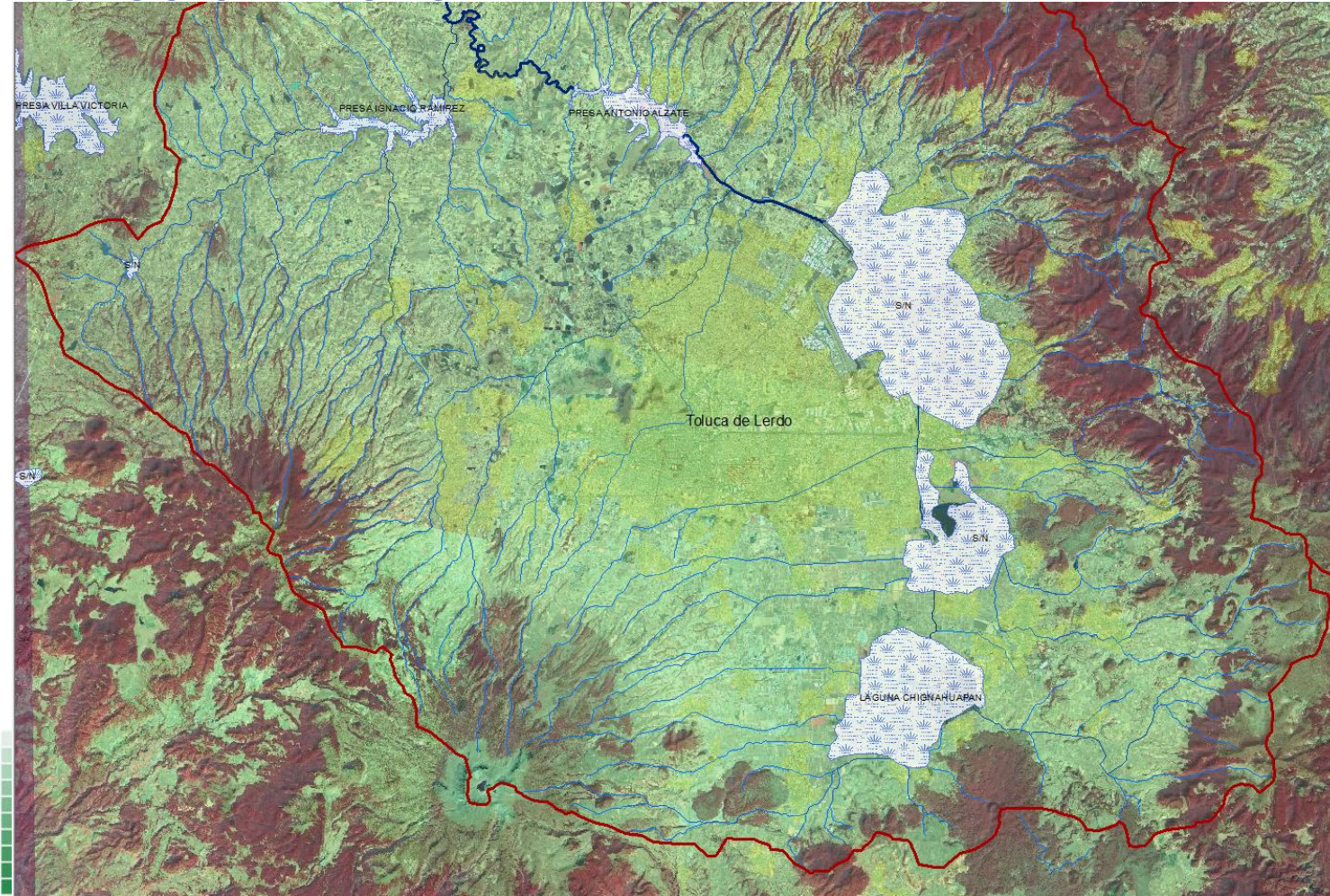
- Realizar trabajo de interpretación de gabinete y de campo para identificar, delimitar y clasificar los humedales dentro de cada una de las 754 cuencas hidrológicas en que se divide al país.
- Generar documento metodológico, metadatos y diccionario de datos del INH escala 1:50 000...



