

## TRAZADO DE LAS ISOPIEZAS UTILIZANDO UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICO. CASO DE ESTUDIO: TABASCO, MÉXICO

### TRACING THE ISOPIESTIC USING GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM. CASE STUDY: TABASCO, MÉXICO

Castillo-Cruz S. <sup>1\*</sup>, Munguía-Balvanera E. <sup>1</sup>, López-Broca G. L. <sup>2</sup>, Hernández-Jiménez R. E. <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, División Académica de Ingeniería y Arquitectura, carretera Cunduacán-Jalpa de Méndez km. 1, Colonia La Esmeralda, Cunduacán.

<sup>2</sup> Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, DCTS-CINVESTAV, Ciudad de México, México. CP. 07360.

<sup>3</sup> Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, División Académica de Ciencias Biológicas, carretera Villahermosa-Cárdenas Km. 0.5 S/N, Entronque a Bosques de Saloya. Villahermosa, Tabasco, México.

\* stephaniecastillo592@gmail.com

#### RESUMEN

En las planicies costeras existe un equilibrio sensible entre el agua dulce que llega a la costa y el agua salada que penetra por debajo del agua dulce. Los cambios antropomórficos pueden alterar ese equilibrio. El propósito de este artículo es plantear una metodología para trazar curvas de los niveles freáticos de los acuíferos del estado de Tabasco. Se realizó el proyecto en un Sistema de Información Geográfico (SIG), incorporando la información para obtener mapas donde se indiquen las líneas de igual nivel freático o curvas isopiezas.

Posteriormente, se aplicaron las herramientas de SIG. Se considera que el proyecto es un adecuado método para obtener las isopiezas y lograr detectar las zonas propensas a una sobreexplotación del agua de los acuíferos y dar seguimiento a la posible penetración de la cuña salina en la zona costera.

Se logró obtener mapas donde se detectan las zonas del estado de Tabasco más probables a la afectación de escasez de agua dulce en el manto freático superficial. Con dichos mapas se pueden tomar decisiones de la explotación de los pozos de agua dulce y generar políticas

para evitar la penetración de la cuña salina.

**Palabras clave:** acuíferos; cuña salina; isopiezas; niveles freáticos; pozos de agua dulce.

## ABSTRACT

In the coastal plains there is a fine balance between the fresh water that reaches the coast and the salt water that penetrates below the fresh water; Anthropomorphic changes can alter that balance. The goal of this article is to propose a methodology to draw the curves of the water tables of the aquifers of the state of Tabasco. The project took place in a Geographis Information System (GIS) by incorporating the information to obtain maps showing where the lines of equal groundwater or isopiestic curves. Subsequently, the tools of GIS were applied. The project is considered to be a suitable method to obtain the isopiestic and to detect prone

areas to an over-exploitation of water from aquifers and to monitor the possible penetration of the saline wedge in the coastal zone. It was possible to obtain maps detecting which zones of the State of Tabasco are most likely to be affected by the shortage of fresh water in the surface water table. With said maps decision can be taken on the management of fresh water wells and creation of policies to prevent intrusion of the salt wedge.

**Keywords:** aquifers; saltwater intrusion; isopiestic; water table; freshwater wells.

## INTRODUCCIÓN

El estado de Tabasco cuenta con ocho acuíferos, según la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) [1]. Los acuíferos son: La Chontalpa, La Sierra, Los Ríos, Huimanguillo, Centla, Macuspana, Samaria-Cunduacán y Boca del Cerro. El artículo solo trata sobre los acuíferos: Chontalpa, Huimanguillo, Centla, Sierra y

Ríos.El acuífero de La Chontalpa cubre parcialmente los municipios de Cárdenas, Comalcalco, Huimanguillo y Paraíso (ver los municipios en la Figura 5), siendo un acuífero de tipo libre. Los acuíferos libres son aquellos que almacenan el agua en la primera capa de suelo y forman el nivel de aguas freáticas (NAF).

El acuífero Huimanguillo, que cubre parcialmente el municipio de Huimanguillo, es un acuífero libre. El acuífero Centla cubre parcialmente los municipios de Centla, Centro, Comalcalco, Jalpa, Nacajuca y Paraíso, siendo este de tipo libre.

La Sierra la cual cubre los municipios de Teapa, Tacotalpa, Jalapa y, parcialmente los de Macuspana y el Centro, opera como un acuífero libre y en algunos sitios es de tipo semiconfinado. Los acuíferos semiconfinados son los que están entre dos capas impermeables de suelo.

Los Ríos cubre parcialmente los municipios de Centla, Jonuta y Emiliano

Zapata y algunas partes de los municipios de Balancán y Tenosique, el acuífero es de tipo libre.

