

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS

FACULTAD DE INGENIERÍA

MEMORIA DE SERVICIO SOCIAL

TRAZO DE FLUJO SUBTERRÁNEO EN LA ZONA SUR DE TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS, MÉXICO.

PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO EN TOPÓGRAFIA E HIDRÓLOGIA

PRESENTA

FREDERIC ORBELÍN JUÁREZ SOLÍS

DIRECTOR DE INFORME

DR. MAURO MORENO CORZO

CODIRECTOR

MTRO. BENITO JAVIER VILLANUEVA DOMÍNGUEZ

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

Noviembre 2023





UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS
SECRETARÍA GENERAL
DIRECCIÓN DE SERVICIOS ESCOLARES
DEPARTAMENTO DE CERTIFICACIÓN ESCOLAR
AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas
18 de agosto de 2023

C. Frederic Orbelín Juárez Solís

Pasante del Programa Educativo de: Ingeniería en Topografía e Hidrología

Realizado el análisis y revisión correspondiente a su trabajo recepcional denominado:
Trazo de flujo subterráneo en la zona Sur de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México

En la modalidad de: Servicio Social

Nos permitimos hacer de su conocimiento que esta Comisión Revisora considera que dicho documento reúne los requisitos y méritos necesarios para que proceda a la impresión correspondiente, y de esta manera se encuentre en condiciones de proceder con el trámite que le permita sustentar su Examen Profesional.

ATENTAMENTE

Revisores

Dr. José Fermín Molina Molina

Dr. Jorge Antonio Paz Tenorio

Dr. Mauro Moreno Corzo

Firmas:

[Firma]
[Firma]

C.c.p. Expediente

AGRADECIMIENTO

AGRADEZCO A DIOS POR BENDECIRME DÍA CON DÍA, POR GUIARME A LO LARGO DE MI EXISTENCIA, SER EL APOYO Y FORTALEZA EN AQUELLOS MOMENTOS DE DIFICULTAD Y DE DEBILIDAD.

A MIS PADRES, JOSÉ ORBELÍN JUÁREZ JIMENES Y GLADIS SOLÍS PALACIOS, POR SU AMOR, TRABAJO Y SACRIFICIO EN TODOS ESTOS AÑOS, POR SER LOS PRINCIPALES PROMOTORES DE NUESTROS SUEÑOS, POR CONFIAR Y CREER EN MIS EXPECTATIVAS, POR LOS CONSEJOS, VALORES Y PRINCIPIOS QUE NOS HAN INCULCADO, GRACIAS A USTEDES HEMOS LOGRADO LLEGAR HASTA AQUÍ Y CONVERTIRNOS EN LO QUE SOMOS. HA SIDO EL ORGULLO Y EL PRIVILEGIO DE SER SU HIJO, SON LOS MEJORES PADRES.

A MI HERMANA CITLALI NADHXIELY JUÁREZ SOLÍS POR ESTAR SIEMPRE PRESENTE, ACOMPAÑÁNDOME EN TODO MOMENTO Y POR EL APOYO MORAL, QUE ME BRINDO A LO LARGO DE ESTA ETAPA DE MI VIDA.

AGRADEZCO A TODOS LOS AMIGOS Y FAMILIARES QUE ME ACONSEJARON Y ME BRINDARON SU APOYO INCONDICIONAL EN TODO MOMENTO. A TODAS LAS PERSONAS QUE ME HAN APOYADO Y HAN HECHO QUE EL TRABAJO SE REALICE CON ÉXITO EN ESPECIAL A AQUELLOS QUE NOS ABRIERON LAS PUERTAS Y COMPARTIERON SUS CONOCIMIENTOS.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	6
2. ANTECEDENTES	7
3. OBJETIVOS	9
3.1 GENERAL	9
3.2 ESPECÍFICOS	9
4. JUSTIFICACIÓN	9
5. ASPECTOS DE LA ZONA DE ESTUDIO	10
5.1 FISIOGRAFÍA	13
5.2 CLIMATOLOGÍA	14
5.3 USO DE SUELO	16
5.4 GEOHIDROLOGÍA	20
5.5 HIDROLOGÍA	20
6. MARCO TEÓRICO METODOLÓGICO	23

6.1 DESCRIPCIÓN DE LAS FUNCIONES ESPECÍFICAS Y GLOBALES

DESARROLLADAS.....	23
6.2 TRABAJO DE GABINETE.....	31
6.2.1 TRABAJO DE CAMPO.....	38
6.3 CÁLCULO DE NIVEL PIEZOMÉTRICO	46
6.4 TRAZO DE LA DIRECCION DE FLUJO SUBTERRANEO.....	49
6.5 ANÁLISIS DE LA DIRECCIÓN DE FLUJO	50
7. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS OBTENIDOS	53
8. RECOMENDACIONES	55
9. ANEXOS	56
10. REFERENCIAS DOCUMENTALES	68

1. INTRODUCCIÓN

El agua en la Tierra puede almacenar en cualquiera de los siguientes depósitos principales: atmósfera, océanos, lagos, ríos, suelos, glaciares, campos de nieve y aguas subterráneas. El agua se mueve de un depósito a otro a través de procesos como evaporación, condensación, precipitación, deposición, escorrentía, infiltración, sublimación, transpiración, fusión y flujo de agua subterránea. (Ordoñez, 2011).

Este documento es el resultado de la investigación de trazo del flujo subterráneo en la zona de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, surge a partir de diversas interrogantes relacionadas con el comportamiento del agua subterránea en las diferentes localidades del área de estudio. Esta se encuentra en la zona sur de Tuxtla Gutiérrez y una meseta en las que el agua superficial es escasa.

Basado en la recopilación de información de pozos como lo son localización y nivel freático de los rasgos antes mencionados. Para la creación de mapas de isopiezas y trazar el flujo subterráneo de la zona, lo cual permitirá a la población tomar decisiones sobre el aprovechamiento del agua.

El objetivo principal de este documento es la interpretación y caracterización de la dirección del flujo subterráneo en la zona sur de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Comprendiendo que como resultado final se obtuvo un mapa del flujo subterráneo de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas en donde se muestran específicamente las zonas de carga y descargas, además de los diversos pozos y manantiales encontrados en las visitas de campo.

2. ANTECEDENTES

- “Modelo conceptual de flujo de agua subterránea en la Subcuenca II, Cuenca Sur del Lago de Managua”. 2020.. Ubicado en Nicaragua.

Para este trabajo investigativo se tomó como fuente primordial la recopilación de información geológica, hidráulica, hidrogeología e hidroquímica del área, lo cual permitió establecer un modelo hidrogeológico para el área de estudio. No obstante, la aplicación del método electromagnético, en campo, de exploración geofísica para aguas subterráneas, permitió fundamentar los datos obtenidos para dicho modelo.

Mediante la correlación de los diferentes paquetes litológicos encontrados en cada uno de los pozos ubicados dentro del área delimitada, sean de origen: lacustres o aluviales, piroclásticos de caída, de flujos y lavas, se presentan 5 características de depósitos respecto a la distinción de estos materiales, los cuales conforman las principales unidades hidrogeológicas por las que se mueve el flujo subterráneo dentro de la Subcuenca II. Así mismo, se reconocen las profundidades y la dirección en que se dan estos flujos.

Resultados: Se logró diseñar un modelo hidrogeológico 3D, en el cual se muestra una representación de la disposición en que se pueden encontrar estas unidades hidrogeológicas y la manera en que se dan los flujos subterráneos dentro de la Subcuenca II, Cuenca Sur del lago de Managua. (Sánchez Alemán. E. J., 2020)

- Determinación de los sistemas de flujo del agua subterránea y caracterización de sus componentes en regiones desérticas: el caso de Loreto, Baja California Sur. 2011. La Paz Baja California Sur.

Según (González Abraham. A., 2011) se hizo una selección previa de los pozos y manantiales a muestrear tomando en cuenta, para el caso de los pozos y norias, los datos de propietario y su uso. Dicha información se obtuvo del informe final de la Actualización Geo hidrológica de los acuíferos de San Juan B. London y Loreto, BCS (CONAGUA, 2006). Posteriormente, para la ubicación de la toma de muestras, los pozos y manantiales se ubica

en un mapa y las coordenadas fueron ingresadas en un navegador GPS marca GARMIN (Proyección: WGS 1984). Para la ubicación de la toma de muestras. Para identificar cuáles serían los pozos a muestrear se recurrió a los análisis previos realizados por CONAGUA (2006). Aquellos que en los resultados fisicoquímicos del agua mostraran temperaturas elevadas, concentraciones anómalas de STD y As serían los que de primera instancia se tomaría la muestra. Por otro lado, se buscaron aquellos que surten a los centros urbanos del municipio.

En ocasiones fue necesario aplicar el criterio personal en la selección de muestras de agua de los pozos ya que en algunos casos no pude tomarse la muestra debido a que no estaba encendido el pozo o ya no estaba en funcionamiento. En el caso de los manantiales se realizó la comunicación personal con los lugareños para ubicar los ojos de agua que surten a los arroyos.

- Detección de la trayectoria del agua subterránea en la zona carstica Meseta de Copoya, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.2008

Según en el artículo presentado por (López de Paz, 2008), se realizó un levantamiento topográfico subterráneo en el que se determinó la dirección de la cueva CERRO-HUECO (planta, perfil y secciones transversales), e identifiqué sus formaciones internas existentes.

Relacionaron las fracturas y fallas superficiales que permitieron conocer la circulación y distribución del agua en el subsuelo.

Resultados: La circulación del agua subterránea es la misma que la caverna que explorada la dirección es de Noreste a Sureste.

3. OBJETIVOS

3.1 GENERAL

Trazar el flujo subterráneo en la zona sur de la Ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

3.2 ESPECÍFICOS

1. Planificar la búsqueda de pozos de la zona sur de la Ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.
2. Realizar la visita en campo de los pozos y recolectar los datos necesarios para la realización de la cartografía.
3. Identificar las áreas de recarga y descarga, utilizando las isolíneas trazadas.

4. JUSTIFICACIÓN

La presente investigación se enfocará en el estudio de pozos dados de alta en REPDA, (Registro Público de Derechos de Agua) de la zona sur de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, con el fin de crear un mapa de la red de flujo subterráneo el cual nos permitirá identificar los lugares con mayor posibilidad en donde se podrá realizar la excavación para alumbramiento de agua, con ello se obtendrá un beneficio hacia el usuario que económicamente se evitará gastos innecesarios en el pago por métodos empíricos para dichas localizaciones, que no garantizan el resultado, además (Sahuquillo,2009) menciona que el costo del agua subterránea es pequeño comparado con el desarrollo de embalses y canales, puede utilizarse en las proximidades del punto de extracción, y supone un seguro contra las sequías al tener la mayoría de los acuíferos o un almacenamiento de agua.