UBICACIÓN DE LAS CIÉNEGAS DE LERMA



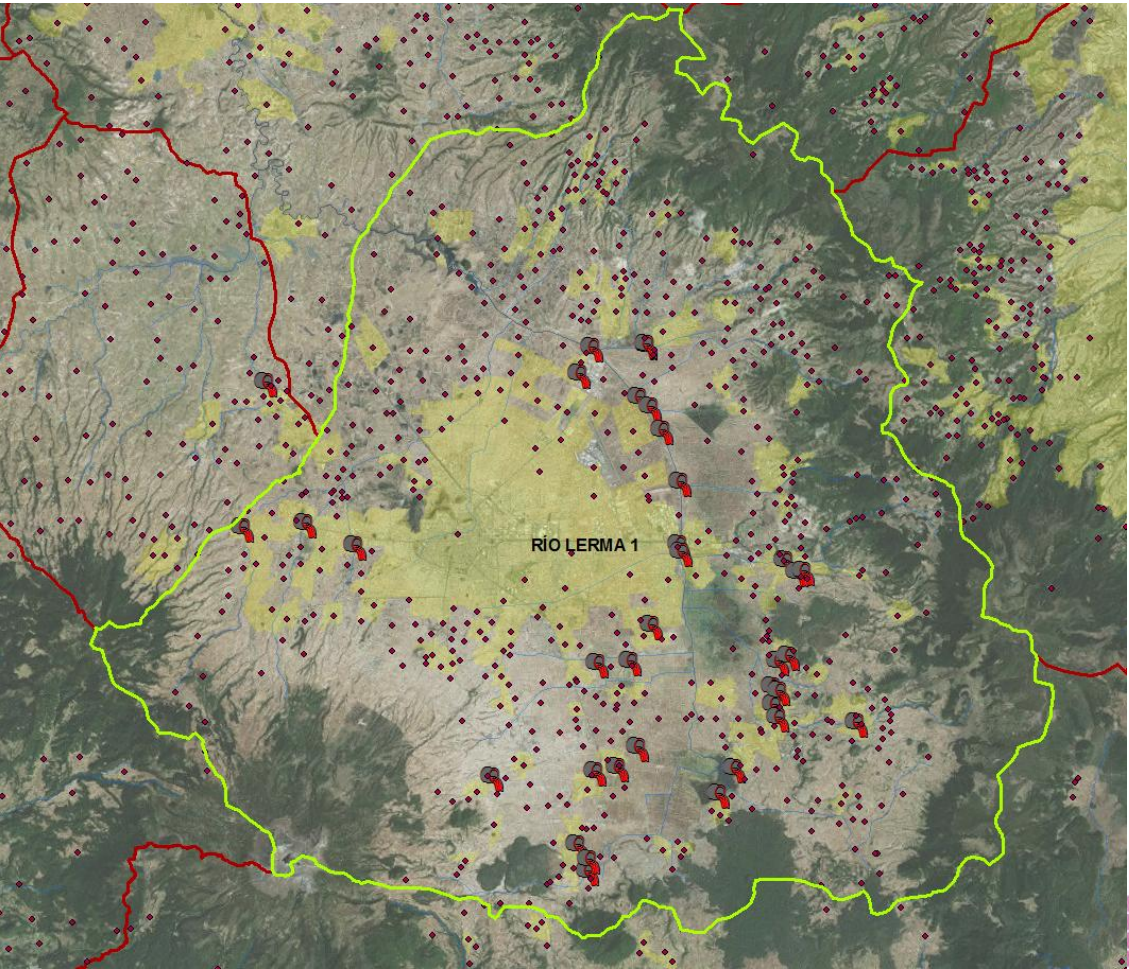
CASO CIÉNEGAS DE LERMA



Humedales potenciales INEGI



POBLACIÓN EN LA PARTE ALTA DE LA CUENCA DEL RÍO LERMA

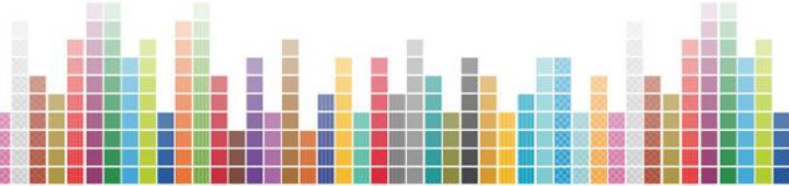
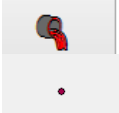


572 localidades que suman
2 003 696 habitantes

Fuente: INEGI; Censo de población y vivienda 2010

Simbología

Sitios de descarga
Localidades



Condiciones geográficas generales

Altitud máxima; 4 610 metros sobre el nivel del mar (msnm); volcán Xinantécatl (Nevado de Toluca), mínima de 2 570 msnm, presa José Antonio Alzate.

Clima templado subhúmedo régimen de lluvias de verano

Temperatura media entre 12 y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3 y 18°C y temperatura del mes más cálido menor de 22°C.

Vegetación predominante bosque de oyamel con el 8.11%, bosques de pino, encino y asociaciones que suman 9.82%; tular suma el 0.59%; pradera de alta montaña representa el 0.27% y en menor proporción bosque de galería.



