



# 19<sup>th</sup> International Conference — Science, Technology and Innovation

## Booklets



RENIECYT - LATINDEX - Research Gate - DULCINEA - CLASE - Sudoc - HISPANA - SHERPA UNIVERSIA - Google Scholar DOI - REDIB - Mendeley - DIALNET - ROAD - ORCID

## Title: Surveillance of active tectonic and volcanic zones with population

**Authors:** PEÑA-GARCÍA, Laura Elizabeth, GARAVITO-ESPINOZA, Daniel Alejandro, MACIEL-FLORES, Roberto and ROSAS-ELGUERA, José

Editorial label ECORFAN: 607-8695  
 BECORFAN Control Number: 2022-01  
 BECORFAN Classification (2022): 131222-0001

Pages: 18  
 RNA: 03-2010-032610115700-14

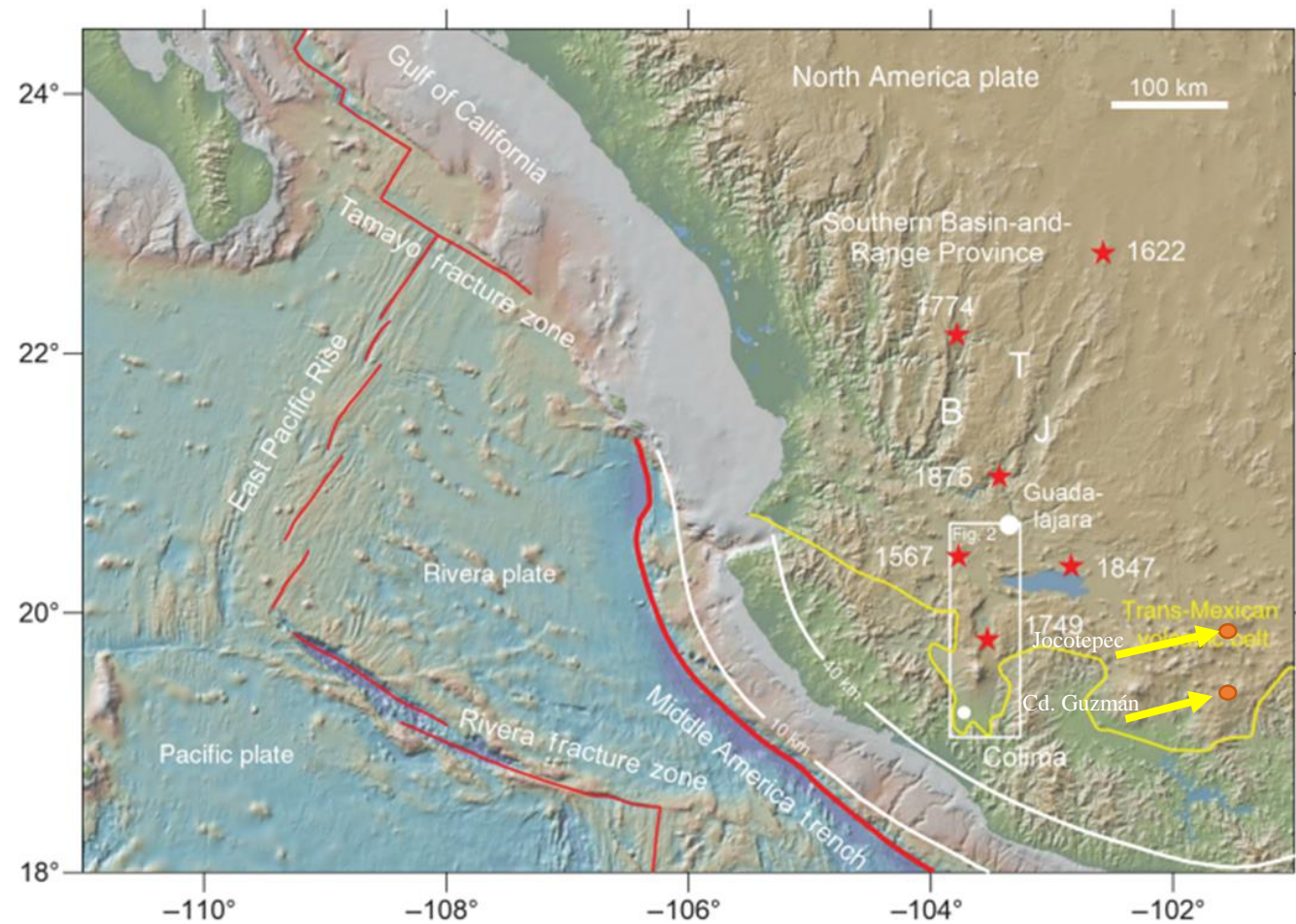
**ECORFAN-México, S.C.**  
 143 – 50 Itzopan Street  
 La Florida, Ecatepec Municipality  
 Mexico State, 55120 Zipcode  
 Phone: +52 1 55 6159 2296  
 Skype: ecorfan-mexico.s.c.  
 E-mail: contacto@ecorfan.org  
 Facebook: ECORFAN-México S. C.  
 Twitter: @EcorfanC

[www.ecorfan.org](http://www.ecorfan.org)