La escasez de agua es un problema común que se presenta en temporadas de sequía que afecta directamente a la población; (Sahuquillo,2009) mencionan “que el almacenamiento de los acuíferos proporciona una mayor seguridad en época de sequías, utilizando aguas subterráneas o haciéndolo conjuntamente con las superficiales”, con la realización de esta investigación se pretende brindar información para que la población de la

zona tenga a donde recurrir cuando se presente la escasez de agua y cuente con una fuente segura de abastecimiento, CONAGUA (2020) realizó la investigación para la “Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Tuxtla (0703), estado de Chiapas”, en el cual menciona que existe una recarga media anual de 240.6 millones de m³ y el volumen de extracción de aguas subterráneas es de 49.065775 millones de m³ anuales y se cuenta con un volumen disponible de agua subterránea de 191.534225 millones de m³/año, por ello la presente investigación pretende que mediante este mapa de red de flujo se obtenga información básica sobre el movimiento y comportamiento del agua subterránea (dirección de flujo, ubicación de zonas de recarga y descarga) para la protección del acuífero ya que los vertidos contaminantes o acumulación de desechos pueden llegar a contaminar sus aguas y así se brinde información a la población para tomar decisiones acertadas cuando desean realizar una excavación en busca de agua subterránea y que esta sea de manera efectiva.

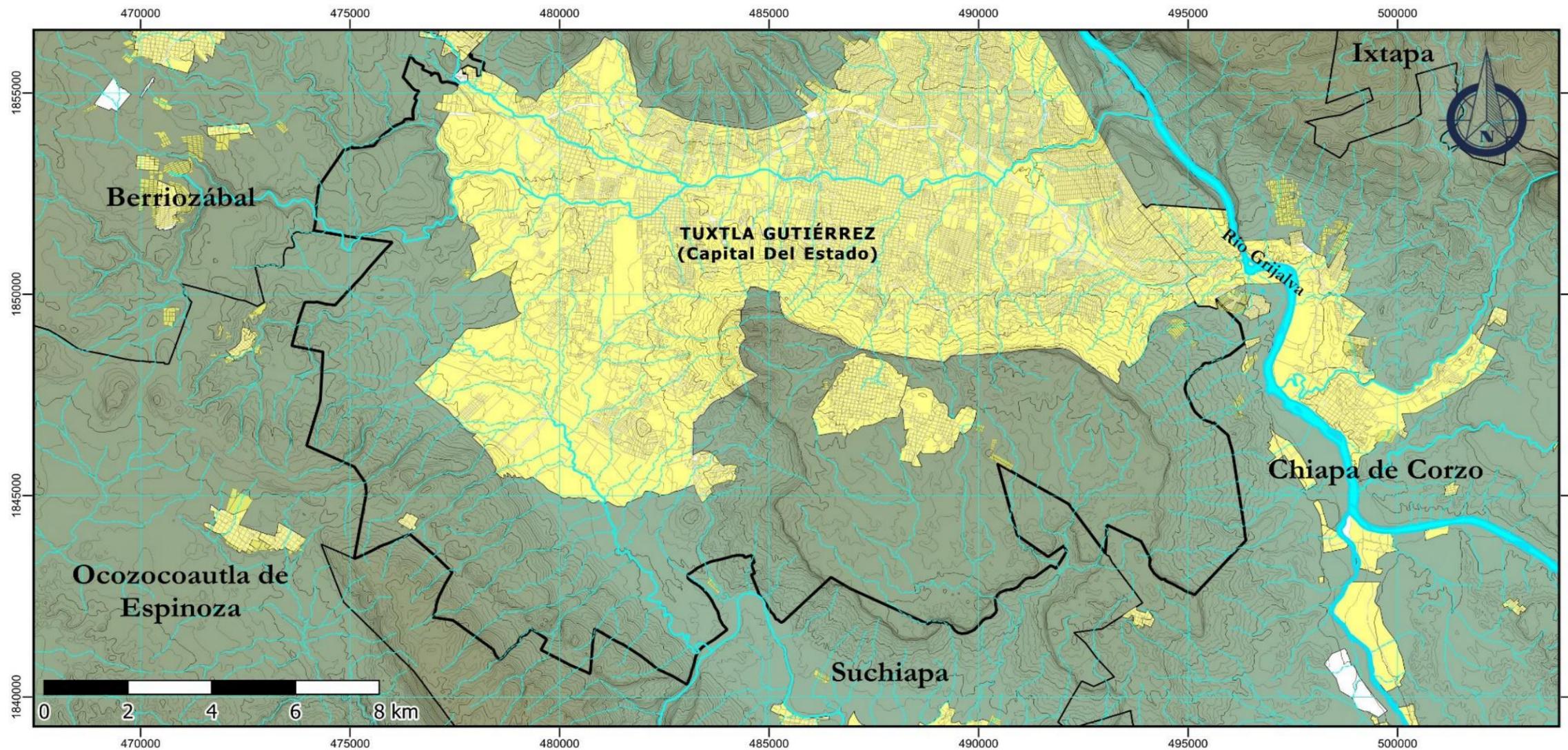
5. ASPECTOS DE LA ZONA DE ESTUDIO

Tuxtla Gutiérrez Chiapas se encuentra en la región socioeconómica-metropolitana, colinda al Norte con el municipio de San Fernando y Usumacinta, al Este con Chiapa de Corzo, al Sur con Suchiapa y al Oeste con Ocozocoautla de Espinosa y Berriozábal.

El municipio de Tuxtla Gutiérrez está ubicado en la Depresión Central del estado de Chiapas presentando relieve montañoso al norte y al sur. Su extensión territorial es de 412.40 km², lo que representa el 3.26 % de la región Centro y el 0.55% de la superficie estatal. El municipio limita al norte con los municipios de San Fernando y Osumacinta, al este con Chiapa de Corzo, al sur con Suchiapa y al oeste con Ocozocoautla y Berriozábal. La cabecera municipal es a su vez la capital del estado y lugar central de la región Centro como hemos señalado y se ubica en un valle de laderas tendidas. (SEDESOL, 2016)

Tuxtla Gutiérrez fue fundada por los indios zoques con el nombre de Coyatoc "lugar, casa o tierra de conejos". El nombre actual se deriva del náhuatl.

En 1486 y 1505, los aztecas invadieron la región, destruyeron Coyatoc y le nombraron Tochtlán, que significa lo mismo; más tarde los españoles castellanizaron este nombre llamándolo Tuxtla. En 1748 ya aparece como San Marcos Tuxtla; en 1768 fue asiento de la segunda alcaldía mayor de Chiapas; el 29 de octubre de 1813, las cortes de Cádiz, España, elevan a la categoría de villa al pueblo de Tuxtla; el 27 de julio de 1829, es elevada al rango de ciudad por el Gobernador interino Emeterio Pineda; en 1837, Tuxtla, en la división del Estado, queda como cabecera del distrito del Oeste; el 31 de mayo de 1848, se le agrega al nombre de Tuxtla el apellido de Gutiérrez en honor a don Joaquín Miguel Gutiérrez, ilustre federalista; el 11 de agosto de 1892, se declara a Tuxtla Gutiérrez sede de los poderes públicos de Chiapas; en 1925 durante el gobierno de Carlos A. Vidal, desaparece el Ayuntamiento, quedando sujeto a una sección del gobierno. (Cortez et al.,2018) (Mapa 1)



UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

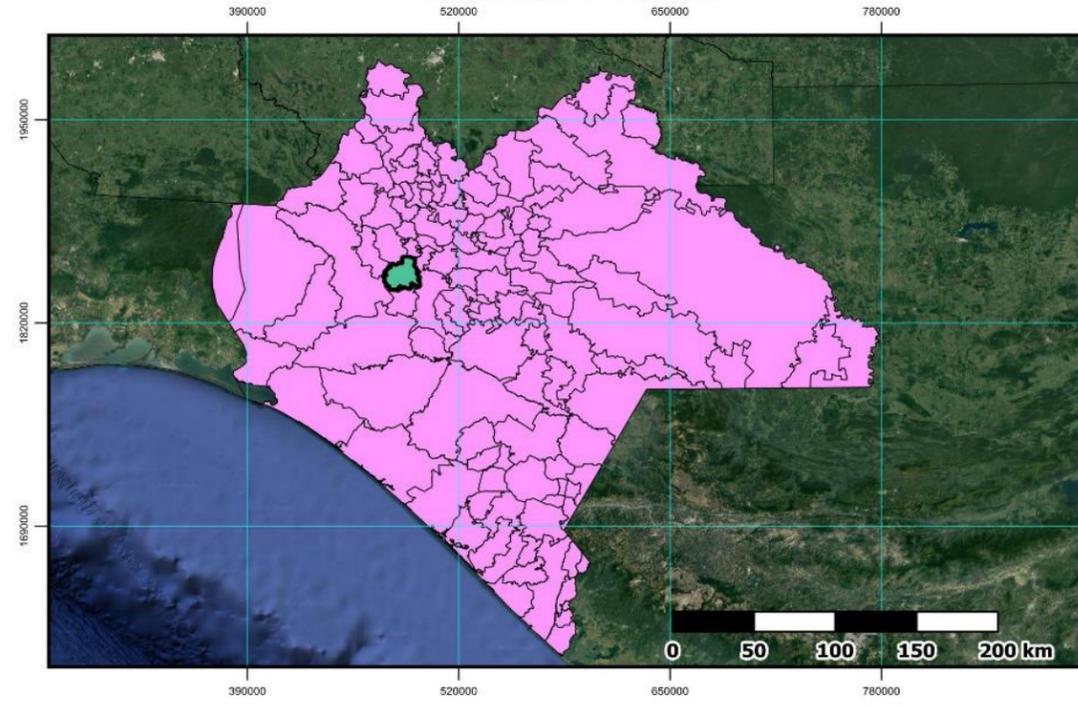
Sistema de Coordenadas: WGS 1984 UTM Zona 15Q
 Proyección: Transversal de Mercator
 Datum: WGS 1984
 Cuadrícula: UTM a cada 5 Km