Los humedales y su conectividad

Nombre	Sistema	Subsistema	Clase	Subclase	Área (km ²)
Lago Chignahuapan	Lacustre	Depresión	Permanente inundado	Lago	37.34
Lago Chimaliapan	Lacustre	Depresión	Permanente inundado	Lago	29.67
Lago Chiconahuapan	Lacustre	Depresión	Permanente inundado	Lago	27.26
Presa J. Antonio Alzate	Creado	N/A	N/A	Estanques artificiales	9.95

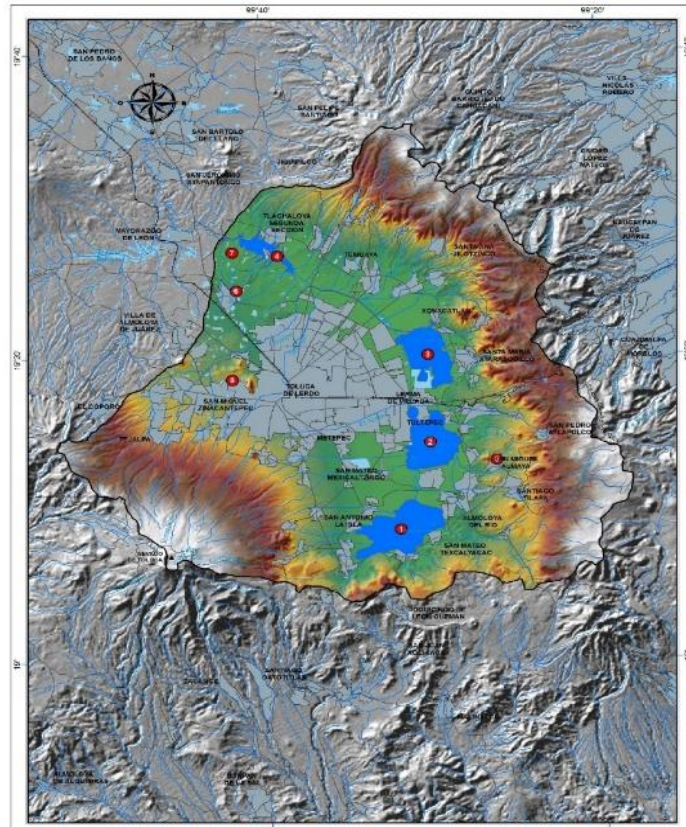


Cauce acanalado del Río Lerma, a 14 km de su nacimiento, a la altura de San Mateo Atenco, Estado de México. Noviembre 2014.

CONAGUA
COMISIÓN NACIONAL DE ENLACES DEL AGUA

INVENTARIO NACIONAL DE HUMEDALES
HUMEDALES

INEGI
INSTITUTO NACIONAL
DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA



- LEGENDA
- | | |
|-----------------------------|-------------------------|
| 1 Lago Chignahuapan | 6 Lago Almaya |
| 2 Lago Chimaliapan | 7 Rancho Las Maravillas |
| 3 Lago Chiconahuapan | 8 Cerro El Maguay |
| 4 Presa José Antonio Alzate | 9 Cerro Sierra Morelos |



Coahuila - Río Lerma

PROYECTO: Cuenca del Río Lerma

ESCALA: 1:50,000

Antecedentes

En 1951, con la construcción de 234 pozos para abastecer a la ciudad de México comienza el cambio hidrológico de la cuenca, y en particular en Ciénegas del Lerma.

Para 1970 y 1980 se crearon programas gubernamentales de desecación ya que se consideraba que eran tierras improductivas, esta situación dio como resultado la pérdida del 90 % de esa área, que paso de 30 mil hectáreas a 3 mil, reducido a 3 cuerpos de agua interconectados por el canal construido para substituir el cauce natural del río Lerma.

En el extremo sur el lago Chignahuapan, en la zona centro el lago Chimaliapan y en el extremo norte del sistema el lago Chiconahuapan. Estos cuerpos de agua vierten sus excedentes en forma escalonada en época de lluvias, además cada lago recibe aportaciones de manantiales, arroyos y ríos menores que nacen en la sierra De Las Cruces.