Cabe mencionar que es difícil clasificar los acuíferos superficiales, la causa es la dinámica de los ríos. Los ríos en planicies costeras forman meandros, los cuales se modifican constantemente, este fenómeno sucede en pocos años. El río abandona el meandro cuando la curvatura formada es demasiado extensa, entonces el río se cierra y abandona la curva, y en pocos años forma un nuevo meandro para sustituir el desaparecido. En los meandros abandonados se forma una capa de suelo encima de ellos y forman los acuíferos superficiales; fenómeno muy común en Tabasco. Por lo general, estos acuíferos siguen las antiguas corrientes de los ríos de los meandros abandonados.

La costa de Tabasco tiene una longitud de 184 km, lo que corresponde al 1.6 % de la zona costera nacional, en ella existen depresiones sujetas a inundación donde

se mezclan, por una parte, el agua dulce de los acuíferos superficiales o el agua conducida por los ríos y, por otra parte, el agua salada del mar. Estas zonas son llamadas estuarios, y en los inventarios cartográficos son documentados, ya que son cuerpos de agua que se forman en las bocas de los ríos anegados y llegan a alcanzar las partes bajas de los valles a través de los mismos [2]. Los cuerpos de agua salada o estuarios aparecen cuando el avance de la cuña salina brota por encima de la capa de suelo o el agua salada invade el continente.

Otro fenómeno que produce la formación de cuerpos de agua salados es la subsidencia. La subsidencia es un proceso de hundimiento vertical, favorece el avance del mar y los efectos se observan en la costa a través de la erosión de playas y bocas. La intrusión de agua salada hacia el continente contribuye a ampliar las áreas inundadas según Domínguez [3]. En las planicies costeras

el fenómeno de la subsidencia se presenta con frecuencia, la causa principal de la subsidencia es la descomposición de la materia orgánica que hay presente en las capas de suelo. Esta materia orgánica, conocida como estratos de turba, continúa descomponiéndose con los años y va perdiendo volumen por los gases que producen los microorganismos que descomponen la materia. La subsidencia trae como consecuencia el avance de la cuña salina.

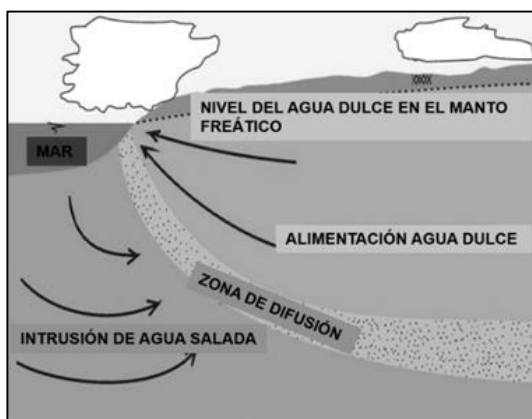
La frontera mar-continente es el borde de descarga de los acuíferos continentales, siendo el agua de mar más densa que el agua dulce, entonces el agua dulce se coloca por la parte de arriba y el agua salada por la capa inferior, causado por la diferencia en los valores de densidad. El agua de mar se infiltra en el suelo bajo la capa de agua dulce y penetra tierra adentro desde abajo, formando capas de diferente salinidad, llamada la zona de difusión (ver **Figura 1**). Si se pierde caudal

de agua dulce hacia el mar o si se pierde la energía con que llega el agua dulce hacia el mar, entonces el agua salada avanza por el suelo permeable hacia el continente. Es posible que por causas antropogénicas la carga hidráulica de agua dulce hacia la costa pueda desviarse. Esto se ocasiona por las medidas de prevención contra inundaciones en las ciudades construidas en las planicies costeras, al no dejar recargar los acuíferos superficiales estos pierden agua dulce. La población evita que sus casas se inunden y desvían los cursos hídricos naturales para evitar el acumulamiento del agua. Este desvío se realiza con la construcción de drenes, muros, bordos, compuertas, entre otros implementos. Además, que las calles y techos impiden la recarga del acuífero bajo del concreto [4]. Al verse alterado el curso normal de las corrientes de agua dulce hacia el mar, en estas zonas avanza la cuña salina.