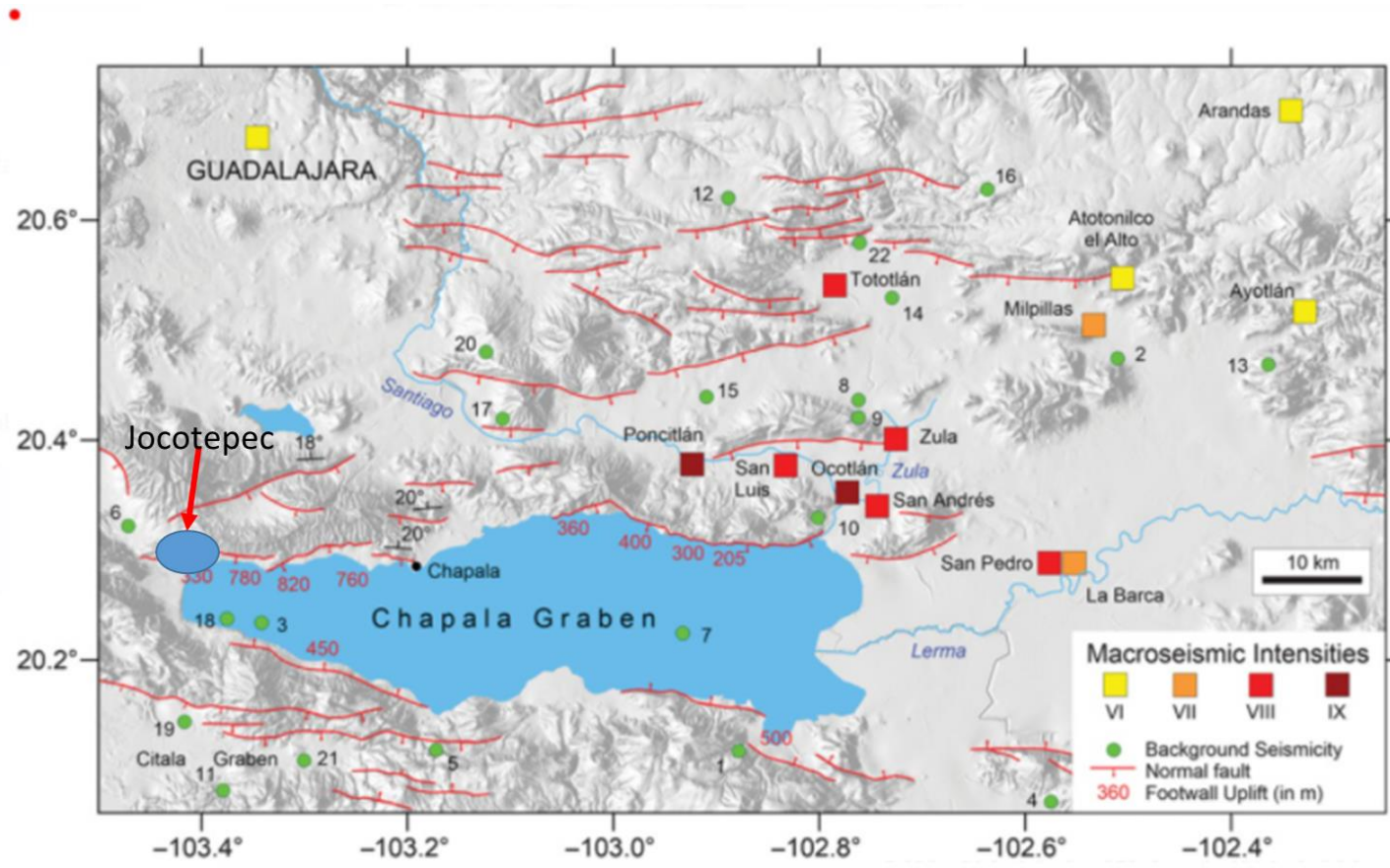
Holdings		
Mexico	Colombia	Guatemala
Bolivia	Cameroon	Democratic
Spain	El Salvador	Republic
Ecuador	Taiwan	of Congo
Peru	Paraguay	Nicaragua