Lago Chignahuapan origen del río Lerma, humedal lacustre



Sitios de descarga



Caracterización Lago Chignahuapan

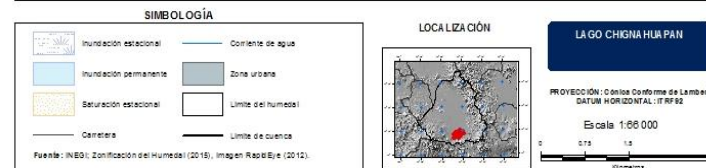
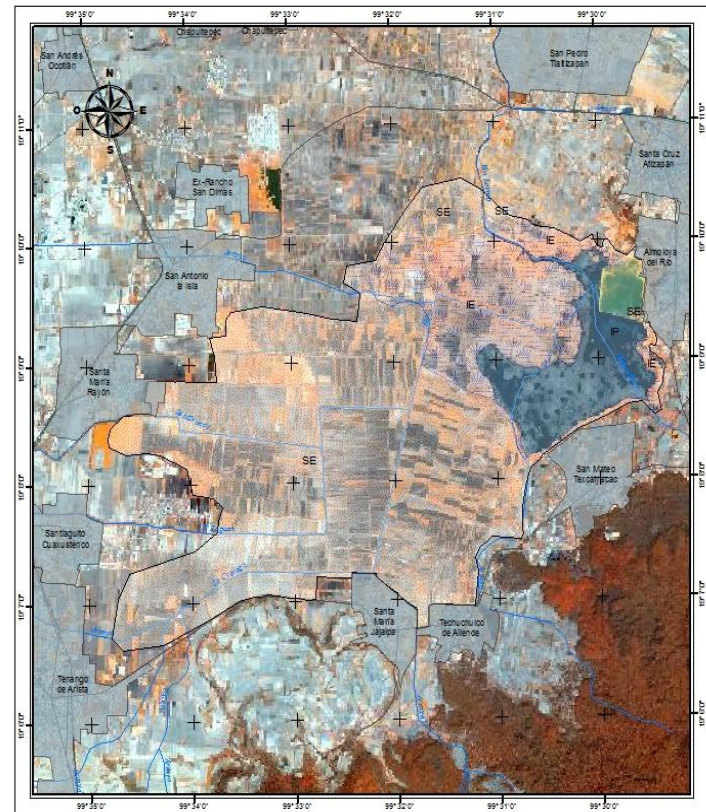
Variable	Características
Área (Km ²)	37.34
Perímetro (Km)	35.51
Clima	Templado subhúmedo, más húmedo C(w ₂)(w)
Zona funcional	Baja
Estaciones climatológicas	Almoloya del Río (DGE) (15004), San Pedro Techuchulco (15105), San Pedro Zictepec D-10 (15295)

Temperatura (°C)

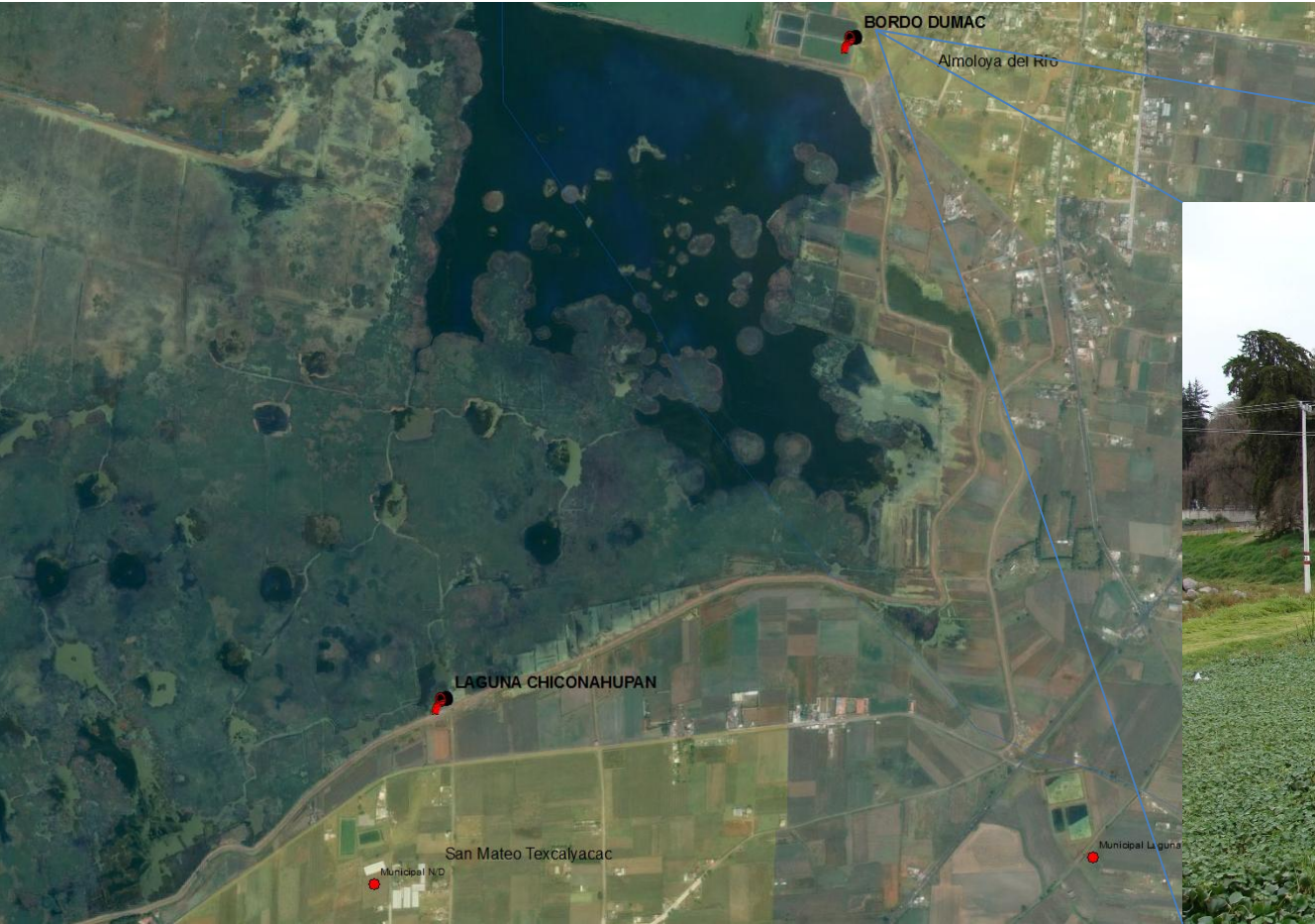
Mínima	3.4
Media	11.8
Máxima	20.2
Precipitación media anual (mm)	911.2
Vegetación	Tular (VT), Pastizal inducido (PI)
Uso del suelo	Agricultura de humedad anual (HA), Agricultura de temporal anual (TA)
Topoformas	Vaso lacustre de piso rocoso o cementado