ESCALA 1:115000

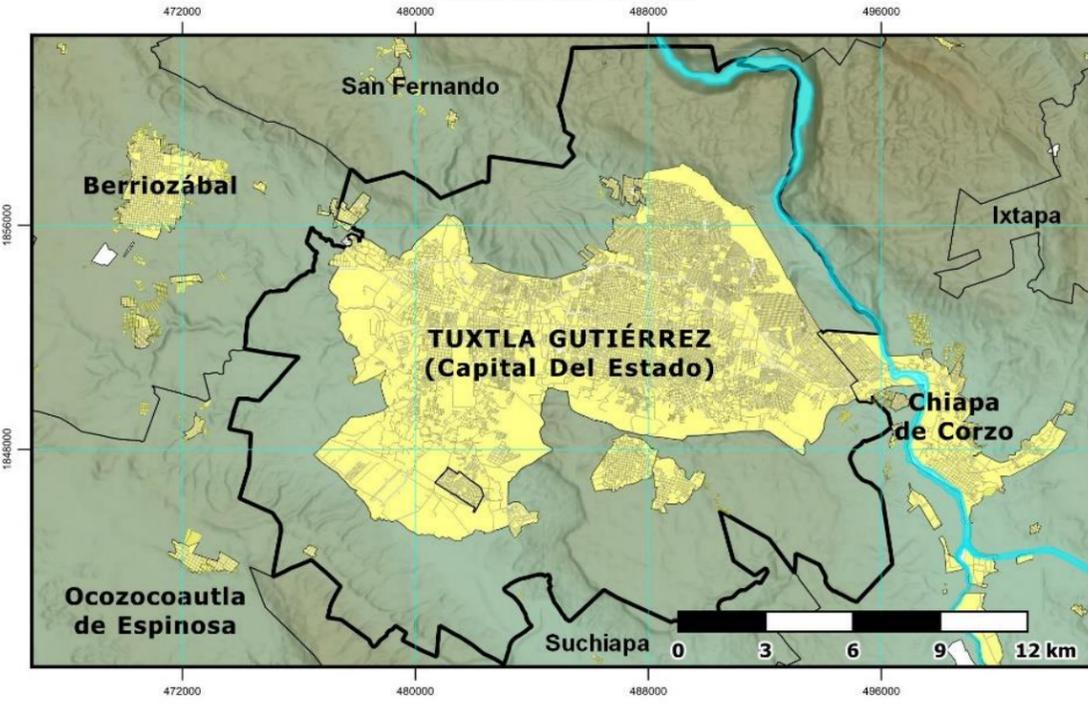
MAPA ELABORADO POR EL ALUMNO

FREDERIC ORBELÍN JUÁREZ SOLÍS

Ubicación Nacional



Ubicación Estatal



Fuentes

GEOWEB CHIAPAS (2020) Modelo Digital de Elevación de Alta resolución.
 INEGI (2019) Conjunto de Datos Vectoriales de Información Topográfica E15C59 (Chicoasén) Escala 1:50000.
 INEGI (2019) Conjunto de Datos Vectoriales de Información Topográfica E15C69 (Tuxtla Gutiérrez) Escala 1:50000.
 INEGI (2019) Red Hidrográfica Escala 1:50000.
 Juárez Solís, F.O. (2022) Mapa de Ubicación de la zona de estudio del Municipio de Tuxtla Gutiérrez.



Mapa 1: Ubicación de la zona de estudio, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

5.1 FISIOGRAFÍA

Según De La Rosa (1989) los diferentes tipos de relieve existentes en el estado se encuentra a su vez alojados en las zonas que se describen a continuación y que aproximadamente son franjas paralelas a la costa pacífica y que del pacífico al golfo son: planicie costera del pacífico, sierra madre de Chiapas, depresión central, meseta central, montañas del oriente, montañas del norte y planicie costera del golfo.

El municipio de Tuxtla Gutiérrez está ubicado en la Depresión Central de Chiapas. Fisiográficamente está compuesta por el Valle de Tuxtla y zonas de relieve montañoso tanto al sur como al norte del municipio: la mesa de Copoya con la eminencia del cerro Mactumatzá y la Mesa de las Ánimas que bordea el Cañón del Sumidero. El valle comienza en la frontera con el municipio conurbado de Berriozábal y avanza hasta terminar en las riberas del Río Grande. La altitud del valle oscila entre 520 y 600 msnm. (CONAGUA, 2015)

Depresión central.

La provincia fisiográfica que se encuentra al norte de la región anteriormente descrita es la Depresión Central, también conocida en algunos textos como Valle Central de Chiapas. Esta región es paralela a la Sierra Madre, está orientada al noroeste-sureste y cuenta dentro del estado con una longitud de 280 km. La anchura es de 30 km en el sureste, aumentando a 55 km en el noroeste para disminuir a 25 y hasta 20 km en la zona de Cintalapa contando con una superficie de 9000 km². En el sureste la altitud es hasta 700 m y hacia el noroeste descende hasta los 500 msnm, formando valles amplios tales como el del Alto Grijalva en rocas calcáreas y arcillosas.

Dado que los vientos alisios se ven atajados por las montañas del Norte y la meseta central y que los vientos húmedos del Pacífico se detienen en la Sierra Madre, la depresión central cuenta con un clima tropical seco y su vegetación se halla constituida por manchas de bosque, alternadas con extensas sabanas provistas de arbustos y árboles, y en algunas partes existen plantas xerófitas. Lo anterior origina que los suelos en la zona sean de poco espesor y estén formados por tierras de poco carbonato de calcio, arcilla y arena, existiendo sólo en algunas partes suelos vegetales negros (chernozem).

En esta región es donde se registran las menores precipitaciones pluviales del estado. En algunos lados hasta de menos de 1000 mm anuales y, como la evaporación siempre supera la precipitación, es en ella en donde han detectado las temperaturas más altas de Chiapas. En esta región Fisiográfica se localiza la capital del Estado, la ciudad de Tuxtla Gutiérrez. (De La Rosa Z, J.L, 1989).

5.2 CLIMATOLOGÍA

Geográficamente el estado de Chiapas queda comprendido dentro de la zona tropical, presentando de acuerdo con su configuración orográfica una gran variedad de climas que van desde el templado subhúmedo a cálido húmedo con lluvias registradas en todo el año.

El clima predominante según García (2004) es cálido subhúmedo con lluvias en verano. Aw0(w) cálido subhúmedo con lluvias en verano que abarca el 99.92% y A(C)w0(w) semicálido subhúmedo con lluvias en verano que ocupa el 0.08% de la superficie municipal. En los meses de mayo a octubre, la temperatura mínima promedio va de los 15°C a los 22.5°C, mientras que la máxima promedio oscila entre 27°C y 34.5°C. En el periodo de noviembre a abril, la temperatura mínima promedio va de 12°C a 18°C, y la máxima promedio fluctúa entre 24°C y 33°C y una marcha de la temperatura tipo Ganges, con presencia de canícula. En los meses de mayo a octubre, la precipitación media fluctúa entre los 900 mm y los 1200 mm, y en el periodo de noviembre a abril, la precipitación media va de los 25 mm a 200 m.

Es necesario destacar que las lluvias posteriores a la canícula (agosto a octubre) son de mayor intensidad, e históricamente son las que han provocado inundaciones en las partes cercanas al río Sabinal e incidiendo en los procesos de remoción en masa en la zona sur de Tuxtla Gutiérrez. Las lluvias intensas se consideran factor detonante de los movimientos. En el período noviembre - abril, en esta zona se tienen registros de precipitaciones inferiores a 50 mm, siendo menos de 29 días en los que se presenta lluvia apreciable, efecto de los nortes que se desplazan por el Golfo de México. La temperatura media es de 29°C. (Paz Tenorio, J. A. Et al., 2017)

De acuerdo con la información climática de (CONAGUA, 2022) disponible, cada año se observa el fenómeno climático de la canícula, que se caracteriza por una disminución en la cantidad de lluvias, calentamiento del aire y cielo despejado entre los meses de julio y agosto, especialmente en las regiones del centro, oriente y sur de México.

Conforme a los pronósticos del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), de la Comisión Nacional del Agua (Conagua), se prevé que para este 2022, la canícula podría presentarse en estados del noreste, en el pacífico en costas de Chiapas, Guerrero, Michoacán y Oaxaca, y con menor intensidad en estados del centro como la Ciudad de México, Estado de México, Guanajuato, Hidalgo, Morelos, Puebla, Querétaro y Tlaxcala; así como en Campeche, Quintana Roo, Veracruz, Tabasco y Yucatán.

La canícula forma parte de la variabilidad climática de México y es difícil de pronosticar su fecha de inicio, duración e intensidad; es importante señalar que el patrón de disminución de precipitación no es uniforme, es decir, no se presenta en todas las regiones con la misma duración e intensidad y muchas veces puede verse alterado por eventos extremos como el acercamiento o impacto de algún ciclón tropical o la llegada de ondas tropicales que propicien lluvia en estas regiones, por lo que su monitoreo es importante.

La canícula se origina por el desplazamiento e intensificación de los sistemas de alta presión —conocidos también como anticiclones semipermanentes— del Pacífico y, principalmente, del Atlántico. Éste último se mueve hacia el Golfo de México y sus vientos, que circulan en el mismo sentido de las manecillas del reloj, inhiben la formación de nubosidad y lluvias en la región; cabe resaltar que esto no quiere decir que deje de llover por completo, ya que sólo disminuye el acumulado. (CONAGUA, 2022)

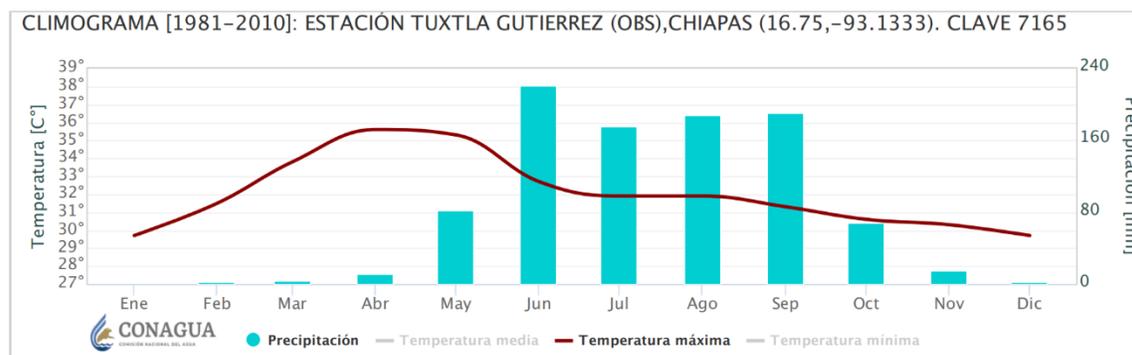


Imagen 2. Climograma, ilustra que la temporada seca va de noviembre a abril, y por consiguiente la temporada con mayor precipitación, mayo a octubre siendo junio el mes más lluvioso. El efecto de canícula es evidente en el mes de julio para la colonia Xamaipak, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. (Estaciones meteorológicas, CONAGUA, 1981-2010)

5.3 USO DE SUELO

A partir la información de la Secretaría de Obras Públicas y Desarrollo Urbano Municipal (2007), se refiere a los usos que se asignan a las áreas o conjuntos de lotes de propiedad privada, tanto los urbanos como los circundantes al poblado, entre los de tipo habitacional, comercial y de servicios, incluyendo de tipo industrial y áreas verdes, como se señala a continuación:

Habitacional

Corresponde a zonas donde el uso predominante es la vivienda en cualquiera de sus modalidades, y la ubicación de este tomarán en cuenta los siguientes aspectos:

La densidad propuesta para los usos habitacionales, CA, H1, H2, H3, H4, H5, H6, H7 y HV; no es limitativa, se podrá modificar en función de la disponibilidad de infraestructura, equipamiento e impacto al entorno; estará condicionada a la consulta y aprobación de la Secretaría de Obras Públicas y Desarrollo Urbano Municipal.

