

## MEXICO



### Algemeen

Mexico - officieel de Verenigde Staten van Mexico - is een federale republiek in het zuidelijke deel van Noord-Amerika. Het wordt in het noorden begrensd door de Verenigde Staten, in het zuiden en westen door de Stille Oceaan, in het zuidoosten door Guatemala, Belize en de Caribische Zee, en in het oosten door de Golf van Mexico. Mexico heeft een oppervlakte van 197 Mha (miljoen hectare), met in 2024 een bevolking van 131 miljoen, of 0,66 personen per ha (Wikipedia en United Nations, 2024).

Bron: esri

### Klimaat en geografie

De Kreeftskeerkring verdeelt het land effectief in gematigde en tropische zones. Land ten noorden van de 24° breedtegraad ervaart tijdens de wintermaanden koelere temperaturen. Ten zuiden van de 24° breedtegraad zijn de temperaturen het hele jaar door redelijk constant en variëren ze uitsluitend als functie van de hoogte. Dit geeft Mexico een van 's werelds meest diverse weersystemen. Gebieden ten zuiden van de 24° breedtegraad met hoogten tot 1.000 m (de zuidelijke delen van beide kustvlakten en het schiereiland Yucatán), hebben een gemiddelde jaarlijkse temperatuur tussen 24 en 28 °C. De temperaturen blijven het hele jaar door hoog, met slechts een verschil van 5 °C tussen de gemiddelde winter- en zomertemperaturen. Beide Mexicaanse kusten, behalve de zuidkust van de baai van Campeche en het noorden van Baja, zijn in de zomer en herfst kwetsbaar voor zware orkanen. Hoewel laaggelegen gebieden ten noorden van de 24° breedtegraad in de zomer heet en vochtig zijn, hebben ze vanwege de meer gematigde omstandigheden in de winter over het algemeen lagere jaargemiddelden (van 20 tot 24 °C). Veel delen van Mexico, met name het noorden, hebben een droog klimaat met sporadische regenval, terwijl in delen van de tropische laaglanden in het zuiden gemiddeld meer dan 2.000 mm neerslag per jaar valt (bron: Wikipedia).

Mexico wordt van noord naar zuid doorkruist door twee bergketens, die het verlengde zijn van de Rocky Mountains vanuit de Verenigde Staten. Van oost naar west in het midden wordt het land doorkruist door de Trans-Mexicaanse vulkanische gordel, ook wel bekend als de Sierra Nevada. Een vierde bergketen, de Sierra Madre del Sur, loopt van Michoacán naar Oaxaca. Als zodanig bevindt het merendeel van de Mexicaanse centrale en noordelijke territoria zich op grote hoogte. In de valleien tussen deze vier hoogten bevinden zich drie grote stedelijke agglomeraties: Toluca, Groot-Mexico-Stad en Puebla (bron: Wikipedia).

Alcocer en Escobar (1990) en Alcocer en Williams (1996) beschreven dat de Mexico vallei oorspronkelijk bijna volledig bestond (80%, ongeveer 7.868 km<sup>2</sup>) uit het oude Texcoco meer. Dit meer was ontstaan door de insluiting van een depressie door vulkanische bergvorming. Later splitste het zich op in het kleinere zoetwater meer Xochimilco in het zuiden en het grotere zoute meer Texcoco in het noorden. Toen de Azteken in 1245 arriveerden, was er een complex van vier onderling verbonden meren in de vallei: Zumpango, Xaltocan, Texcoco en Xochimilco. Door bedijking werd Xaltocan gescheiden in de meren Xaltocan en San Cristobal, Texcoco in de meren van Texcoco en Mexico, en Xochimilco in de meren Xochimilco en Chalco. (Figuur 1). De Azteken bouwden de stad Tenochtitlan op een eiland in het Texcocomeer. Klimaatverandering, waterafvoer en de groei van Mexico-Stad hebben geleid tot het nu bijna volledig verdwijnen van dit ooit enorme meren complex. Er zijn slechts schaarse overblijfselen, namelijk fracties van de meren Zumpango, Texcoco en Xochimilco.