Hidrografía

Afluentes	Arroyo Huayatlaco
Efluentes	Río Lerma (nacimiento)
Unidad Litológica	Suelo lacustre Q(la)
Nombre y clave del suelo	Gleysol (GL), Vertisol (VR) y Phaeozem (PH)
Sitio RAMSAR	Ciénegas del Lerma
Área Natural Protegida	Área de Protección de Flora y Fauna Ciénegas del Lerma
AICAS	Ciénegas del Lerma
Región Hidrológica Prioritaria	Cabecera del río Lerma
Humedales Potenciales	Laguna Chignahuapan



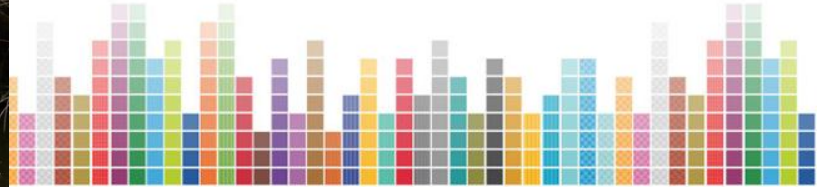
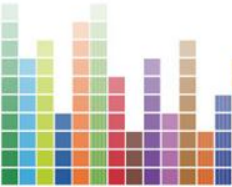
Descargas directas al humedal



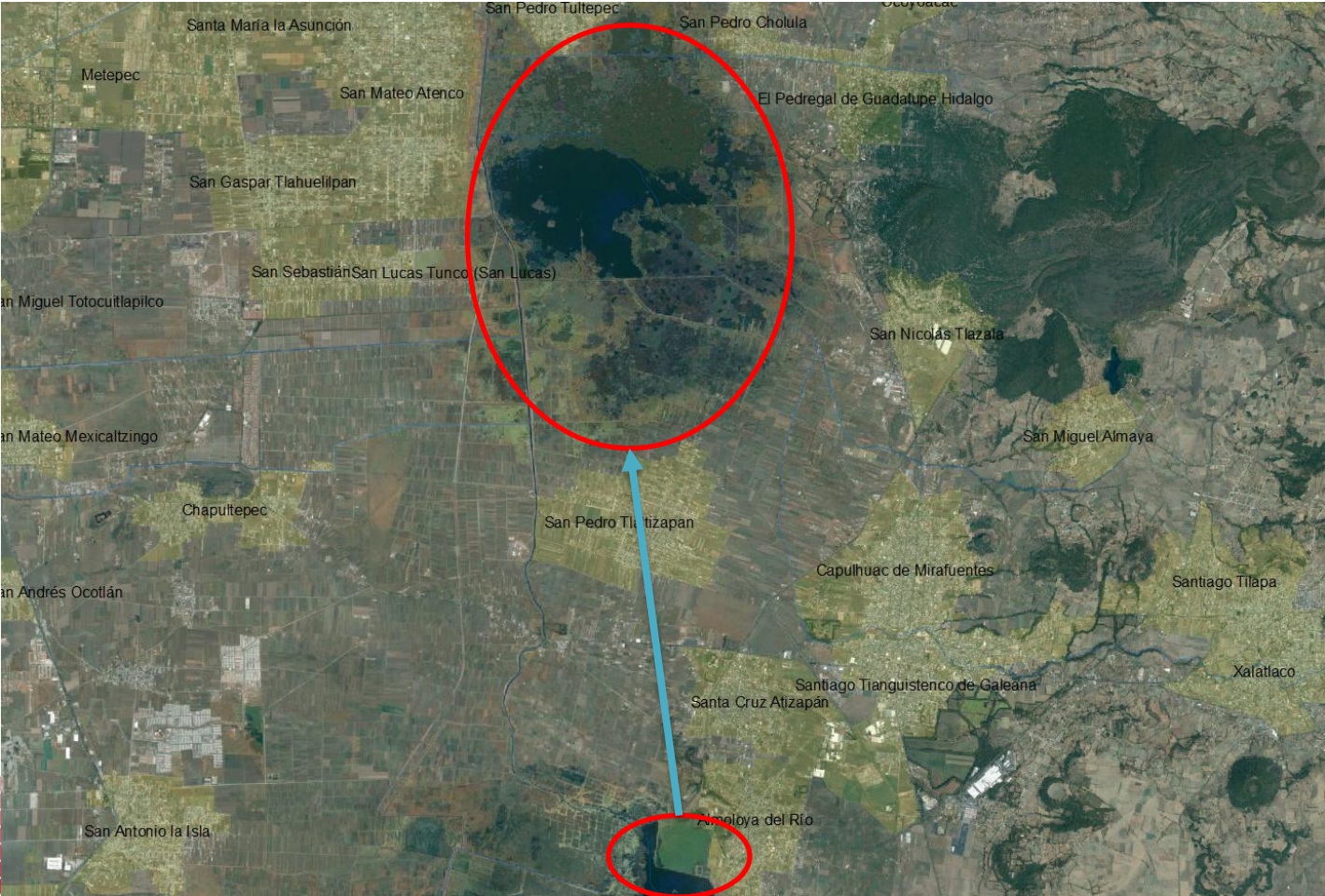
Lagunas de oxidación y tanques de sedimentación