# Introducción

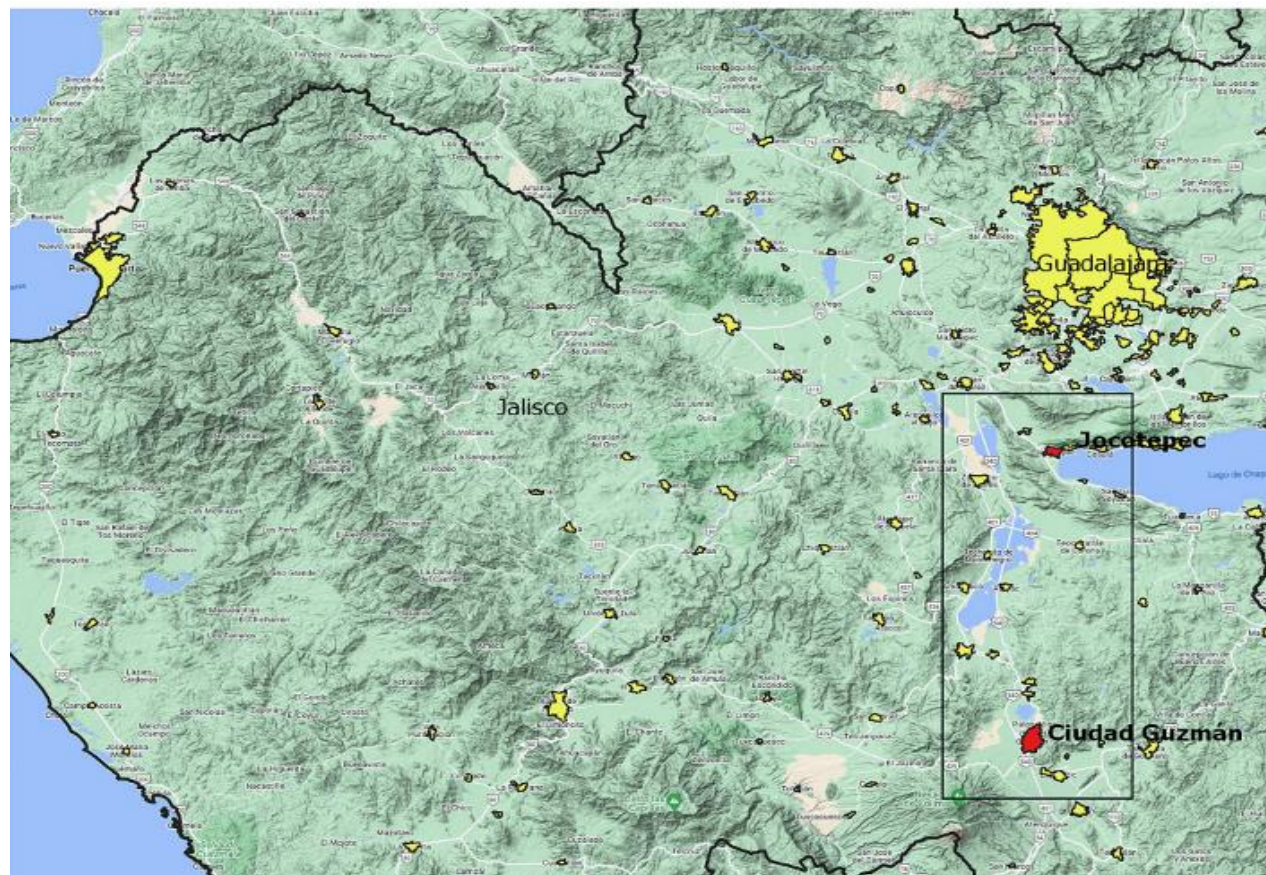
- El occidente de la Faja Volcánica Transmexicana (FVM) se caracteriza por la presencia de tres fosas tectónicas (Figura 1). Jocotepec se ubica en el extremo occidental de graben de Chapala, que se había considerado como una depresión tectónica sísmicamente inactiva. Sin embargo, 1847 se registró un sismo de 5.7 que provocó fuertes daños en Ocotlán debido al movimiento del terreno (Suter, 2018).
- Tanto Ciudad Guzmán como Jocotepec se ubican en la Faja Volcánica Transmexicana cuya característica es lo reciente de su vulcanismo y actividad sísmica.
- Esta última provincia, la FVM, en su sección occidental cerca del área Metropolitana de Guadalajara, deja de tener una orientación E-W y se divide para parcialmente tener una orientación NW-SE (de Tepic a Guadalajara) asociado al graben Tepic Chapala y otra tiene una dirección casi N-S (de Colima a San Marcos), formando parte del graben de Colima.
- Jocotepec y Ciudad Guzmán son localidades cuya historia geológica está asociada a esfuerzos extensionales (Rosas-Elguera, 1996) que formaron los grábenes de Chapala y Colima. En ambos casos se ha documentado actividad sísmica reciente (Suter, 2018 y 2019).



Graben del norte de Colima dentro de su marco tectónico regional. Líneas rojas continuas en el marcan los límites de las placas del Océano Pacífico. Las líneas blancas marcan los contornos de 10 y 40 km de profundidad, respectivamente, de la interfaz de subducción (de Hayes et al., 2018), que delimitan aproximadamente la zona de acoplamiento fuerte de la interfaz, de ~70–80 km de ancho. Límite sur del volcán arco (línea amarilla) de Ferrari et al. (2012). Las estrellas rojas marcan los principales terremotos continentales históricos (con el año de ocurrencia). B, Bolaños graben; J, Graben de Juchipila; T, Graben de Tlaltenango. Tomado de Suter 2019.



Mapa sismotectónico de la región del graben de Chapala que indica la distribución de la intensidad macrosísmica para el terremoto del graben de Chapala del 2 de octubre de 1847. La posición de la luz en este mapa en relieve sombreado, está en el oeste. Los rastros de fallas y la cantidad de levantamiento de la pared del piso, se basan en la interpretación del relieve topográfico. Los buzamientos de la pared del piso son de Garduño-Monroy et al. (1993) Tomado de Suter 2018.