Para fraccionamientos y desarrollos habitacionales, el área de donación, será un porcentaje sobre el área total del terreno, en función de la densidad habitacional definida: el 5% para el uso

campestre CA, el 15% para los usos habitacionales H1, H2, H3, H4 y el 20% para los usos habitacionales H5, H6, H7 y HV.

Las Leyes de Fraccionamientos, Condominios y Reglamentos de Construcción y Ordenamiento Territorial. Los usos compatibles son el comercio y servicios de escala menor, oficinas y equipamiento urbano que no provoque molestias a los residentes, ya sea por insalubridad, contaminación o congestión vial y podrán ubicarse en los centros de barrio y centros vecinales existentes y propuestos.

Las densidades propuestas corresponden a densidades brutas, es decir, incluyen la superficie de vialidades y equipamiento primario. Las densidades no definen el tipo de vivienda y para su análisis se toma 4.5 hab./viv, los usos habitacionales se clasifican, según su densidad de población.

Comercial y de Servicio

El uso comercial y de servicios quedará esencialmente en el Centro Urbano y subcentros urbanos de la ciudad, en los corredores urbanos existentes y propuestos, mismos que coinciden con la mayoría de las vialidades primarias y regionales y una parte de las vialidades secundarias, alojando también algunos usos mixtos. Solo los predios con frente a la vialidad que forman el corredor urbano serán los únicos candidatos a obtener la factibilidad de uso comercial o de servicios, los cuales estarán sujetos al Reglamento de Ordenamiento Territorial.

Mixto

Las zonas de usos mixtos están mayormente en la zona centro y las vialidades secundarias que comunican al Centro Urbano con los centros de barrio, tanto existentes como propuestos, combinando varios usos. Las edificaciones comerciales, de servicios y para la vivienda, deberán cumplir, en todo momento, con la normatividad establecida sobre el número de cajones de estacionamiento con que deberán contar.

Industrial y Agroindustrial

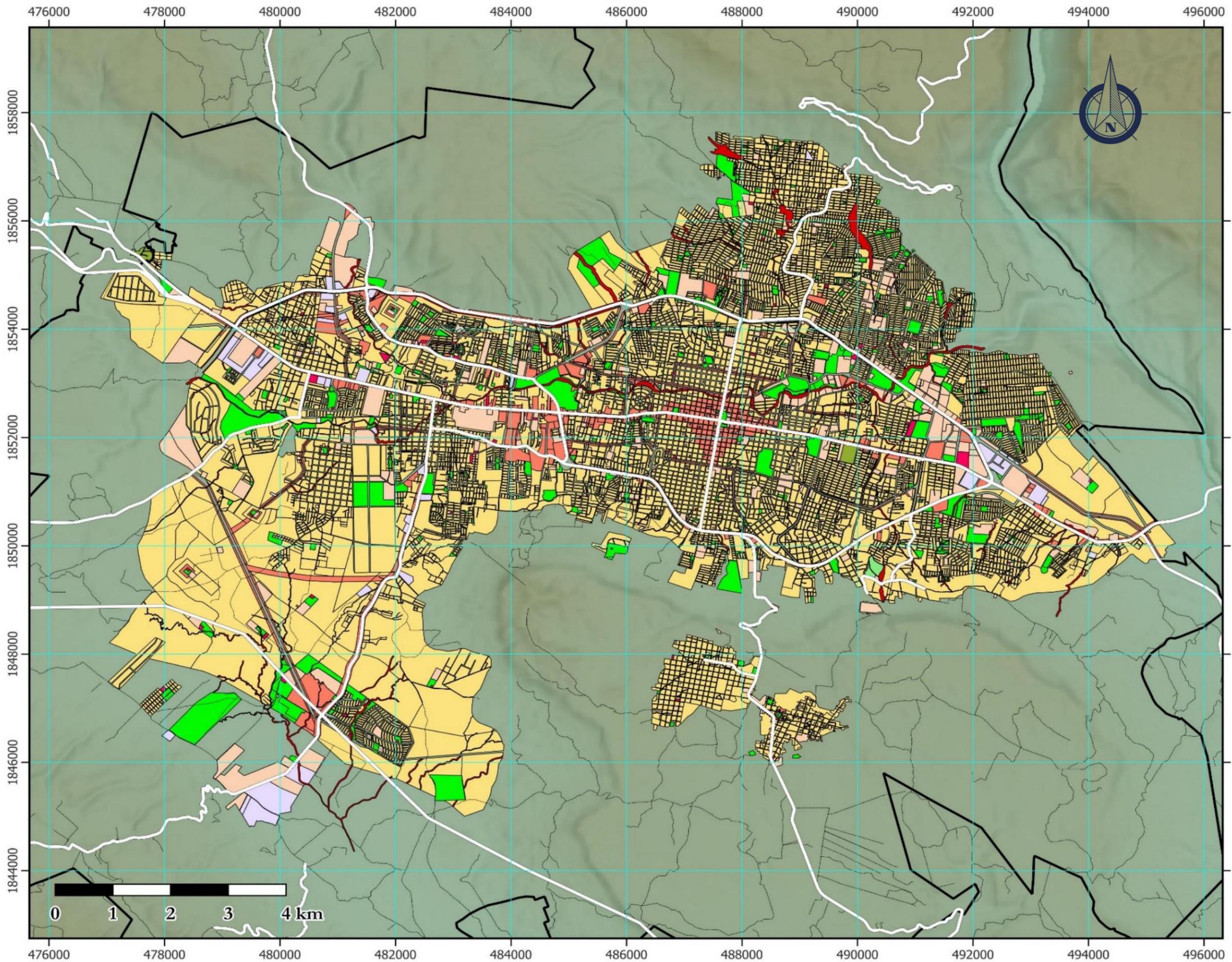
Exceptuando el Centro Urbano, los usos industriales de muy bajo impacto podrán ubicarse en cualquier zona destinada al comercio y servicios e incluso en zonas habitacionales, siempre y cuando no generen problemas urbanos de tipo vial, de insalubridad, así como la emisión de

gases, olores, ruidos a la atmósfera o la contaminación del suelo y agua, cumpliendo con los estudios y autorizaciones requeridos en cada caso específico.

Los establecimientos industriales, artesanales, bodegas, servicios, talleres y servicios adicionales se ubicarán preferentemente por el rumbo de los Libramientos Norte y Sur; al poniente en la zona del boulevard Vicente Fox; entre el cruce a Juan Crispín y Libramiento.

Zona Militar y Áreas Verdes

El Campo Militar 31C El Sabino y el Cuartel General VII Región Militar comprende lo que es la zona militar, mientras que las áreas verdes son reservas o áreas urbanas verdes como lo son la reserva ecológica El Zapotal, el parque Caña Hueca, el jardín botánico Faustino Miranda, el parque Joyoo Mayu, el parque Tuxtlán, el club de golf Club Campestre, el parque del oriente, entre otras.



USO DEL SUELO

ESPECIFICACIONES CARTOGRÁFICAS

PROYECCIÓN ----- UNIVERSAL TRANSVERSAL DE MERCATOR
 CUADRÍCULA ----- UTM A CADA 2 KM
 DATUM HORIZONTAL ----- WGS 1984

Escala 1:70000

SIMBOLOGÍA

- Caminos
- Carreteras Disuelto
- Comercio
- Educación, Salud o Cultura
- Equipamiento Urbano
- Habitacional
- Industria
- Reserva Ecológica Municipal
- Servicio
- Zona Federal
- Zona Militar

Fuentes

GEOWEB CHIAPAS (2020) Modelo Digital de Elevación de Alta resolución.
 Gobierno del Estado de Chiapas (2007) Carta Urbana de Tuxtla Gutiérrez (2007-2020).
 Gobierno del Estado de Chiapas, Carta Geográfica de Chiapas Edición 2013.
 Hernández Domínguez, M.A. (2022) Mapa de Uso de Suelo del Municipio de Tuxtla Gutiérrez



Mapa 2: Uso de suelo en la mancha urbana de Tuxtla Gutiérrez, Chiapa, (Hernández Domínguez, M. A. 2022)

5.4 GEOHIDROLOGÍA

En cuanto al aspecto geohidrológico y debido a que los acuíferos se forman a partir de condiciones geológicas favorables, es decir, en rocas y sedimentos permeables y porosos, para que se garantice la acumulación de agua, es necesario que incidan otros factores como la cantidad e intensidad de la precipitación, la filtración del agua y su acumulación en los estratos y capas permeables y porosas como la caliza y conglomerado (Colegio de Ingenieros Geólogos de México, 2000)

Otro elemento necesario para la formación de estos depósitos acuíferos, es la existencia de barreras impermeables que lo constituyen principalmente las lutitas y arcillas. En este aspecto se puede establecer que al interior de las formaciones geológicas existen litologías o estratos que son impermeables, tal es el caso de las formaciones Soyaló y El Bosque (Paz Tenorio, 2012)