Estado de la obra civil en el lago Chignahuapan; noviembre de 2014



Lago Chimaliapan, 8 km al norte en línea recta

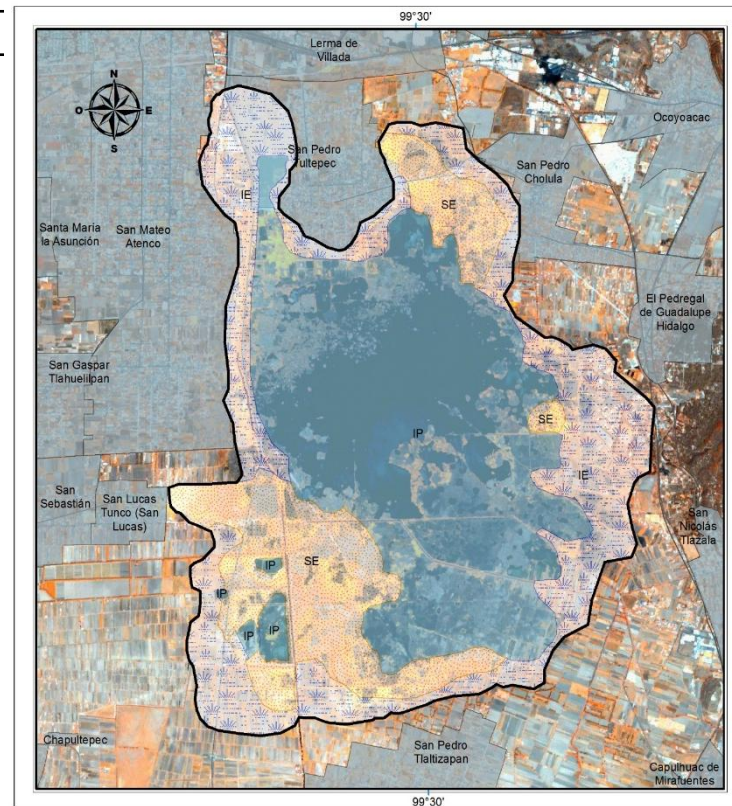


Lago Chimaliapan



Caracterización Lago Chimaliapan

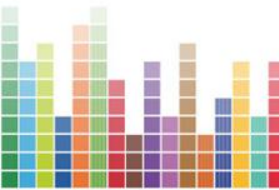
Variable	Características
Área (Km ²)	29.67
Perímetro (Km)	28.77
Clima	Templado subhúmedo más húmedo C(w ₂)
Zona funcional	Baja
Estaciones climatológicas	Lerma (15049), Caseta EPCCA (15315), Chapultepec (15306)
Temperatura (°C)	
Mínima	13.4
Media	5.2
Máxima	21.6
Precipitación media anual (mm)	1001.1
Vegetación	Tular (VT)
Uso del suelo	Agricultura de temporal anual (TA), Agricultura de humedad (HA)
Topoformas	Vaso lacustre de piso rocoso o cementado
Hidrografía	
Afluentes	Río Lerma (Lago Chignahuapan), Arroyo El Muerto, corrientes intermitentes y canales sin nombre
Efluentes	Río Lema
Unidad Litológica	Suelo lacustre Q(la), suelo aluvial Q(AI), Toba básica Q(Tb)
Nombre y clave del suelo	Gleysol (GL), Vertisol (VR) y Phaeozem (PH)
Sitio RAMSAR	Ciénegas del Lerma
Área Natural Protegida	Área de Protección de Flora y Fauna Ciénegas del Lerma
AICAS	Ciénegas del Lerma
Región Hidrológica Prioritaria	Cabecera del río Lerma
Humedales Potenciales	S/N