Existe un equilibrio dinámico entre el agua dulce que llega a la costa y el agua salada que penetra por la parte de debajo de un acuífero, como se muestra en la **Figura 1**. Cuando los caudales son modificados por la disminución del gasto aguas arriba la interface agua dulce-salada o zona de difusión se amplía y penetra hacia el continente, esto tiende a alcanzar un nuevo equilibrio y el avance del agua salada llena los acuíferos libres cercanos a la costa. Cuando no hay suficiente agua dulce hacia el mar el proceso dinámico de la intrusión es continuo y, en un cierto momento, los pozos de extracción de agua dulce contribuyen a la intrusión salina. Los pozos de extracción de agua reducen aún más la capa de agua dulce y al paso del tiempo terminan extrayendo agua salada (**Figura 2**). Es recomendable prever la contaminación del agua dulce y mantener la interface lo más alejada del continente, formando un frente de agua dulce con carga hidráulica en los acuíferos

superficiales para evitar la penetración del agua salubre [5].

En un acuífero costero sin explotar, por lo general, existe un equilibrio dinámico entre el agua dulce del subsuelo que llega a la costa y el agua salada que penetra por abajo del agua dulce ( **Figura 1**). Si hay modificaciones de reducción de caudales de agua dulce al mar, entonces hay un proceso de penetración de la cuña salina.



**Figura 1.** Cuña salina y el frente de agua dulce.

El proceso de penetración de la cuña salina es un fenómeno continuo y lento hacia el continente [6]. Este proceso dinámico se manifiesta por la contaminación de los pozos alejados de la

costa con agua salada. En este trabajo, se propone dar seguimiento al Nivel de Aguas Freático (NAF) mediante una metodología apoyada en la creación de las curvas isopiezas, o curvas de igual nivel freático en regiones de Tabasco [7]. Si el NAF se abate, es inminente el avance de la cuña salina.

Existe otro fenómeno de contaminación de sales en los acuíferos. Es posible que lejos de la costa existan atrapados en el subsuelo mantos freáticos con agua salada o estrato que contenga sales. Al disminuir la capa de agua dulce, producto del bombeo, se produce un acercamiento, hacia la superficie de aguas contaminadas con sales, [8]. La penetración de salinidad hacia la superficie, facilitada por la extracción de agua dulce de los pozos, debe controlarse para evitar la contaminación por sales de los acuíferos de agua dulce.

La extracción de agua dulce de los pozos provoca un cono de avance de agua salina, como se muestra en la **Figura 2**.

En donde:

$d$ ; distancia desde la extracción del pozo al nivel freático.

$r$ ; radio de la distancia horizontal desde el centro del pozo.

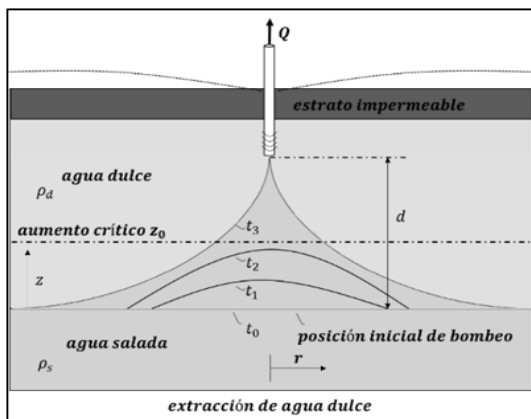
$t_n$ ; tiempo, desde el inicial  $t_0$  al final;

$\Pi_s$ ; densidad del agua salada.

$\Pi_d$ ; densidad del agua dulce.

$z$ ; profundidad.

$Q$ ; gasto extraído por bombeo.



**Figura 2.** Esquema de la elevación del frente agua dulce-salada en un pozo de bombeo.

La prevención de la contaminación por sales se puede contrarrestar conservando la capa superior de agua dulce y en los demás acuíferos confinados, pero además, que exista un caudal de agua dulce hacia el mar. Mediante un frente de agua dulce con carga hidráulica, o energía suficiente, se logra un frente de agua dulce contra el agua salada.

**Descripción de la problemática.** En

Tabasco, la mayoría de las obras civiles relacionadas con el manejo del agua han sido defensivas frente a las inundaciones. Por lo cual se han diseñado drenes para desalojar con rapidez el agua de lluvia y bordos a las márgenes de los ríos principales. Los drenes y bordos se utilizan para conducir el exceso de agua que pueden llevar los ríos en época de lluvias. Pero, se percibe que esta estrategia no ha tomado en consideración la penetración salina. La Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) [9] y el

Plan Hídrico Integral de Tabasco [10] no consideran dicha penetración; por otra parte, las instituciones han descuidado, o no han monitoreado, el avance y rastreo de la cuña salina y, por ende, no han generado suficientes datos para tener un seguimiento de la cuña.

En este documento se propone como objetivo una metodología que permita trazar las isopiezas por periodos de tiempo elegidos. Las isopiezas se representarán con los datos públicos con que se cuente.

Para obtener el objetivo se planteó: a) Determinar, con base en información básica, una base de datos del nivel freático de los pozos, b) Mostrar, mediante un proyecto en SIG, la ubicación de los pozos y c) ilustrar las líneas isopiezas en la zona de estudio.

## **METODOLOGÍA**

El estudio se realizó en el estado de Tabasco, México, con los datos de los pozos, desde 1990 al 2014. El dato que se utiliza es su Nivel de Aguas Freáticas (NAF). El estudio fue en el año de 2017, para esta fecha los organismos del estado de Tabasco no tenían suficiente información relacionada con los NAF de los pozos existentes, los pocos datos se obtuvieron de la Comisión Estatal del Agua de Tabasco. Sin embargo, contenía varios errores principalmente las coordenadas y nombres de los pozos en la zona estudio. Se corrigieron investigando por medio de Google las coordenadas y se visitaron algunos de los lugares de los pozos para obtener sus coordenadas.

La variable independiente o evaluada es el NAF, los datos se organizan en una base elaborada en una hoja de cálculo, donde los campos son: Número, Acuífero, Nombre, Municipio, Estado, UTM este x,



UTM norte y, Nivel Estático Negativo, Nivel Freático y Fecha. A continuación, se muestra la metodología por bloques (Figura 3). La descripción de los pasos es la siguiente:

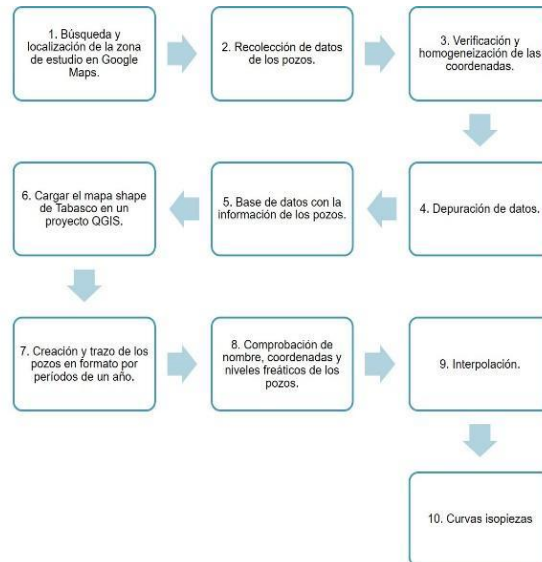
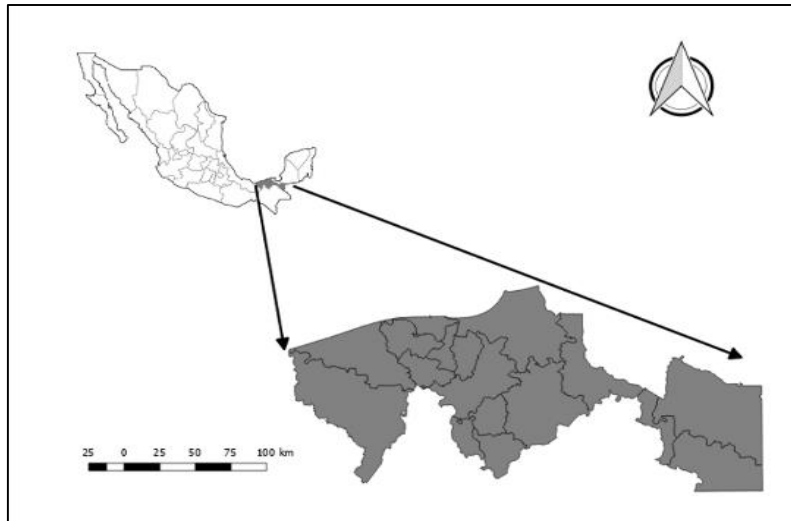


Figura 3. Diagrama de la metodología empleada y de la obtención de las curvas isopiezas.

**1) Búsqueda y localización de la zona de estudio en Google Maps.** La zona de estudio se ubica en el estado de Tabasco (Figura 4). Para tener un estudio más

detallado se localizaron fotografías por satélite o imágenes de mapas y se analizaron para tener una visión global de la zona de estudio.



**Figura 4.** Ubicación de los 17 municipios del estado de Tabasco (Elaboración propia con Datos del INEGI).

## 2) Recolección de datos de los pozos.

Se recabó la información pública de las instituciones que la generan. Estas instituciones son Comisión Nacional del Agua (CONAGUA Tabasco) y Servicio Estatal de Agua (SEAS). Al analizar la información esta era dispersa, poco fidedigna y sistematizada. La información recolectada se obtuvo, además de las instituciones mencionadas, de libretas de campo y de una recolección dispersa de diferentes usuarios de los pozos. Con base en esa información, se rectificó la ubicación de los pozos. También el nombre de algunos pozos se modificaba

con los años, por lo que se les asignó un solo nombre y una sola coordenada: todo ello con base en investigación de campo y de gabinete. Por el momento los departamentos de aguas subterráneas de CONAGUA y SEAS aun no tienen sistematizados sus valores. Los datos inician desde hace dos décadas. En aquellos años no se contaba con las tecnologías para una medición de niveles freáticos con base en una sola referencia y ubicación espacial. No se capturaba la información en una base de datos.

El registro que llevan las instituciones mencionadas es para saber el consumo

de agua potable que pueden extraer los usuarios; por lo que no se dispone de información del acuífero con registros ordenados. La dependencia del gobierno del estado de Tabasco cuenta con una página en internet de la cual se puede descargar, de manera gratuita, la información relevante de los pozos que se encuentran registrados oficialmente, al igual que saber su localización, el tipo de subcuenca, el tipo de acuífero al que pertenecen y para qué tipo de consumo ocupan el agua potable, sin embargo, no muestran los valores de los niveles freáticos a través de los años. Esta información, poco precisa, se sometió a análisis para verificar o hacer las correcciones pertinentes.

**3). Verificación y homogeneización de las coordenadas.** El archivo, obtenido de la internet, KMZ (del acrónimo en inglés *Keyhole Markup Language*), ofrece información de los pozos, sin embargo,

esta información no es totalmente cierta [11]. Algunos pozos tienen errores como: coordenadas inexactas. En algunos casos los nombres se modificaban con el tiempo, en otros las citas del municipio al que pertenece el pozo también son incorrectos y otros casos más. Para corregir la información se necesita comprobar que los datos se encuentren localizados en el municipio correspondiente y que las coordenadas sean del pozo que se menciona. La información se verificó comparando la ubicación en Google y su entorno; así como las páginas de internet [12] y [13].

**4) Depuración de datos.** Una vez que se comprobó con Google Earth las coordenadas y su ubicación, en el municipio y localidad citada, se pasó a comprobar su existencia en la base de datos de los pozos registrados ante Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), y asignarles un solo nombre a pozos con

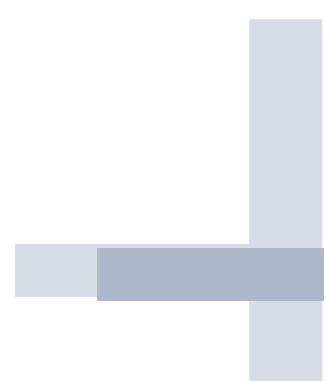
dos o más nombres; una vez verificada la información se eliminaron aquellos datos que no se pudieron comprobar.

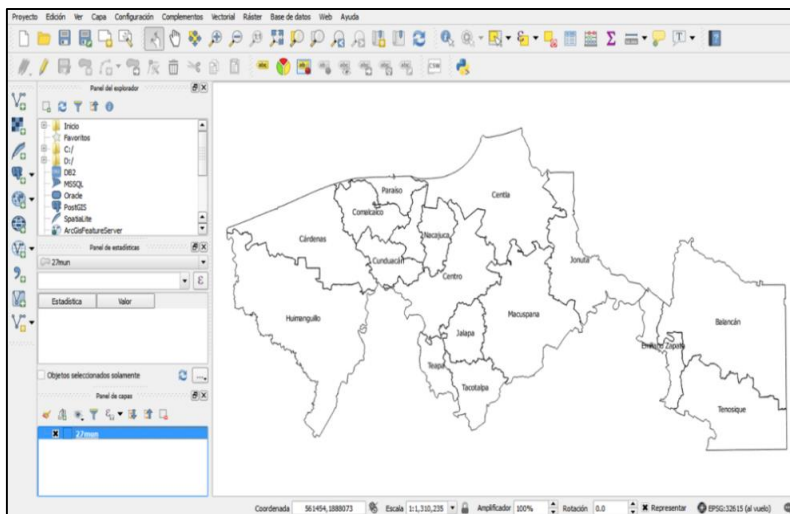
### **5) Base de datos con la información de**

**los pozos.** Una nueva base de datos se creó al comprobar las coordenadas y los concentrados de los niveles freáticos de varias fechas, posteriormente se agruparon por años, es decir; el registro de cada año tendrá el promedio del NAF por cada uno de los pozos. Los valores de medición del NAF se consideran negativos, pues estos representan los niveles de la profundidad del agua desde la superficie.

**6) Cargar el mapa *shape* de Tabasco en un proyecto QGIS.** Para trazar las curvas

isopiezas se utiliza el software que gestione la información geográfica. El programa QGIS versión 2.18, anteriormente llamado Quantum GIS, es un Sistema de Información Geográfica de código libre que soporta numerosos formatos y funcionalidades de datos vector, datos ráster y bases de datos. Para empezar a cargar el mapa *shape* se inicia la verificación del Sistema de Referencia de Coordenadas (SRC). Para este caso el sistema de referencia de las coordenadas son las siguientes; WGS 84/ UTM ZONA 15N con EPSG 32615. Esta zona es la referenciada en el portal de INEGI [14], se añade la capa vectorial del Estado, como se muestra en la **Figura 5**.





**Figura 5.** Carga de archivo *shape* del estado de Tabasco.

**7) Creación y trazo de los pozos en formato por periodos de un año.** Al proyecto iniciado en QGIS se le añade la base de datos que contiene los pozos georeferenciados con sus respectivos NAF en formato CSV. El formato de archivos CSV (del inglés *comma-separated values*) son un tipo de documento en formato abierto sencillo para representar datos en forma de tabla.

**8) Comprobación de nombre, coordenadas y niveles freáticos de los pozos.** Se verifica, en forma visual, que no existan incoherencias en la información,

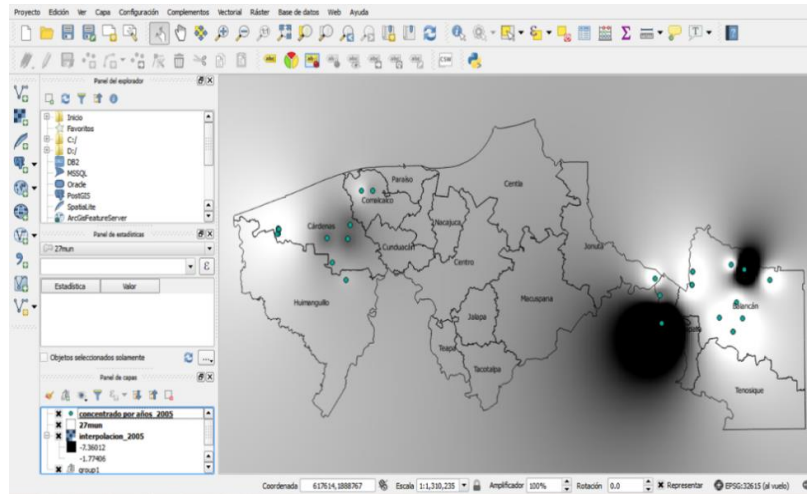
visualizando en el shape los pozos y sus tablas de atributos.

## RESULTADOS

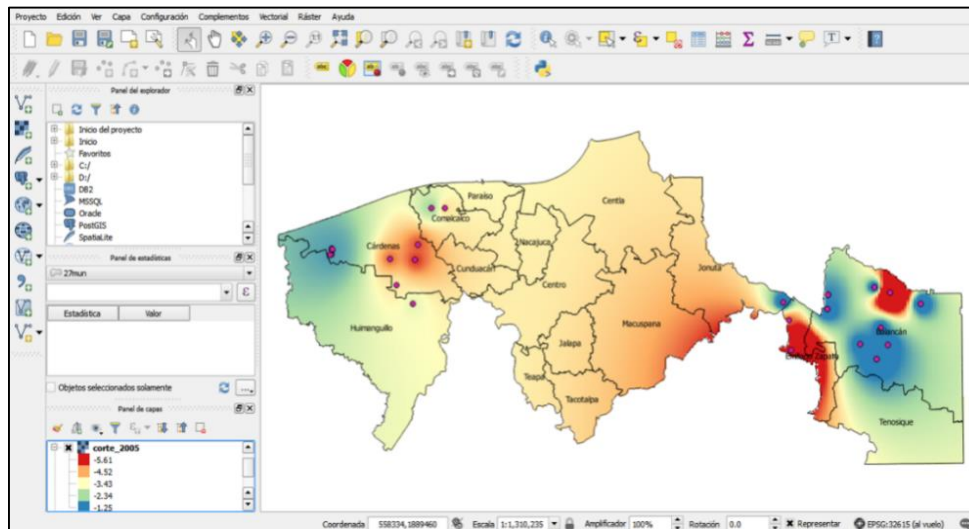
**9) Interpolación.** Se procede a la interpolación de los Niveles de Aguas Freáticas (NAF) con el método de distancia inversa ponderada (IDW por las siglas en ingles) y se guarda el archivo generado. En la **Figura 6** se observa la interpolación reflejada en una degradación de color en gama de grises. Esta degradación indica que entre más claro el color, el nivel freático es menor en la zona y entre más oscuro es mayor la profundidad del nivel freático en la zona.

Los valores son negativos y consideran la profundidad a partir del nivel del suelo. Para hacer más claro la interpolación se efectúa un recorte donde se muestre solo la interpolación del estado (Figura 7). Para

mejorar la imagen se modificaron los colores de tonos de grises de la Figura 6 a una gama de colores, tal como se muestra en la **Figura 7**.



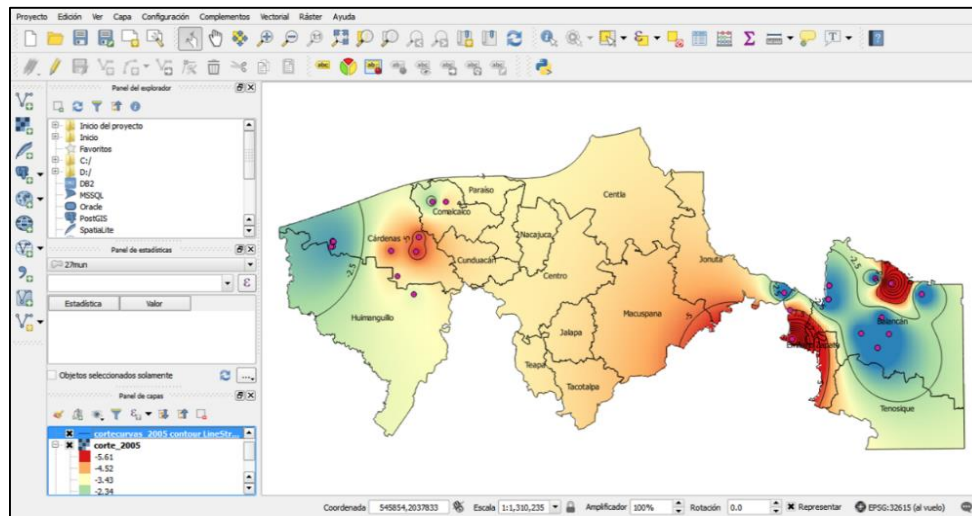
**Figura 6.** Vista de interpolación realizada con el Método IDW.



**Figura 7.** Corte de la capa interpolación.

**10) Curvas isopiezas.** Para crear las “Curvas de nivel”. Mediante un proceso se generan las curvas isopiezas, estas varían

dependiendo del valor que se desee ingresar, el rango que se usa es de 2.5 para no saturar de curvas y que estas se puedan apreciar mejor en la imagen, como se puede ver en la **Figura 8**.



**Figura 8.** Curvas isopiezas.

Con los datos de la base se obtuvieron imágenes de las isopiezas, a estas imágenes generadas en GIS se les conoce como raster. Se obtuvieron los rasters de cada uno de los años a partir de 1990 hasta 2014. A continuación, se

muestra el raster con las isopiezas en el año 2010. Los valores mostrados en la **Figura 9** abarcan los acuíferos de: Los Ríos, Huimanguillo, La Chontapa, Centla y La Sierra.





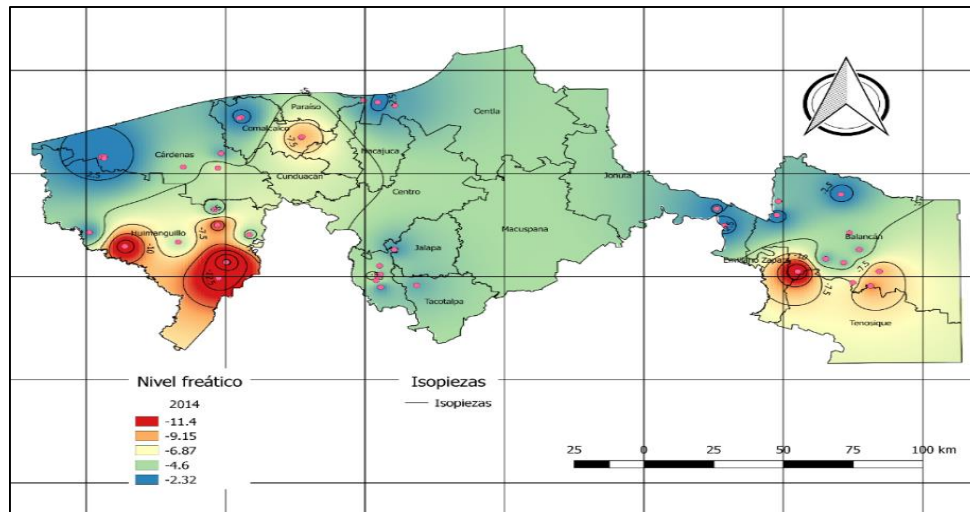


Figura 10. Isopiezas del año 2014.