Ciudad Guzmán, se localiza en el graben de Colima. El 22 de octubre de 1749 ocurrió un sismo con magnitud de 5.8 que provocó daños severos a las comunidades de Amacueca, Sayula y Ciudad Guzmán (Suter, 2019)

# Daños actuales

- Los daños en Ciudad Guzmán de hoy en día son evidentes, las figuras 5 y 6 es un dramático ejemplo de ello. Al sur de Ciudad Guzmán existen “abras” (Figura 6), término acuñado en la localidad para definir grietas o deformaciones del suelo que se presentan en diferentes partes de la ciudad, siguiendo una dirección preferencial de N45E.
- Al igual que en Ciudad Guzmán, en Jocotepec hay casas dañadas que las hacen inhabitables, así como vialidades con desniveles cercanos al metro como las ilustradas en la figura 7.
- Carretera Guadalajara – Colima (Mex. 54), kilómetro 6 aproximadamente, existe un constantes asentamiento cerca del cruce con la vía férrea



**Figura 4.-** El 25 de marzo de 1806, un fuerte terremoto, desplomo las torres y las bóvedas del templo mayor, sepultando aproximadamente 2,000 personas (Gobierno de Jalisco (2022)).



**Figura 5** Casas dañadas en Cd. Guzmán (Fotografía del archivo de Maciel-Flores).



**Figura 6** Abras formadas en Cd. Guzmán (Fotografía del archivo de Maciel-Flores).



**Figura 7.** Vialidad y casas dañadas por efecto de un asentamiento en Jocotepec (Fotografía del archivo de Maciel-Flores).



Analizando los cuadros 1 y 2, se puede apreciar que el uso de agua en Jalisco, lo hace mayoritariamente el sector agrícola. La tabla 1, elaborada con datos del 2016, y la tabla 2, elaborada con datos de 2019, muestran el incremento de uso de agua subterránea en general en el estado de Jalisco. Razón por la cual varios países han optado por cultivar sus productos en el extranjero, para conservar el recurso agua y también en suelo, declarando a este recurso como estratégico”.

Uso del Agua en Jalisco			
Por tipo de uso y fuente (Hm <sup>3</sup> /año), 2016			
Uso	Subterránea	Superficial	Total
Agrícola	1,990	1,729	3,719
Abastecimiento público	365	699	1,064
Industria autoabastecida	203	8	211
Total	2,558	2,436	4,994
Fuente, Sistema Nacional de Información del Agua (SINA-CONAGUA, 2016)			

**Cuadro 1** Uso del agua en Jalisco en 2016 (SINA-CONAGUA, 2016).

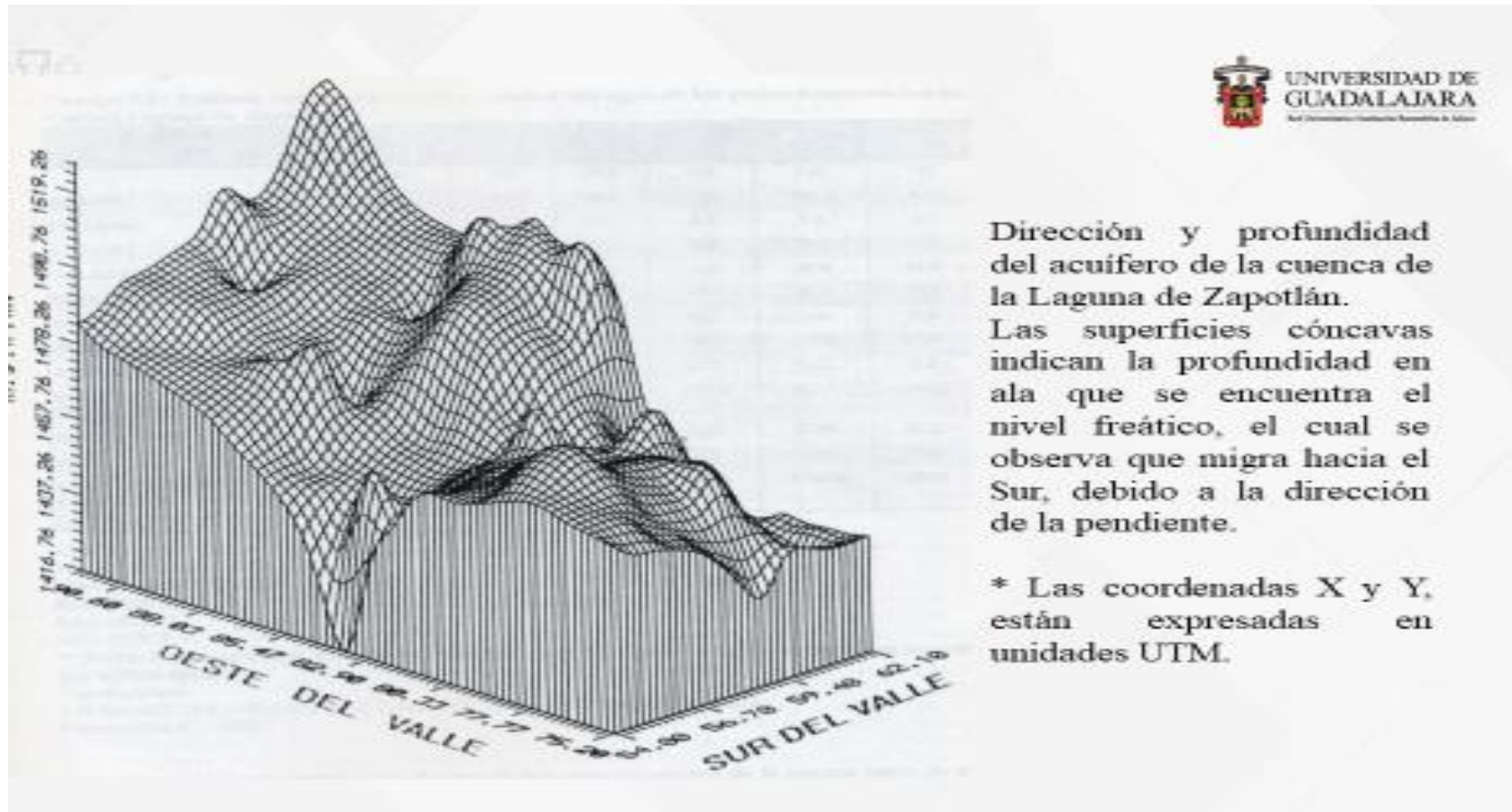
Uso del Agua en Jalisco			
Por tipo de uso y fuente (Hm <sup>3</sup> /año), 2019			
Uso	Subterránea	Superficial	Total
Agrícola	2,007	1,726	3,733
Abastecimiento público	371	699	1,070
Industria autoabastecida	211	9	221
Total	2,590	2,435	5,024

**Cuadro 2** Uso del agua en Jalisco en 2019. (CONAGUA, 2019. Subdirección General de Administración del Agua.).

Millones de metros cúbicos anuales				
Año	Recarga Media	Extracción	Disponibilidad	Déficit
	Anual		Media Anual	
2007	266	130.92	135.08	0
2009	266.1	163.26	102.84	0
2015	266.1	287.05	0	-20.95
2018	266.1	293.02	0	-26.92

**Cuadro 3** Estadísticas de agua en el Acuífero de Ciudad Guzmán (*Elaborado con base en datos del Diario Oficial de la Federación, 13 de agosto de 2007; 28 de agosto de 2009; 20 de abril de 2015; 4 de enero de 2018. Macias-Macias y Sevilla (2020).*)

En un estudio preliminar se tomaron las profundidades del nivel freático de los pozos y norias existentes en la cuenca de Zapotlán. Esta información se modeló en 3D cuyo resultado se muestra en la figura 4. La geometría del nivel freático aparentemente asociado a estructuras geológicas orientadas N45E y que provocan desniveles en el acuífero.



**Figura 8.** Modelación del acuífero de la Laguna de Zapotlán realizado en 1995

# Resultados

- El trabajo de campo desarrollado se observó que las localidades identificadas con recientes y continuas afectaciones son las siguientes: Carretera Guadalajara Jocotepec (Mex. 15), entre el libramiento y la intersección con el cruce a Jocotepec, el constante asentamiento de la carretera provoca un mantenimiento continuo.
- Básicamente, los hundimientos del terreno pueden estar relacionados a la masiva extracción del agua subterránea o con actividad tectónica. En los últimos años, en Jalisco, se ha incrementado el cultivo de berries en grandes invernaderos, como es el caso el caso de Jocotepec y Cd. Guzmán que se usa predominantemente en invernaderos altamente desarrollados en los municipios de Jocotepec, Sayula, Ciudad Guzmán, y Tapalpa.

- Algunos investigadores, sobre todo de esta región sur de Jalisco, han trabajado para identificar los costos ambientales que se han generado por el sector agrícola, en la región de Sayula por ejemplo, el sector agropecuario ha generado algunas acciones impactantes como el incremento de la profundidad del nivel de los mantos freáticos (Macias-Macias, 2008). La abundancia de agua en el valle provocó un cambio de cobertura y uso del suelo entre los años 2000 y 2015 lo que representa un aumento en la extensión de la agricultura protegida o invernaderos de Sayula (Ezzahra et al., 2015). En las regiones de Cd. Guzmán, Sayula y Jocotepec, se ha dejado de producir granos y otros productos básicos para fomentar la exportación de berries.