9 km al norte se encuentra el lago Chiconahuapan



Lago Chiconahuapan



Caracterización Lago Chiconahuapan

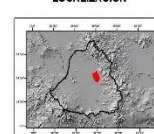
Variable	Características
Área (Km ²)	27.26
Perímetro (Km)	30.11
Clima	Templado subhúmedo más húmedo C(w ₂)
Zona funcional	Baja
Estaciones climatológicas	Colonia Álvaro Obregón (15312)
Temperatura (°C)	
Mínima	1.1
Media	7.2
Máxima	13.3
Precipitación media anual (mm)	810
Vegetación	Tular (VT)
Uso del Suelo	Agricultura de humedad
Topoformas	Vaso lacustre de piso rocoso o cementado
Hidrografía	
Afluentes	Río El Jilguero, San Mateo y otro río sin nombre
Efluentes	Río Lerma
Unidad Litológica	Ígnea extrusiva, volcanoclástico Ts(Vs)
Nombre y clave del suelo	Phaeozem (PH), Gleysol (GL)
Sitio RAMSAR	Ciénegas del Lerma
Área Natural Protegida	Área de Protección de Flora y Fauna Ciénegas del Lerma
AICAS	Ciénegas del Lerma
Región Hidrológica Prioritaria	Cabecera del río Lerma
Unidades de manejo Ambiental (UMAS)	Ejido Jajalpa, Ejido San Lorenzo Huitzilapan, Ejido San Antonio de los Llanitos, Ejido San José de los Llanitos
Humedales Potenciales	S/N



SIMBOLOGÍA

	Inundación permanente		Carretera
	Inundación estacional		Corriente de agua
	Saturación estacional		Límite del humedal

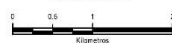
LOCALIZACIÓN



LAGO CHICONAHUAPAN

PROYECCIÓN: Cónica Conforme de Lambert
DATUM HORIZONTAL: ITRF92

ESCALA 1:50 000



Vegetación y fauna en los lagos

En las orillas y hacia el interior de los cuerpos de agua se desarrolla vegetación de Tular, aunque también se aprecia vegetación hidrófila flotante como el lirio y helechos, la vegetación de galería prospera en algunas partes; en los alrededores crecen pastizales inducidos y se practica agricultura de temporal anual y por humedad.

La NOM-059-**SEMARNAT**-2010 e identifica 22 especies en riesgo:

12 aves

3 plantas

3 peces

2 reptiles y

2 anfibios

Hay especies endémicas como son el Pupo de Lerma, Mexcalpique; en anfibios la Salamandra, los Ajolotes granulada y del Lerma, Mascarita transvolcanica (ave) exclusiva de vegetación de tular, Gallineta Amarilla (ave), Polluela amarilla, Cacomixtle Norteño y Ratón Norteamericano (Ceballos, 2003).

Hay una especie catalogada como amenazada que es la *Sagittaria macrophylla*; llamada comúnmente flecha de agua.



A 19.5 km se localiza la presa Antonio Alzate





Panorámica del vaso de la Presa José Antonio Alzate desde el sur, Tlachaloya Primera sección, Estado de México. Marzo 2015.

Datos de campo Sistema Chignahuapan-Chimaliapan-Chiconahuapan-Presa Alzate Noviembre-2014/marzo 2015

Humedal/Sitio	Temperatura °C	pH	Conductividad eléctrica	Sólidos Totales Disueltos	Oxígeno disuelto	Color	Turbidez
Chignahuapan 1	25.0 - 15.8	8.7 - 7.9	1 533 - 876	754 - 524	1.6 - 7.3	Amarillo/Café	Ligera/Moderada
Chignahuapan 2	22.5 - 17.7	9.7 - 8.2	379 - 339	192 - 189	11.5 - 7.8	Amarillo/Verde	Ligera/Ligera
Chimaliapan 1	15.0 - 21.0	8.4 - 9.1	852 - 549	517 - 289	6.0 - 8.3	Café/Verde	Nula/Ligera
Chimaliapan 2	21.0 - 14.5	8.1 - 6.9	622 - 510	326 - 311	3.2 - 7.3	Incoloro/Verde	Nula/Nula
Chimaliapan 3	ND - 17.8	ND - 7.4	ND - 876	ND - 502	ND - 2.0	ND/Café	ND/Ligera
Chiconahuapan	23.0 - 20.4	8.0 - 7.6	623 - 442	664 - 213	4.2 - 3.2	Incoloro/Incoloro	Nula/Ligera
Presa Alzate 1	25.0 - 14.7	8.2 - 7.3	446 - 199	208 - 120	5.8 - 4.2	Amarillo/Incoloro	Ligera/Nula
Presa Alzate 2	27.0 - 23.9	8.2 - 7.6	509 - 314	236 - 152	11.5 - 5.00	Amarillo/Incoloro	Ligera/Ligera
Presa Alzate 3	24.5 - 21.6	10.0 - 7.6	520 - 815	254 - 430	11.6 - 0.06	Café/Otro	Ligera/Moderada
Presa Alzate 4	19.5 - ND	10.4 - ND	574 - ND	313 - ND	6.8 - ND	Verde/ND	Moderada/ND
Promedios	22.5 - 18.6	8.85 - 7.73	673.1 - 546.7	385 - 303	6.9 - 5.0		