Verder werd beschreven dat beheersing van de waterstanden dateerde uit de tijd van de Azteken. Een voorbeeld was de bouw van de 16 km lange en 20 m brede Albarradón de Nezahualcóyotl dijk in de 15<sup>e</sup> eeuw. Deze dijk scheidde het Texcoco meer van het Mexicommeer en voorkwam overstromingen in Tenochtitlán door overstroom van het Texcoco meer. Met de komst van de Spanjaarden in 1519 werden veel dijken vernield. De meren werden een groter probleem, voornamelijk als gevolg van overstromingen die meerdere jaren duurden, met de ergste in 1555, 1579-1580, 1604, 1607, 1629-1635 en later. Na de Spaanse verovering van het Azteekse rijk leidden pogingen van de Spanjaarden om overstromingen onder controle te krijgen ertoe dat het grootste deel van het meer werd ingepolderd door

de kanalen en een tunnel naar de Pánuco rivier, maar zelfs dat kon de overstromingen niet stoppen, sindsdien werd het grootste deel van de stad overstromd. Hoewel er in de 17<sup>e</sup> eeuw verschillende waterbouwkundige werken zijn aangelegd, werd besloten het merencomplex helemaal te laten verdwijnen. Alcocer-Durand en Escobar-Briones (1992) beschreven dat het vier eeuwen en een aanzienlijke hoeveelheid waterbouwkundig werk kostte om de afwatering van de meren via noordwestelijke kanalen te voltooien. De eerste van vijf afwateringskanalen was de Nochistongo Cut (Tajo de Nochistongo), gebouwd van 1609 tot 1634. Na een nieuwe catastrofale overstroming in 1878 werd de aanleg van het Great Canal, met de Tequixquiatic Tunnel (*Tunel de Tequixquiatic*) - voltooid in 1884 - gebouwd. Het Great Canal project werd voltooid in 1900. Het bestond uit een open kanaal van 50 km lang, dat onder meer ook 27 m<sup>3</sup>/s afvalwater naar de rivieren Tula en Panuco leidde om vandaar naar zee te worden afgevoerd. Dit afvoersysteem werd beschouwd als de belangrijkste waterbouwkundige infrastructuur die in de 19<sup>e</sup> eeuw in Mexico werd aangelegd. In 1976 werd dat afvoersysteem verder uitgebreid met de aanleg van een tweede Tequixquiatic tunnel (*Tunel de Tequixquiatic*) en ten slotte met het Deep Drainage System (*Sistema de Drenaje Profundo*), een netwerk van enkele honderden kilometers tunnels op een diepte tussen 30 en 250 meter. De centrale tunnel heeft een diameter van 6,5 m en voert overtollig water uit het bassin af (Alcocer en Williams, 1996).



Figuur 1. Voormalig Texcoco meer (Alcocer en Williams, 1996; Madman, 2001)

Ook Sosa-Rodriguez (2010) beschreef de vier kunstmatige waterafvoer systemen van Mexico Valley, en dat verwacht werd dat in 2010 nog een kunstmatig afvoer systeem zou worden voltooid met de aanleg van het East Drainage System. In 2019 is de oostelijke afvoer tunnel van dit systeem in gebruik genomen.

Sosa-Rodriguez (2010) beschreef verder dat aan het begin van de 20<sup>e</sup> eeuw water aan de meren werd onttrokken. De meeste rivieren werden gekanaliseerd en de weinige rivieren die dat niet waren, raakten sterk vervuild omdat ze afvalwater van Mexico-Stad naar de zee voeren. Bovendien heeft de afwatering van het merencomplex ook veel braakliggend terrein achtergelaten. Tijdens het droge seizoen erodeerde dit, waardoor stofstormen ontstonden. Het probleem lijkt onoplosbaar, aangezien de groei van

de stad nog steeds snel is en de grondwateronttrekking toeneemt.

Tortjada (2006) beschreef dat in de Mexico vallei het jaarlijkse onttrekkingspercentage uit de watervoerende lagen 45-54 m<sup>3</sup>/s is en dat de natuurlijke aanvulling ongeveer 20 m<sup>3</sup>/s is. Deze mismatch heeft geleid tot een verlaging van de grondwaterstand met circa 1 m/jaar. Door de verlaging van de grondwaterstand nam de bodemdaling toe, aanvankelijk tot 10 cm/jaar, later tot 30 tot 40 cm/jaar. De gemiddelde jaarlijkse bodemdaling in het gebied van de internationale luchthaven van Mexico-Stad is 20-25 cm, en in het stadscentrum ongeveer 10 cm. Geschat wordt dat het centrale gebied van het grootstedelijk gebied de afgelopen 100 jaar met 10 m is gezakt. De kleigrond blijft inklinken en de stad blijft zakken.

### Bestaande polders

Het proces zoals hierboven beschreven houdt in feite in dat Mexico-Stad voor een groot deel in de hoogste polder ter wereld ligt.

De Group Polder Development (1982) vermeldde dat langs de hele kuststreek van de staten Veracruz, Tabasco, Campeche en Yucatan overstroombare gebieden liggen. Deze gebieden waren permanent of periodiek overstroomde of moerasgebieden. In sommige delen is land aangewonnen in de vorm van verhoogde velden of landbouw op drijvende eilanden.

Algemene kenmerken van de polders in Mexico zijn weergegeven in Tabel I.

### Voorgestelde polders

Er kon geen voorgestelde polder worden geïdentificeerd.

### Ligging van de polders in Mexico zoals getoond op de Wereld polder kaart

De ligging van de polders in Mexico is weergegeven in Figuur 2.



Figuur 1. Ligging van de polders in Mexico (bron: esri – Batavialand)

De door Prof. Adriaan Volker genomen foto's worden getoond in Tabel II.

### Referenties

- Alcocer, J. and E. Escobar, 1990. The drying up of the Mexican Plateau axalapazcos. *Salinet* 4: 44-46. (in Spanish)
- Alcocer, J., and W.D. Williams, 1996. Historical and recent changes in Lake Texcoco, a saline lake in

Mexico. *International Journal of Salt Lake Research* **5**, 45–61.

Alcocer-Durand, J. and E. Escobar-Eriones. 1992. The aquatic biota of the now extinct lacustrine complex of the Mexico basin. *Freshwater Forum* **2** (3): 171-183.

Group Polder Development, Department of Civil Engineering, Delft University of Technology, 1982. *Polders of the World. Compendium of polder projects*. Delft, the Netherlands.

McCord, Hayley, 2021. *A sinking, thirsty city: the water crisis in Mexico City*. Latin America Reports.

Sosa-Rodriguez, F.S., 2010. Impacts of water management decisions on the survival of a city: from ancient Tenochtitlan to Modern Mexico City. *International Journal of Water Resources Development*.

Tortajada, C., 2006. Water Management in Mexico City Metropolitan Area. *International Journal of Water Resources Development*.

United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. 2024. *World population prospects, medium prognosis. The 2024 revision*. New York, USA.

Wikipedia. [https://en.wikipedia.org/wiki/Lake\\_Texcoco](https://en.wikipedia.org/wiki/Lake_Texcoco).

*Bart Schultz*

*Lelystad, maart 2025*

Tabel I. Algemene karakteristieken van de polders in Mexico

Naam	Inpoldering	Oppervlakte in ha	Type *)	Breedtegraad	Lengtegraad	Niveau in m+MSL	Grondgebruik
Lake Texcoco, Mexico City	17 <sup>e</sup> eeuw		RLL	19° 25' N	99° 08' W	2236	Stedelijk en landbouw
Polders in de kustzone van Veracruz			RLL	19° 08' N	96° 10' W	1	Stedelijk en landbouw
Polders in de kustzone van Tabasco			RLL	18° 21' N	92° 54' W	2	Stedelijk en landbouw
Polders in de kustzone van Campeche			RLL	19° 59' N	90° 25' W	2	Stedelijk en landbouw
Polders in de kustzone van Yucatan			RLL	20° 54' N	90° 13' W	4	Stedelijk en landbouw
Total							

\*) RLL = ingepolderd laagland; LGS = bedijking; DL = droogmakerij

Tabel II. Door Prof. Adriaan Volker genomen foto's van polder in Mexico

		
<p>A2 001/V.2.1 Vertidor laagland gebied</p>	<p>A2 002/V.2.2 Vertidor laagland gebied</p>	<p>A2 003/V.2.3 Vertidor laagland gebied</p>
		
<p>A2 004/V.2.4 Vertidor laagland gebied</p>	<p>A2 005/V.2.5 Vertidor laagland gebied</p>	