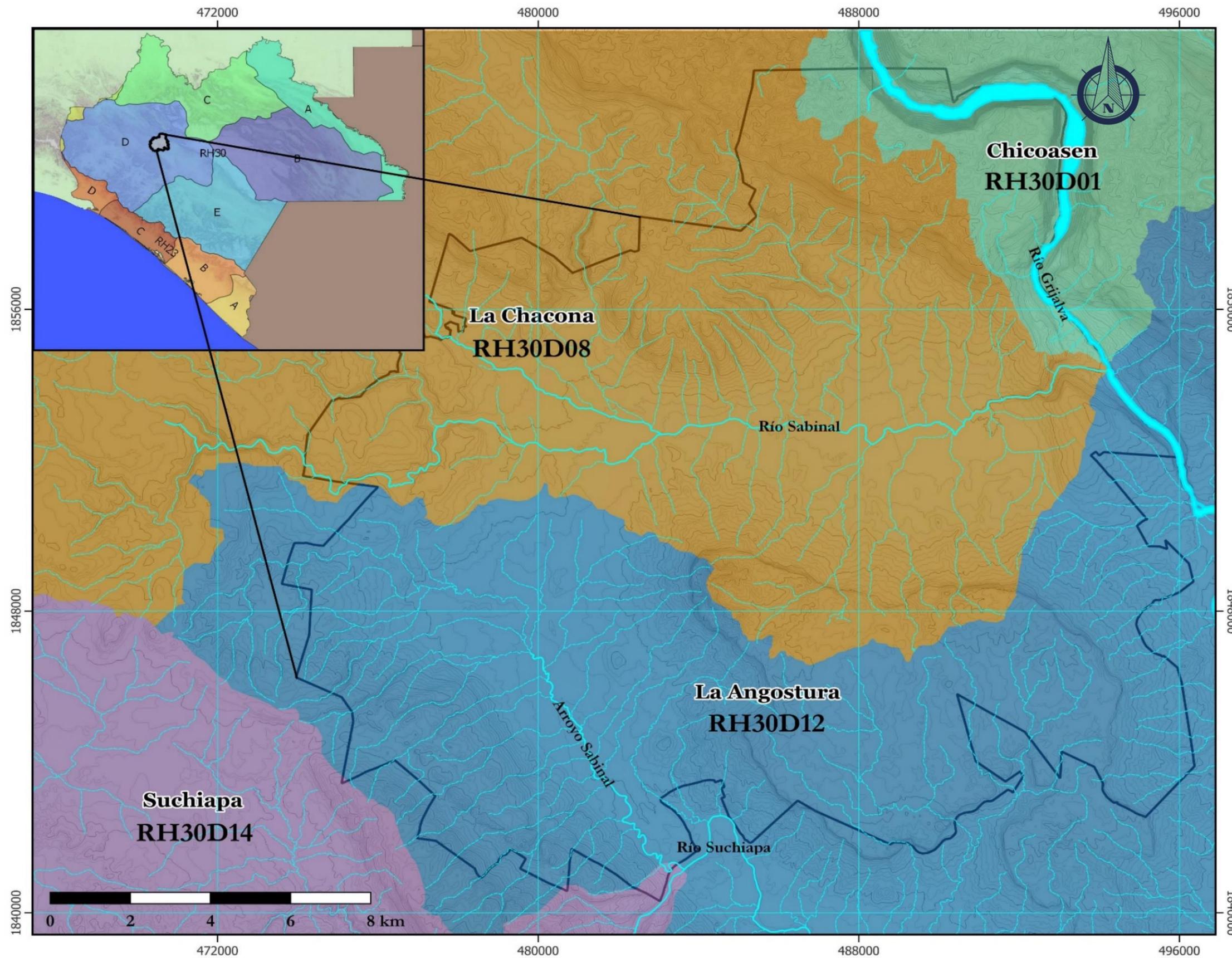
5.5 HIDROLOGÍA

Los abundantes recursos hidrológicos del Estado de Chiapas representan aproximadamente el 30% del total del país. En total, cuenta con 110 mil hectáreas de aguas continentales, 260 kilómetros de litoral, un mar patrimonial de 96 mil km², 75.230 hectáreas de esteros y 10 sistemas lagunarios. Se divide en dos regiones hidrológicas separadas por la Sierra Madre de Chiapas: RH 23 “Costa de Chiapas”, con cursos de agua cortos caracterizados por crecidas anuales que vierten sus aguas al océano Pacífico y RH 30 “Grijalva – Usumacinta”, drenada por ríos de régimen regular que vierten sus aguas al océano Atlántico.

La región hidrológica 23 “Costa de Chiapas” contiene cuatro cuencas hidrográficas que son: (A) Río Suchiate y otros, (B) Río Huixtla y otros, (C) Río Pijijiapan y otros y (D) Mar Muerto. Los ríos generalmente no desembocan directamente al mar, sino en lagunas costeras o albuferas. Destaca en importancia el Río Suchiate, por ser limítrofe entre la República de Guatemala y los Estados Unidos Mexicanos.

La región hidrológica 30 “Grijalva – Usumacinta” contiene seis cuencas hidrográficas que son: (A) Rio Usumacinta, (B) Rio Lacantún, (C) Rio Grijalva – Villahermosa, (D) Rio Grijalva – Tuxtla Gutierrez y (E) Rio Grijalva – La Concordia. Los ríos principales son el Grijalva y el Usumacinta, los cuales forman un solo sistema fluvial. El río Usumacinta se forma en las partes altas de la sierra de los Cuchumatanes en Guatemala y desemboca en el Golfo de México, siendo el más largo y caudaloso de América Central. El río Grijalva es el segundo más caudaloso del país y el mayor productor de energía eléctrica. Sobre el curso del Grijalva, se han construido cuatro presas: La Angostura “Belisario Domínguez”; Chicoasén “Manuel Moreno Torres”; Malpaso “Nezahualcóyotl”; y Peñitas “Ángel Albino Corzo”. (INEGI, 2018)

Según CONAGUA (2000), de acuerdo a su génesis geológica, el municipio de Tuxtla Gutiérrez presenta dos tipos de escurrimientos subterráneos. Los primeros se localizan en las cuencas del río Sabinal y del río Suchiapa; por su temporalidad dichos escurrimientos son clasificados como perennes y temporales. Las principales corrientes hidrológicas superficiales del municipio son: Los ríos perennes El Sabinal y Grijalva; y los ríos intermitentes Sabino, San Francisco y Poti, entre otros. (Mapa 3)



RED HIDROGRÁFICA

ESPECIFICACIONES CARTOGRÁFICAS

PROYECCIÓN ----- UNIVERSAL TRANSVERSAL DE MERCATOR
 CUADRÍCULA ----- UTM A CADA 8 KM
 DATUM HORIZONTAL ----- WGS 1984

SIMBOLOGÍA

- Corriente Intermitente ---
- Corriente Perenne —
- Cuerpo de Agua
- Tuxtla Gutiérrez
- Clave de Región Hidrológica RH30
- Clave de Cuenca A

Escala 1:100000

Fuentes

GEOWEB CHIAPAS (2020) Modelo Digital de Elevación de Alta resolución.
 INEGI (2019) Red Hidrográfica escala 1:50000
 CNA (1998) Cuencas Hidrológicas escala 1:250000
 Hernández Domínguez, M.A. (2022) Mapa de la Red Hidrográfica del Municipio de Tuxtla Gutiérrez



Mapa 3: Hidrología de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas (Hernández Domínguez, M. A. 2022)

6. MARCO TEÓRICO METODOLÓGICO

6.1 DESCRIPCIÓN DE LAS FUNCIONES ESPECÍFICAS Y GLOBALES DESARROLLADAS.

Para el desarrollo de esta investigación se basó la metodología aplicada de Piezometría que menciona Werner (1996), y la georreferenciación de González (2011).

En lo que respecta a la georreferenciación González (2011), menciona que para la localización correspondiente es necesario utilizar equipo GNSS, para la ubicación de los pozos a trabajar.

El método aplicado por Werner (1996), menciona los pasos a seguir para la construcción de una carta piezométrica.

Nivel freático

El nivel freático, también conocido como manto freático, capa freática, napa subterránea o tabla de agua es el nivel en donde tanto el suelo como las rocas se encuentran permanentemente saturados, es la línea de división entre la zona de aireación y la zona de saturación de los acuíferos, el nivel freático, puede encontrarse en la superficie formando lagos, ríos, manantiales y pantanos. La profundidad del nivel freático de un acuífero suele variar en función de las precipitaciones estacionales de a la zona, la permeabilidad de las rocas o el caudal de agua extraído por la población tanto para el consumo como para uso agrícola.

Nivel piezométrico.

El nivel piezométrico corresponde en los acuíferos libres a la altura de la superficie libre de agua sobre el nivel del mar, y en los acuíferos confinados, corresponde a la presión existente y la altura que alcanzaría el agua sobre un punto del acuífero en el cual está se encuentra o un pozo o un sondeo hasta equilibrarse con la presión atmosférica; Por lo tanto, en cada punto donde exista una perforación de un acuífero confinado se tiene un nivel piezométrico propio y diferente.

Cálculo de nivel piezométrico.

Para poder realizar el trazado de estas superficies, se requieren información del **nivel piezométrico** y dicha información se obtiene a partir de valores medidos de pozos y sondeos, a partir de dichos datos, se trazan las isopiezas que ayuden a definir la superficie piezométrica; para realizar el trazado de isopiezas de un acuífero, se requiere que los valores del **nivel piezométrico** medidos, correspondan a un mismo acuífero y que dichos valores estén expresados en cotas absolutas (metros sobre el nivel del mar).