Registro oficial de las obras de tratamiento (14)

Localidad	Nombre de la Planta	Proceso	Capacidad Instalada (l/s)	Caudal Tratado (l/s)	Cuerpo Receptor o Reuso
Toluca de Lerdo	Toluca Norte	Dual	1 250	1 200	Canal sin nombre
Toluca de Lerdo	Toluca Oriente	Lodos activados	1 000	891	Canal Totoltepec
Metepéc	Metepéc	Lodos activados	100	75	
Capulhuac de Mirafuentes	Capulhuac	Lodos activados	50	45	CAEM
Santiago Tianguistenco de Galeana	Capulhuac-Jalatlaco-Tianguistenco	Lodos activados	50	20	Laguna Chignahuapan
Villa de Almoloya de Juárez	Almoloya de Juárez	Lagunas de estabilización	34	20	Río Almoloya
Calimaya de Díaz González	Calimaya de Díaz González	Lodos activados	32	20	
Santa María Atarasquillo	Atarasquillo, Santa María	Anaerobio	35	10	Río Lerma
San Pedro Cholula	San Pedro Cholula	Lodos activados	15	10	Río Lerma
San Mateo Mexicaltzingo	Mexicaltzingo	Lagunas de estabilización	37	7	Arroyo sin nombre
Almoloya del Río	Cabecera Municipal	Lagunas de estabilización	31	7	Laguna Chignahuapan
San Lorenzo Huehuetitlán	San Lorenzo Huehuetitlán	Lagunas de estabilización	5	4	Laguna Chignahuapan
Metepéc	U.H. La Pilita	Anaerobio	3	3	Canal San Isidro
Villa de Almoloya de Juárez	Colina del Sol	Lodos activados	2	2	Canal San Gaspar

Fuente: SEMARNAT, CONAGUA; Inventario Nacional de Plantas Municipales de Potabilización y de Tratamiento de Aguas Residuales en Operación, Diciembre 2012.

Conclusiones

- Disponer de cartografía de humedales potenciales facilita sustancialmente el estudio de estos ecosistemas y permite vincular proyectos de humedales artificiales para evaluar impactos y definir escenarios varios.
- Cartografía de tipos de vegetación, suelos, cuerpos de agua y modelos del relieve permiten implementar procesos semiautomatizados para generar la cartografía de humedales potenciales.
- Para los humedales Ciénegas de Lerma y Presa José Antonio Alzate la delimitación del Inventario Nacional de Humedales Potenciales (INHP) de México tiene un nivel de aproximación en su delimitación cercano al 90% con el inventario escala 1:50k.
- La construcción de los humedales artificiales, entre otros aspectos, debe siempre considerar contexto geológico, tipo de cuenca hidrográfica, conectividad hidrológica superficial y subterránea.
- Si bien la construcción de mecanismos de depuración es importante, lo es también el mantenimiento de las obras.

Conclusiones

- Deficiente diseño, falta de mantenimiento y/o incorrecta ubicación de los sistemas de tratamiento de aguas residuales afectará a los humedales naturales y en ocasiones puede impactar definitivamente el equilibrio del ecosistema.
- Es necesario complementar inventarios potenciales con estudios a detalle y que se conviertan en mecanismos de protección o de recuperación del medio ambiente.
- El incremento de la población demanda mecanismos innovadores que den tratamiento a las aguas residuales de todo tipo y que impacten lo menos posible el medio ambiente.
- La naturaleza es el depurador por excelencia de los desechos humanos, sin embargo hay lugares donde el hombre supera la capacidad del entorno...
- Debemos coadyuvar a destacar en la sociedad la importancia de los humedales y de los servicios ecosistémicos que estos prestan a la población.
- Insertar los proyectos de amortiguación o remediación en e contexto de la cuenca y evaluar las probables consecuencias del impacto de nuestra obra en el medio natural (vegetación y fauna exótica invasiva)

Por regalarme su valioso tiempo y atención

GRACIAS

rogelio.mondragon@inegi.org.mx

Responsable del Inventario Nacional de Humedales Potenciales

sandra.mora@inegi.org.mx



Conociendo México

01 800 111 46 34

www.inegi.org.mx

atencion.usuarios@inegi.org.mx



@inegi_informa



INEGI Informa



INSTITUTO NACIONAL
DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA