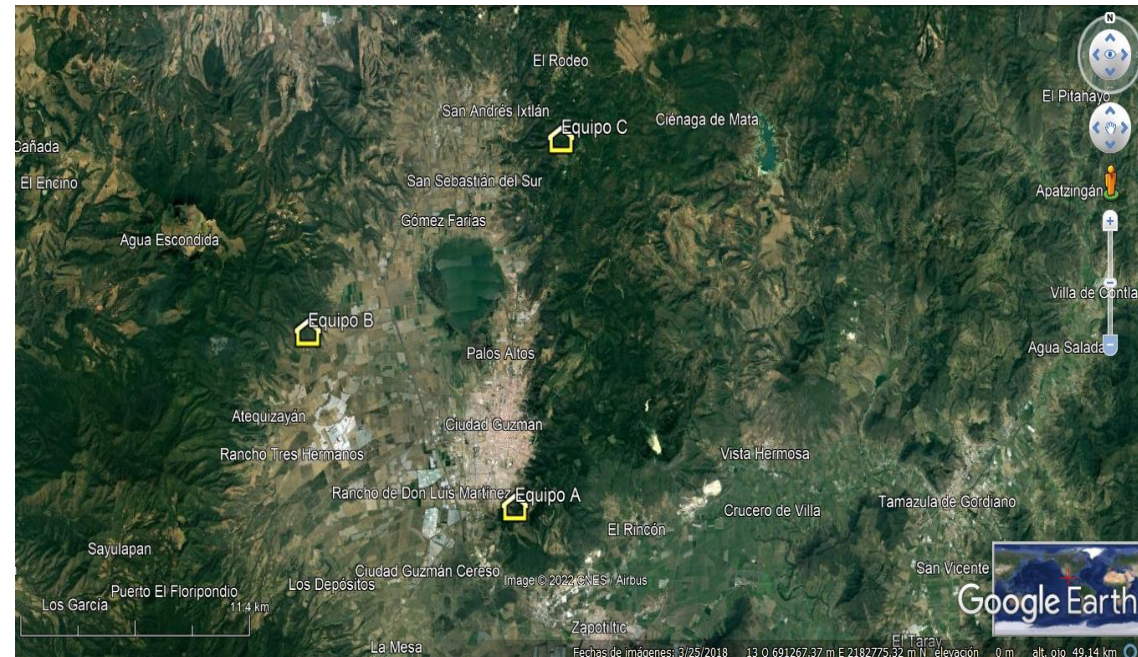
- Macias–Macias y Sevilla (2020) citan que las berries “Consume una fuerte cantidad de agua, el recurso natural que más escaso está en nuestro país. Casi el 70% del agua dulce disponible se usa en el sector agropecuario, aun cuando esto varia de región a región.
- En una primera aproximación subrayamos que el incremento de la demanda de agua asociada a los cultivos de berries y el incremento poblacional requiere una mayor extracción de agua que puede provocar un asentamiento del suelo.

# Conclusiones

## VIGILANCIA /MEDICION A REALIZAR EN FORMA AUTOMATIZADA

**Para evitar mayores daños en estas poblaciones es necesario en una zona volcánica activa;**

- Sismicidad (geofísica).
- Deformación del terreno (red geodésica).
- Cambios físico químicos en el acuífero o manantiales (geoquímica).
- Incremento de actividad fumarolica (geoquímica).
- Perdida del punto de Curie (geofísica).



**Figura 9.** Propuesta de ubicación de equipo de sísmica y acelerógrafos para Ciudad Guzmán Jal.

**En una depresión considerar;**

Relleno de sedimentos y materia orgánica que se descompone y deforman el terreno.

Emanación de gases (metano).

Medir la deformación del terreno (red geodésica).

**Zona tectónica activa**

Sismicidad (geofísica).

Deformación de terreno

Actualización del nivel estático del acuífero



**Figura 10.** Propuesta de ubicación de equipo de sísmica y acelerógrafos para Jocotepec Jal.



# Referencias

- Alatorre Zamora, Miguel Ángel, et al. (2015). Chapala half-graben structure inferred. A magnetometric study. *Geofísica Internacional*; Vol. 54 No. 4, 2015. Recuperado de <https://repositorio.unam.mx/contenidos/4102127>
- CONAGUA. 2019. Subdirección General de Administración del Agua. <http://sina.conagua.gob.mx/sina/anexos.html> .
- de La Fuente-G., J., & Verma, S. P. (1993). Catalogo de aparatos volcánicos de la parte centro-occidental del Cinturón Volcánico Mexicano. *Geofísica Internacional*, 32(2), 351–386. <https://doi.org/10.22201/IGEOF.00167169P.1993.32.2.568>
- Ezzahra Housni Fátima, Macías Macías Alejandro, Magaña González, Claudia Rocío; Bracamontes Del Toro Humberto; Najine Abdessamad, 2015. *Cambio de uso de suelo por Invernaderos en el Municipio de Zapotlán el Grande, Jalisco: Un análisis Multitemporal*. Revista Ingeniantes Año 2 No. 1 Vol. 1. Available from: [https://www.researchgate.net/publication/303897570\\_Cambio\\_de\\_uso\\_de\\_suelo\\_por\\_Invernaderos\\_en\\_el\\_Municipio\\_de\\_Zapotlan\\_el\\_Grande\\_Jalisco\\_Un\\_analisis\\_Multitemporal](https://www.researchgate.net/publication/303897570_Cambio_de_uso_de_suelo_por_Invernaderos_en_el_Municipio_de_Zapotlan_el_Grande_Jalisco_Un_analisis_Multitemporal)
- Ferrari, L., & Rosas-Elguera, J. (2000). Late Miocene to Quaternary extension at the northern boundary of the Jalisco Block, western Mexico: The Tepic-Zacoalco Rift revised. *Undefined*, 334, 41–63. <https://doi.org/10.1130/0-8137-2334-5.41>
- Ferriz, H., et al. (1986). Volcanismo riolitico en el eje neo volcánico mexicano. *Geofísica Internacional*; Vol. 25 No. 1, 1986. Recuperado de <https://repositorio.unam.mx/contenidos/42066>
- Ficha Técnica del Sistema Nacional de Información del Agua. Publicado por la Comisión Nacional del Agua, 2016. Recuperado de <http://sina.conagua.gob.mx/sina/anexos.html>
- Gobierno del Estado de Jalisco. (n.d.). *Regiones de Jalisco*. Retrieved November 20, 2022, from <https://www.jalisco.gob.mx/es/jalisco/regiones>
- INEGI. (n.d.). *México en cifras*. Retrieved November 20, 2022, from <https://www.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/?ag=14#collapse-Resumen>
- Instituto de Geología - UNAM. (n.d.). *Carta Geológica Mexicana*. Retrieved November 20, 2022, from <https://www.geologia.unam.mx/contenido/carta-geologica-mexicana>
- *Instituto de Medio Ambiente y Comunidades Humanas. - CUCBA*. (n.d.). Retrieved November 20, 2022, from <http://saludambiental.udg.mx/instituto-de-medio-ambiente-y-comunidades-humanas/>
- Lugo-Hubp, J. (n.d.). *El relieve de la República Mexicana / Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*. Retrieved November 20, 2022, from <http://satori.geociencias.unam.mx/index.php/rmcg/article/view/1255>