Se infiere que el medio donde se realizará el trazado de la superficie piezométrica es homogéneo e isótropo y que el nivel varía de manera gradual. (Fibras y Normas de Colombia S.A.S., 2020)

Acuífero: terreno por donde circula el agua. Al límite impermeable inferior del acuífero se le denomina muro y al superior techo. Si el agua se encuentra en contacto con la atmósfera a través de los poros o fisuras existentes en la zona no saturada, se denomina **acuífero libre**. En cambio, en un **acuífero confinado**, el techo se encuentra a presión superior a la atmosférica. (Iglesias, 1997)

Acuitardo: Formación geológica poco permeable, con materiales porosos, como limos y arenas arcillosas, capaz de almacenar agua, pero su capacidad de drenaje es media a baja y la transmisión del agua subterránea suele ser en cantidades pequeñas. Sin embargo, los acuitardos juegan un papel muy importante en la transmisión del agua en recargas verticales de **acuíferos** en grandes extensiones.(García Rodríguez. M, 2021)

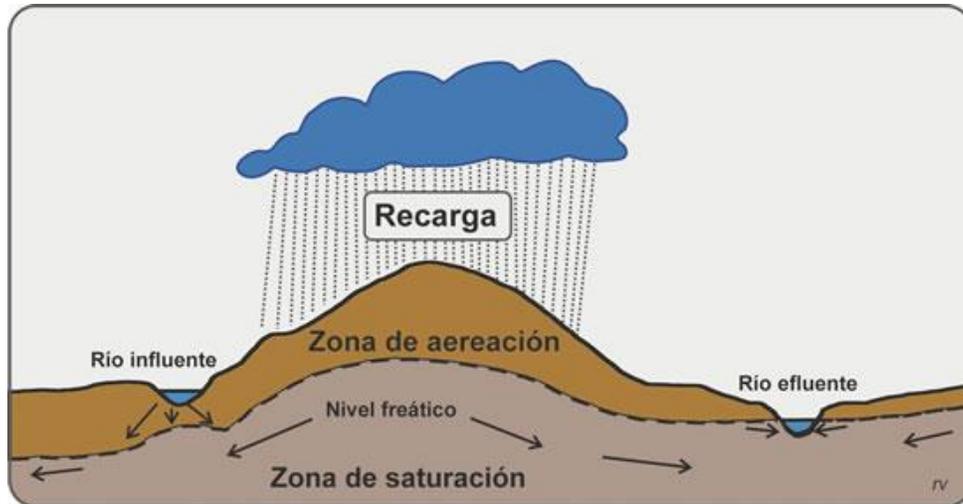


Imagen 3. Esquema mostrando la relación entre zonas de aireación-saturación y nivel freático. También se aprecia la interacción entre aguas superficiales (arroyos y ríos) y subterráneas. (INSUGEO, 2014)

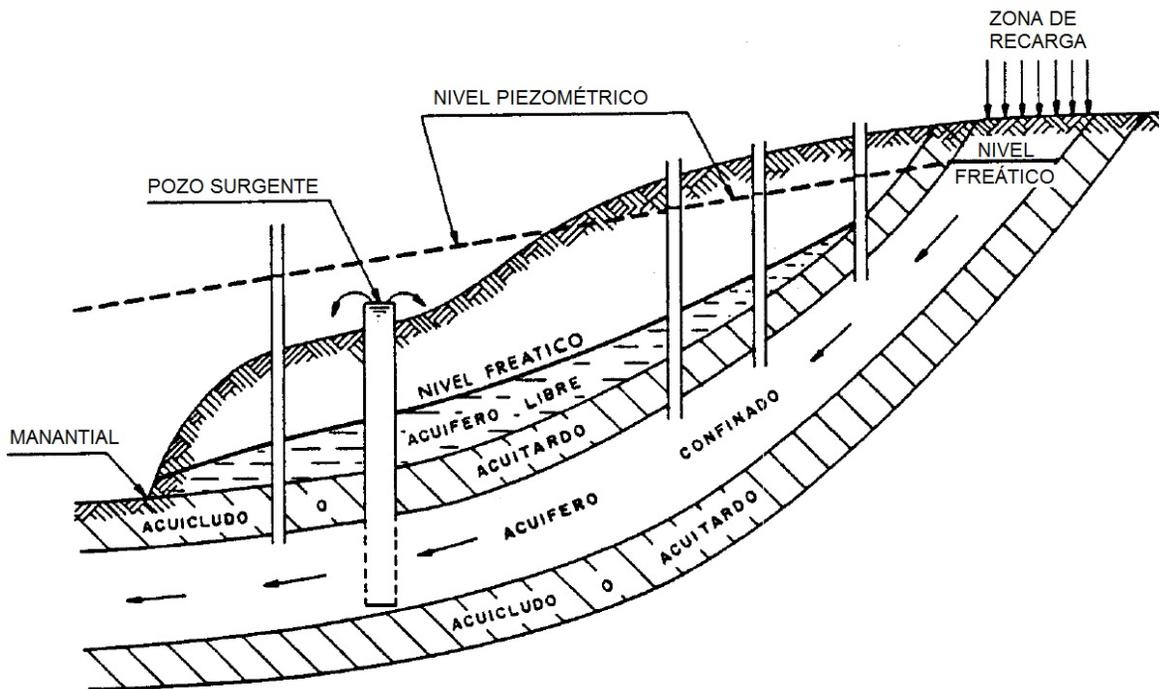


Imagen 4: Esquema de acuífero libre y confinado (Bouwer, 1987)

La (Figura 1) muestra los parámetros de la medición del nivel piezométrico y sus notaciones. h es la altura del nivel freático al nivel del mar, se calcula como la altura del nivel sobre un plano de referencia, que es normalmente el nivel del mar, según:

$$h \text{ [msnm]} = h_0 \text{ [msnm]} - s \text{ [m]}$$

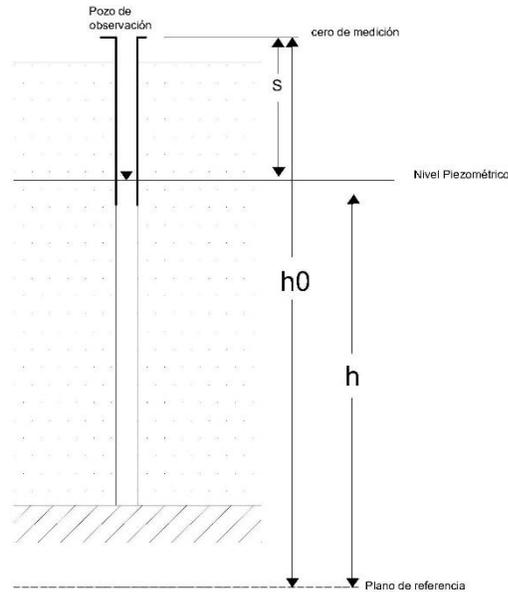


Figura 1: La medición del nivel piezométrico en un pozo de observación (Werner, 1996)

en donde h_0 : Altura del punto de medición (cero) sobre el plano de referencia (nivel del mar). Generalmente se mide con equipo de nivelación.

s : Profundidad del nivel piezométrico.

Gradiente Hidráulico

Según Sánchez San Román (2014) el gradiente es el incremento de una variable entre dos puntos del espacio, en relación con la distancia entre esos dos puntos. Si la variable considerada fuera la altitud de cada punto, el gradiente sería la pendiente entre los dos puntos considerados.

$$i = \frac{\Delta h}{L}$$

Línea de Flujo

son las curvas por las que se mueven las partículas fluidas, invariables en el transcurso del tiempo. A medida que el agua circula a través del suelo, modifica su velocidad y potencial. En un flujo estable (constante), cada elemento que pasa por un punto dado sigue

la misma línea de flujo. (Figura 2) Las líneas de flujo que pasan por el borde de un elemento de área imaginario, forman un tubo llamado tubo de flujo. (Carballo, 2020)

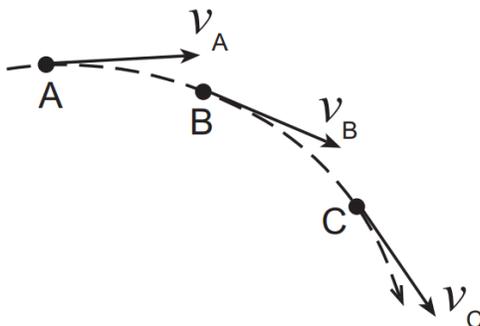


Figura 2: dirección de línea de flujo. (Sánchez, 2012)

Red de flujo

Es una representación esquemática del flujo en un plano mediante líneas de flujo y líneas equipotenciales. Las líneas equipotenciales son la traza de las superficiales equipotenciales al ser cortadas por el plano en que se dibuja la red de flujo. El flujo siempre es tridimensional, así que las redes de flujo constituyen una simplificación bidimensional de la realidad. (Sánchez San Román, 2012)

Isopieza

línea que une los puntos de un terreno en los que la presión o nivel piezométrico del agua subterránea de un acuífero tienen el mismo valor.

Para trazar una red de flujo sin más datos que las condiciones de contorno, primero trazamos las líneas de flujo, y después las equipotenciales. En cambio, en un mapa de isopiezas el proceso es inverso: primero las equipotenciales, después las líneas de flujo. Aquí disponemos del nivel en una serie de puntos, y debemos basarnos en ellos para trazar las equipotenciales (que aquí se denominan isopiezas o isopiezométricas, su significado físico es el mismo); después trazaremos las líneas de flujo perpendicularmente a las isopiezas. Generalmente en los mapas de isopiezas no se dibujan líneas de flujo para conseguir una red con ‘cuadrados’. Hay mapas de isopiezas sin una sola línea de flujo, aunque lo habitual es

representar algunas líneas solamente para proporcionar una indicación visual de las direcciones preferentes del flujo regional. (aguamarket, 2021)

La base de la construcción exacta de una carta piezométrica es la interpolación lineal en el triángulo hidrológico, utilizando la regla de tres, los lados del triángulo se dividen según las diferencias de altura entre h_1 , h_2 , h_3 . (Figura 3). Las líneas rectas construidas por varios triángulos individuales tienen que ser suavizadas (Figura 4). Ya que el agua siempre sigue al gradiente más pronunciado, la dirección de su flujo, marcada por flechas o líneas de flujo, es perpendicular a las isopiezas.