## CONCLUSIONES

De la comparación de la Figura 9 y la Figura 10 se observa una profundización generalizada del NAF. Se revisaron los años intermedios entre 2010 y 2014 y, en términos generales, se abatió el NAF en diferentes puntos. Las causas pueden ser la extracción de agua en algunos pozos sin permitir o superar la recarga y el incremento del número de pozos, pero también una menor recarga del acuífero superficial. Otra posible causa es la desecación de la planicie, es decir, que al evitar la inundación, por obras contra

inundación, con los años se ocasiona un abatimiento del NAF. La recarga de un acuífero requiere de varios años pues el agua se filtra en el suelo muy lento.

Del estudio realizado de los NAF se estima la necesidad de hacer el seguimiento de la extracción del agua de pozos, principalmente cercano a la costa. Muchas empresas agrícolas, ganaderas y de extracción del petróleo utilizan el agua de los pozos, disminuyen la cantidad de agua del manto superficial y permiten el avance de la cuña salina. Una posible solución es utilizar canales de cielo abierto para

conducir el agua en donde se necesite. Este tipo de suministro de agua es muy utilizado en Holanda, su implementación evita la penetración de cuña salina, y como el canal se construye con pendiente casi nula, en ciertas zonas el canal se eleva un poco por encima del terreno, motivo por el cual los productores no requieren de bombeo para utilizar el agua, ellos la suministran por gravedad mediante tubos.

## REFERENCIAS

- [1] CONAGUA (2014), «Comisión Nacional del Agua. Acciones y Programas. Disponibilidad por Acuíferos.» [En línea]. Available: <https://www.gob.mx/conagua/acciones-y-programas/tabasco-74832>. [Último acceso: 27 Junio 2017].
- [2] G. De-la-Lanza-Espino, M. A. Ortiz-Pérez y J. L. Carbajal-Pérez, «Diferenciación hidrogeomorfológica de los ambientes costeros del Pacífico, del Golfo de México y del Mar Caribe,» *Investigaciones Geográficas*, n° 81, 33-50, (2013).
- [3] M. Domínguez-Domínguez, J. Zavala-Cruz y P. Martínez-Zurimendi, Manejo forestal sustentable de los manglares de Tabasco. Secretaría de Recursos Naturales y Protección Ambiental. Colegio de Postgraduados., Villahermosa, Tabasco, México: Colección Bicentenario: José Narciso Roviroso, (2011).
- [4] M. E. Molina y C. Espinoza, «ESTUDIO DE INTRUSIÓN SALINA EN ACUÍFEROS COSTEROS: Sector Costa Quebrada Los Choros, IV REGIÓN.,» Chile, (2005).
- [5] J. A. López-Geta y J. D. Gómez-Gómez, «La intrusión marina y su incidencia en los acuíferos españoles,» *Enseñanza de las ciencias de la tierra: Revista de la Asociación Española para la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra.*, vol. 15, n° 3, 266-273, (2007).
- [6] A. Carrascos-Cantos, HIDROGEOLOGIA DEL CAMPO DE NIJAR Y ACUIFEROS "MARGINALES" (ALMERIA), Granada.: Adaro de Investigaciones Mineras, S.A. , (1988).
- [7] M. Auge, «Agua Subterránea Deterioro de Calidad y Reserva.» Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Buenos Aires., (2006).
- [8] E. J. Tarbuck y F. K. Lutgens, Ciencias de la Tierra. Una intruducción a la geología física, Madrid.: PEARSON EDUCACIÓN S. A., (2005).

- [9] CONAGUA, Proyecto integral para la protección contra inundaciones de la planicie de los ríos Grijalva y Usumacinta, Tabasco: Comisión Nacional del Agua, (2003-2008).
- [10] CONAGUA, Plan Hídrico Integral de Tabasco., Villahermosa, Tabasco: Comisión Nacional del Agua, (2008).
- [11] CONAGUA, (2015). [En línea]. Available:  
<http://siga.conagua.gob.mx/repda/menu/framekmz.htm>. [Último acceso: 10 julio 2017].
- [12] Dices.net, «Directorio Cartográfico de España y América,» (1998-2018). [En línea]. Available:  
<https://www.dices.net/>. [Último acceso: 1 agosto 2017].
- [13] SEDESOL, «Secretaría de Desarrollo Social. Catálogo de Localidades,» (2013). [En línea]. Available:  
<http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/Default.aspx>. [Último acceso: 25 agosto 2017].
- [14] INEGI, «Instituto Nacional de Estadística y Geografía,» (2016). [En línea]. Available:  
<http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/topografia/default.aspx>. [Último acceso: 22 octubre 2017].