- Medina Orozco, L. E., Alí, S., Nava, V., Alexander, ;, Duque, S., González Villegas, R., Barrales Martínez, A., Medina Orozco, I. N., & Rivas, M. A. P. (n.d.). *Estimación de la Huella hídrica, calidad de agua y alternativas para la producción de arándano en el centro de México*. Retrieved November 20, 2022, from [https://www.convibra.org/congresso/res/uploads/pdf/artigo\\_pdf4KTrM16.04.2021\\_20.40.45.pdf](https://www.convibra.org/congresso/res/uploads/pdf/artigo_pdf4KTrM16.04.2021_20.40.45.pdf)
- Macías Macías, A., & Sevilla García, Y. L. (2021). Naturaleza vulnerada. Cuatro décadas de agricultura industrializada de frutas y hortalizas en el sur de Jalisco, México (1980–2020). *Entre Diversidades. Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*, 8(1), 64–91. <https://doi.org/10.31644/ED.V8.N1.2021.A03>
- Macías Macías, A. (2008). Costos ambientales en zonas de coyuntura agrícola: La horticultura en Sayula (México). *Agroalimentaria*, 13(26), 103–118. [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1316-03542008000100008&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-03542008000100008&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Maciel F. R. y Rosas Elguera J. G. 2006a, An extensión between the Sierra Madre Occidental volcanic arc and Trans-Mexican Volcanic Belt volcanic arc: a volcano sedimentary evidence. International Conference on Continental Volcanism—IAVCEI 2006. *Undefined*.
- Maciel Flores Roberto 1981. Geological Mapping in Geothermal Exploration with Special References to Tephochronology and Paleomagnetic Techniques. UNU-GTP
- Maciel Flores Roberto, & Universidad de Guadalajara. (2006). *Evolución bio-geológica, durante el Pleistoceno, en la Sierra de la Primavera, Jalisco, México*. [http://repositorio.cucba.udg.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/4714/Maciel\\_Flores\\_Roberto.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.cucba.udg.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/4714/Maciel_Flores_Roberto.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Maciel-Flores, M.-T. y R.-E. (2015). *La biodiversidad en Jalisco: Estudio de Estado*. [https://www.biodiversidad.gob.mx/region/EEB/estudios/ee\\_jalisco](https://www.biodiversidad.gob.mx/region/EEB/estudios/ee_jalisco)
- Maciel Flores Roberto, Maciel Tejada Christian Alexander, Rosas Elguera José Guadalupe, Peña García Laura Elizabeth, García García Edith Xiomara, González Rendón Ruth Leticia, Gómez Rizo Rodrigo. 2021. Prometeo ediciones.
- Maciel-Flores Roberto, Rosas-Elguera José, Peña García Laura Elizabeth, Robles Munguía Celia, García García Edith Xiomara, Zamudio Ángeles David, Palacio Prieto José Luis, Maciel Tejada Christian Alexander. 2020. Geositos de interés como geopatrimonio en Jalisco, México. Avances. Universidades, cultura y desarrollo sostenible. Universidad Autónoma de Zacatecas «Francisco García Salinas» © Instituto Regional del Patrimonio Mundial en Zacatecas.
- Mahood, G. A. (1980). Geological evolution of a pleistocene rhyolitic center — Sierra La Primavera, Jalisco, México. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 8(2–4), 199–230. [https://doi.org/10.1016/0377-0273\(80\)90105-5](https://doi.org/10.1016/0377-0273(80)90105-5)
- Michaud François, Bourgois Jacques, & Parrot Jean-François. (n.d.). *Tectonic development of the Jalisco triple junction (Western Mexico)*. Retrieved November 20, 2022, from [https://www.researchgate.net/publication/262142534\\_Tectonic\\_development\\_of\\_the\\_Jalisco\\_triple\\_junction\\_Western\\_Mexico](https://www.researchgate.net/publication/262142534_Tectonic_development_of_the_Jalisco_triple_junction_Western_Mexico)
- Rosana, I., Arturo SANDOVAL José Alfredo Cih, M. I., & Moreno Sandoval, A. J. (n.d.). *La agricultura por contrato: Berries en Jalisco*. Retrieved November 20, 2022, from [https://www.ecorfan.org/handbooks/Handbook\\_Produccion\\_Comercializacion\\_y\\_Medio\\_Ambiente\\_T1V1/Particiones/1.pdf](https://www.ecorfan.org/handbooks/Handbook_Produccion_Comercializacion_y_Medio_Ambiente_T1V1/Particiones/1.pdf)

- Nieto Samaniego, A. F. (2000). Avances de la Geología Mexicana en la última década. *Boletín de La Sociedad Geológica Mexicana*, 53(1), i–iv. <https://doi.org/10.18268/BSGM2000V53N1X1>
- Peña García Laura Elizabeth 2009. Contaminación por nitratos y nitritos en los acuíferos de la comunidad de río Blanco Jalisco; y evaluación de sintomatología asociada a metahemoglobinemia en niños menores de cuatro años de edad. Tesis de Maestría en Salud Ambiental. CUCBA. <http://repositorio.cucba.udg.mx:8080/xmlui/handle/123456789/4839>
- Rosas-Elguera, J., Urrutia Fucugauchi, J., & Maciel Flores, R. (n.d.). *Geología del extremo oriental del Graben de Chapala, breve discusión sobre su edad: Zonas geotermicas Ixtlán de Los Hervores-Los Negritos, Mexico*. Retrieved November 20, 2022, from [https://www.researchgate.net/publication/290826996\\_Geologia\\_del\\_extremo\\_oriental\\_del\\_Graben\\_de\\_Chapala\\_breve\\_discusion\\_sobre\\_su\\_edad\\_Zonas\\_geotermicas\\_Ixtlan\\_de\\_Los\\_Hervores-Los\\_Negritos\\_Mexico](https://www.researchgate.net/publication/290826996_Geologia_del_extremo_oriental_del_Graben_de_Chapala_breve_discusion_sobre_su_edad_Zonas_geotermicas_Ixtlan_de_Los_Hervores-Los_Negritos_Mexico)
- Rosas-Elguera, J., Nieto O. J., and Urrutia-Fucugauchi, J., 1993, Ambiente estructural en la frontera norte del bloque Jalisco, in Delgado-Argote, L., and Martín-Barajas A., Contribuciones a la tectónica del Occidente de México: Unión Geofísica Mexicana. Monográfica. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/ Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas/ Logros 2019 (1ra Ed.) México Hecho en México / Made in México.
- Sandoval Moreno, A., & Ospina Parra, C. E. (2011). Sustentabilidad ambiental en el manejo del agua y del suelo en la producción de berries: los casos de México y Colombia. *Ambiente y Desarrollo, ISSN-e 0121-7607, Vol. 15, N°. 28, 2011, Págs. 99-122, 15(28), 99–122.* <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3937720&info=resumen&idioma=SPA>
- Suter, M. (2019). Macro seismic study of the devastating 22 October 1749 earthquake doublet in the northern colima graben (trans-mexican volcanic belt, Western Mexico). *Seismological Research Letters*, 90(6), 2304–2317. <https://doi.org/10.1785/0220190162>
- Suter, M. 2018, The 2 October 1847 MI 5.7 Chapala Graben Triggered Earthquake (Trans-Mexican Volcanic Belt, West-Central Mexico): Macro seismic Observations and Hazard Implications. *Seismological Research Letters* Volume 89, Number 1 pp 35-46. <https://doi.org/10.1785/0220170101>.
- Tenenbaum, B. A. (1997). Los Sismos en la Historia de México. Tomo 1. By Virginia García Acosta and Gerardo Suárez Reynoso. (Mexico City: UNAM; Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social; Fondo de Cultura Económica, 1996. Pp. 718. Illustrations. Bibliography. No Price.). *The Americas*, 54(2), 295–296. <https://doi.org/10.2307/1007753>
- *Zapotlán el Grande | Gobierno del Estado de Jalisco*. (n.d.). Retrieved November 20, 2022, from <https://www.jalisco.gob.mx/es/jalisco/municipios/zapotlan-el-grande>



**ECORFAN®**

© ECORFAN-Mexico, S.C.

No part of this document covered by the Federal Copyright Law may be reproduced, transmitted or used in any form or medium, whether graphic, electronic or mechanical, including but not limited to the following: Citations in articles and comments Bibliographical, compilation of radio or electronic journalistic data. For the effects of articles 13, 162,163 fraction I, 164 fraction I, 168, 169,209 fraction III and other relative of the Federal Law of Copyright. Violations: Be forced to prosecute under Mexican copyright law. The use of general descriptive names, registered names, trademarks, in this publication do not imply, uniformly in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protector in laws and regulations of Mexico and therefore free for General use of the international scientific community. BECORFAN is part of the media of ECORFAN-Mexico, S.C., E: 94-443.F: 008- ([www.ecorfan.org/booklets](http://www.ecorfan.org/booklets))