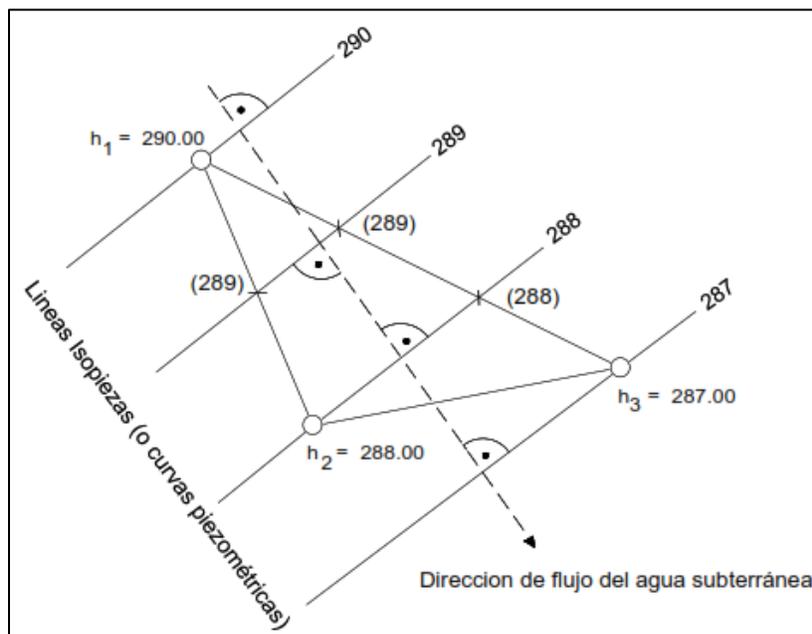


Figura 3: Triángulo Hidrológico. (Werner, 1996)

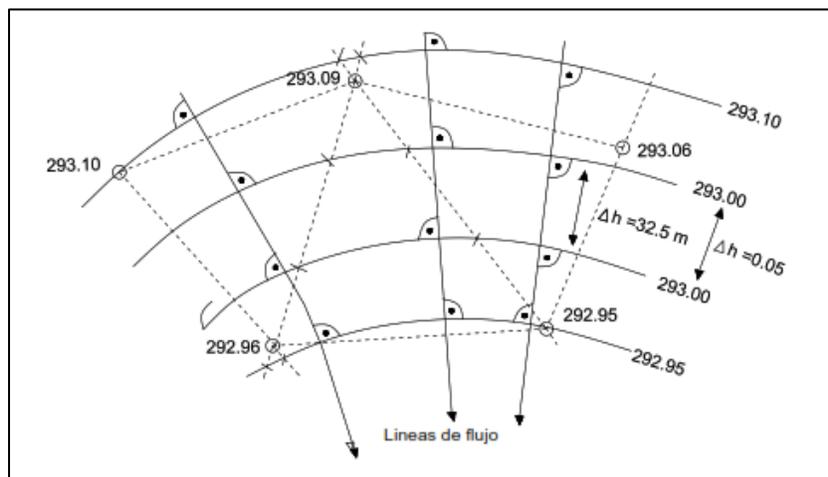


Figura 4: Triángulo Hidrológico y líneas de flujo. (Werner, 1996)

Parte de un plan piezométrico con isopiezas y líneas de flujo, caso curvo, construidas en base a varios triángulos hidrológicos. Las líneas de flujo tienen que ser perpendiculares a las isopiezas.

Porosidad

Según Carballo (2020) es el porcentaje del volumen total de un suelo o roca que está ocupado por poros. Estos poros estarán rellenos de agua si el material está saturado, o de aire y agua si no lo está.

Humedad

Relación entre el peso del agua que contiene un suelo y el peso del suelo seco.

Según Sánchez San Román (2012), un mapa de isopiezas refleja la forma de la superficie freática o de la superficie piezométrica, según se trate de un acuífero libre o confinado, igual que un mapa topográfico refleja la forma de la superficie del terreno (Figura 5)

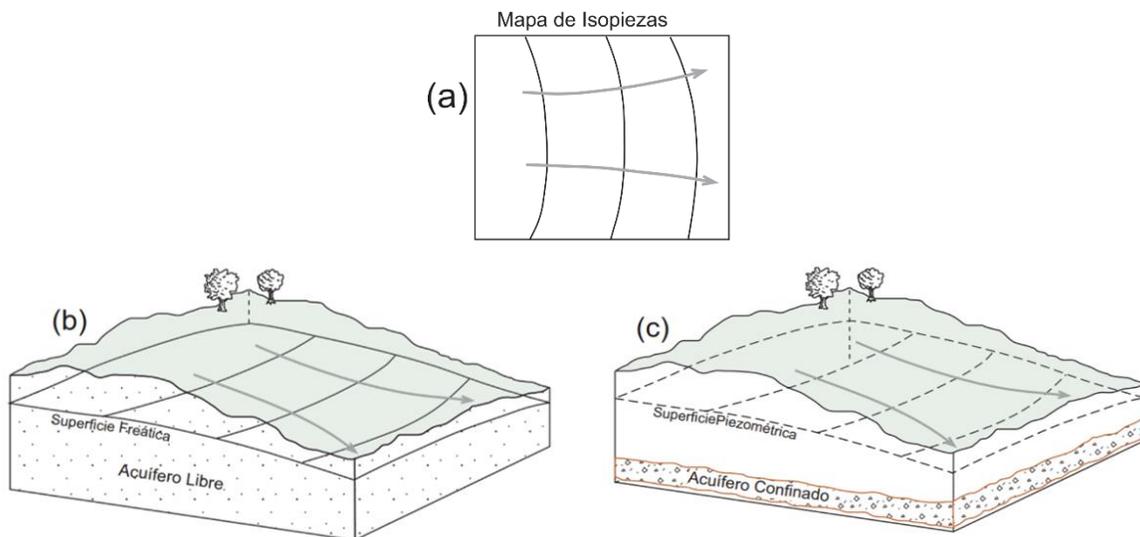


Figura 5. El mapa de isopiezas (a) puede representar la forma de la superficie freática de un acuífero libre (b) o la forma de la superficie piezométrica de un acuífero confinado (c). (Sánchez San Román, 2012)

Intuitivamente, pensamos que el agua circula de los puntos donde está más alta hacia los puntos en los que está más baja, ya que así lo vemos en las aguas superficiales y muchas veces esta aproximación intuitiva se cumplen en las aguas subterráneas (Figura 6a). Por el contrario, es frecuente que el agua subterránea circule hacia arriba, como en la (Figura 6b), o incluso verticalmente hacia arriba, como en la (Figura 6c).

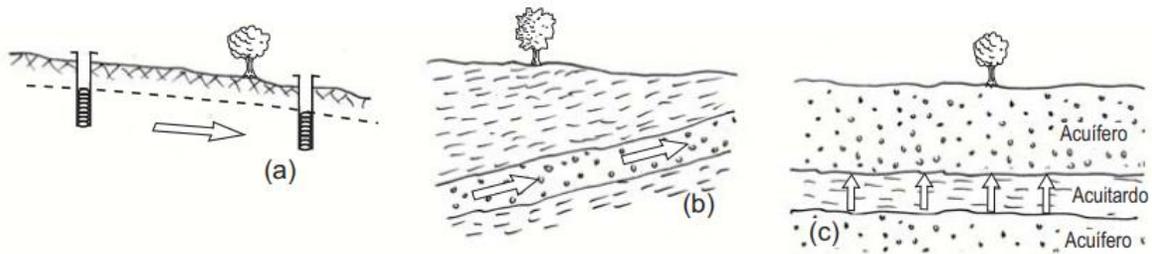


Figura 6: el agua subterránea no siempre circula de los puntos más altos hacia los más bajos, (Sánchez San Román, 2012).

Si realizamos unas perforaciones abiertas en el acuífero de la (Figura 6b) veremos que la columna de agua de la izquierda es más alta que a la derecha (Figura 7), y análogamente, si disponemos de dos sondeos (abiertos solamente en sus extremos) arriba y abajo del acuitardo de la (Figura 6c), observamos que en el acuífero inferior el nivel del agua es más alto que en el acuífero superior. En ambos casos, el agua circula de los puntos en los que la columna de agua es más alta hacia aquellos en los que es más baja. (Sánchez San Román, 2012)

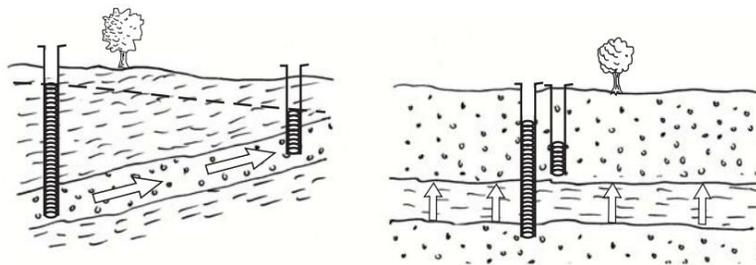


Figura 7: el agua circula de los puntos en que la columna de agua es más alta hacia los que la columna es más baja, (Sánchez San Román, 2012)

Si existe un río efluente (ganador) o influente (perdedor), las curvas isopiezas deberían adaptarse como se indica en la (Figura 8).

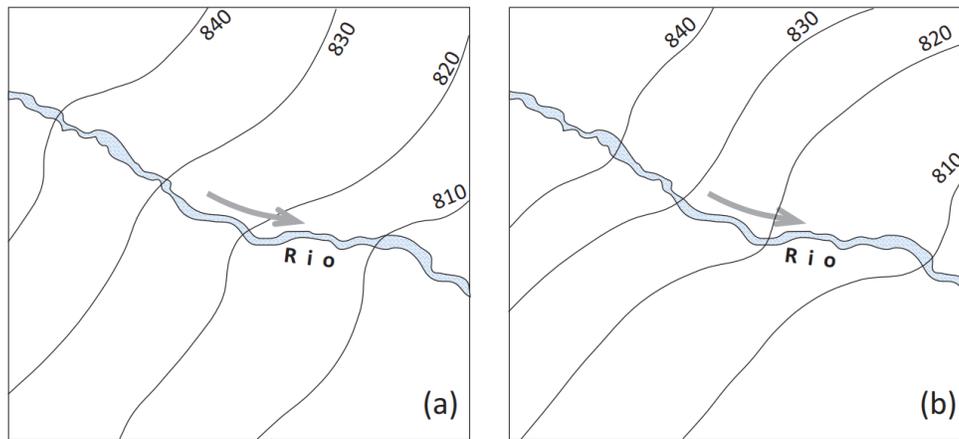


Figura 8. la superficie piezométrica de un acuífero superficial tendrá forma de valle bajo un río ganador (figura 8a) y adquirirá forma elevada al recibir recarga de un río perdedor (figura 8b). (Sánchez San Román, 2012)

6.2 TRABAJO DE GABINETE

➤ Interpretación de la Base de Datos REPDA

Se accedió a la base de datos REPDA (Registro Público de Derechos de Agua), donde se procedió a la descarga de registro de concesiones del municipio de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, el cual nos arrojó un archivo en formato Excel que nos brinda información de 363 concesiones y datos como: número de pozo, título, titular, uso, vol. de extracción m³/año y localización geográfica (latitud, longitud). La estructura del archivo Excel se muestra en el registro de los siguientes 10 pozos. (Tabla 1)

N. POZOS	TITULO	TITULAR	USO	Vol m ³ /año	LATITUD	LONGITUD
1	11CHS132402/30EPOC08	"OPERADORA TURISTICA DE TUXTLA", SOCIEDAD ANONIMA DE CAPITAL VARIABLE	SERVICIOS	2751.84	16°45'00.00"	-93°07'00.00"
2	11CHS130635/30EMOC07	AGUAS AZULES DE CHIAPAS SA. DE CV.	SERVICIOS	3787.77	16°44'16.90"	-93°07'31.10"
3	11CHS150248/30EPDA11	ARMANDO ALVAREZ BALLINAS	SERVICIOS	9730.17	16°46'33.50"	-93°12'18.70"
4	11CHS155385/30EPDA16	COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD	SERVICIOS	1450.17	16°46'47.50"	-93°11'19.70"
5	11CHS104153/30GPOC07	GRUPO PECUARIO SAN ANTONIO S.A. DE C.V.	PECUARIO	1728.00	16°43'58.00"	-93°10'05.00"
6	11CHS150880/30EPDA13	GUILLERMO CHANG ROBLEDO	SERVICIOS	7830.00	16°43'56.90"	-93°03'52.20"
7	11CHS132104/30EPOC07	INMOBILIARIA Y CONSTRUCCIONES PARRAL S.A. DE C.V.	SERVICIOS	66698.64	16°42'02.30"	-93°10'36.90"
8	11CHS155060/30EPDA15	JOSE ANTONIO PINTO GARCIA	SERVICIOS	7221.74	16°45'08.80"	-93°10'45.70"
9	11CHS105141/30APGR98	MARIA DE LOURDES SALINAS GAMBOA	AGRICOLA	5184.00	16°44'22.00"	-93°04'52.00"
10	11CHS130801/30HPGR03	PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES SUR, S.A. DE C.V.	PUBLICO URBANO	5210.00	16°44'39.00"	-93°11'40.00"

Tabla 1: Base de Datos REPDA. Fuente: CONAGUA (2021)

Ver tabla 8 en (anexos)

Analizando la tabla se descartó por medio del nombre del titular los pozos que pertenecen a empresas como: alimentos, servicios de agua en pipa, entre otros, debido a la dificultad de acceso, dando como resultado un total de 256 pozos. La estructura del archivo Excel se muestra en el registro de los siguientes 7 pozos. de la zona sur oriente, que se piensa que es la zona de recarga de mayor concentración y los datos se muestran en la (Tabla 2)

N. POZOS	TITULO	TITULAR	USO	Vol m ³ /año	LATITUD	LONGITUD
1	11CHS131237/30CPGR03	ALVARO HERNANDEZ GUTIERREZ	DOMESTICO	126.36	16°42'16.20"	-93°06'19.20"
2	11CHS150243/30EMDA11	GEO VERACRUZ, S.A. DE C.V.	SERVICIOS	126144.00	16°41'33.70"	-93°09'27.20"
3	11CHS128750/30GGR99	INSTITUTO DE HISTORIA NATURAL (RESERVA ECOLOGICA "EL ZAPOTAL")	PECUARIO	15768.00	16°43'17.00"	-93°05'46.00"
4	11CHS132835/30APDA10	JAIME ALBERTO HERNANDEZ LOPEZ	AGRICOLA	5760.07	16°42'33.30"	-93°09'46.90"
5	11CHS150102/30CPDA11	JOSE MARIA PARIENTE SERRANO	DOMESTICO	486.00	16°43'57.00"	-93°08'49.00"
6	11CHS150018/30APDA11	JOSE ROQUE ESPINOZA PEREZ	AGRICOLA	77600.00	16°42'32.10"	-93°04'26.60"
7	11CHS100806/30EPDA14	MARIA BERNARDINA ESPINOSA CRUZ	SERVICIOS	3110.40	16°40'48.00"	-93°07'10.00"

Tabla 2: Base de Datos REPDA depurada. Fuente CONAGUA (2021)

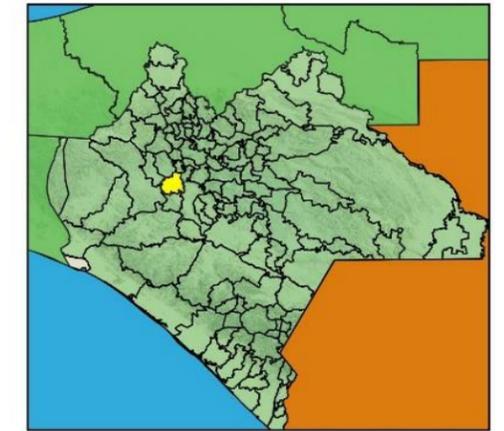
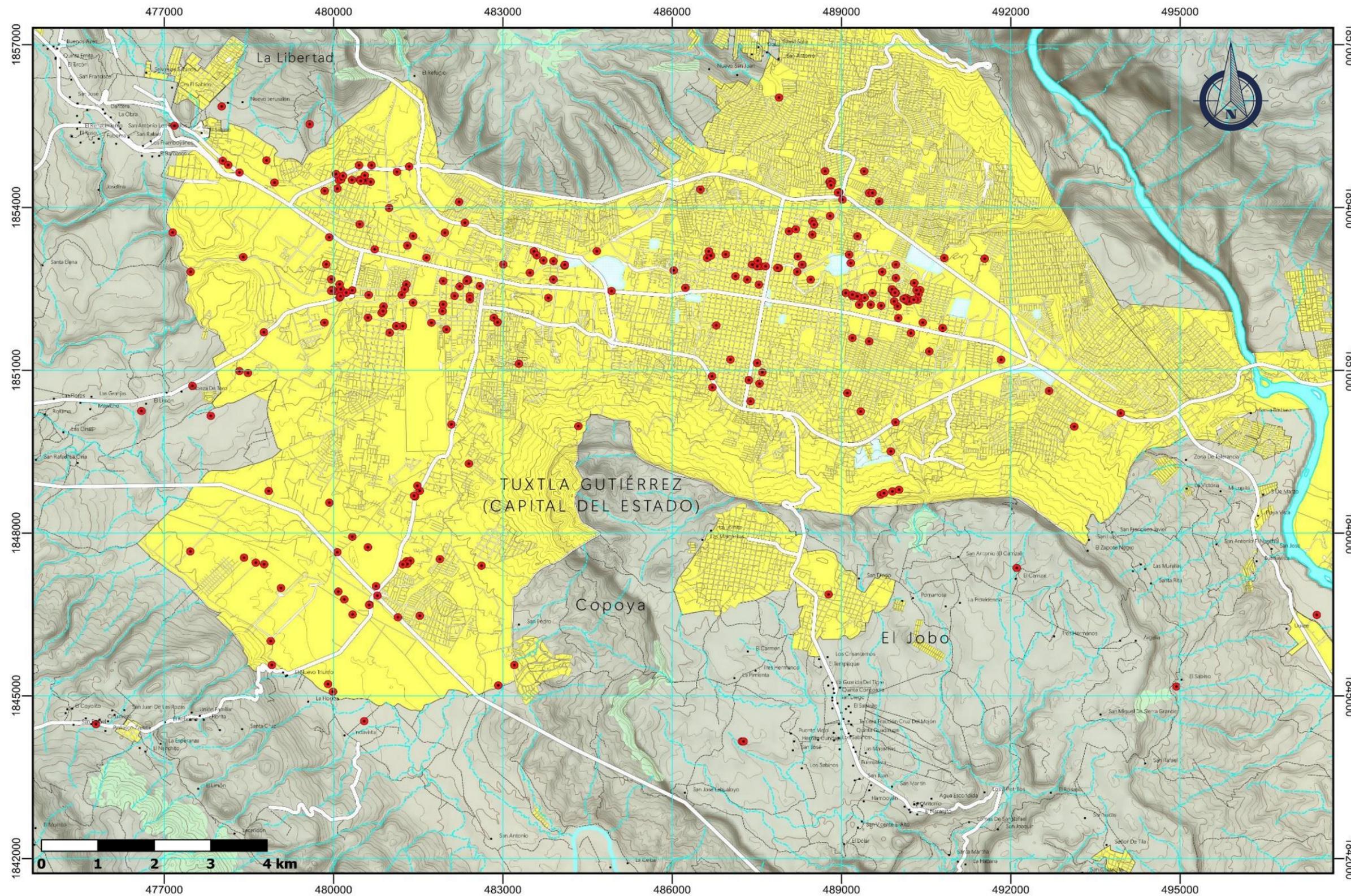
Posteriormente, se importó la hoja de cálculo en formato CSV (delimitado por comas) al Software arcGIS, para re proyectar las coordenadas decimales al datum WGS84 y con la proyección UTM Zona 15N. Para convertir las coordenadas decimales a UTM, que serán las que se usará en todo el proyecto. (Tabla 3)

Coordenadas en UTM			
Punto	X	Y	Z
2	479988.427	1845074.56	538.207
3	492677.872	1850619.02	544.665
4	477458.985	1847661.35	588.38
6	489312.208	1852209.11	515.884
7	487565.863	1852916.82	518.965
8	489371.483	1852331.99	514.613
9	490440.053	1851879.77	514.183
11	480751.325	1847022.04	551.257
15	489934.054	1852454.63	506.826
17	481289.272	1852583.42	582.785
21	490147.16	1852334.69	503.739
22	489409.973	1852338.12	512.894
23	491535.964	1853056.21	495.128

Tabla 3: Conversión de coordenadas geográficas a Coordenadas UTM (Elaboración propia)

Con el Software (Sistema de Información Geográfica QGIS), se delimitó un polígono temporal que abarca el recorrido, y con ello, deducir los 256 pozos que estarían dentro de la zona de estudio, con la proyección correspondiente. (Mapa 4)

UBICACIÓN DE LOS POZOS DE LA BASE DE DATOS REPDA



ESPECIFICACIONES CARTOGRÁFICAS
 PROYECCIÓN ----- UNIVERSAL TRANSVERSAL DE MERCATOR
 CUADRÍCULA ----- UTM A CADA 1 KM
 DATUM HORIZONTAL ----- WGS 1984

SIMBOLOGÍA

- Pozo ●
- Río —
- Cuerpo de Agua ■
- Localidades •
- Camino —
- Carretera =
- Mancha Urbana ■

ESCALA 1:70000

Fuentes

GEOWEB CHIAPAS (2020) Modelo Digital de Elevación
 INEGI (2019) Conjunto de Datos Vectoriales de Información Topográfica E15C59 (Chicoasén) Escala 1:50000
 INEGI (2019) Conjunto de Datos Vectoriales de Información Topográfica E15C69 (Tuxtla Gutiérrez) Escala 1:50000
 CONAGUA (2021) Base de Datos REPDA
 Hernández Domínguez, M.A. (2022) Mapa de Ubicación de Pozos



Mapa 4: Ubicación de los pozos con las coordenadas UTM (Hernández Domínguez, M.A., 2021)

Posteriormente se importó las coordenadas de los pozos a el software, delimitando el área de trabajo, se disminuyó el número de pozos a 127 en la zona sur de Tuxtla Gutiérrez.

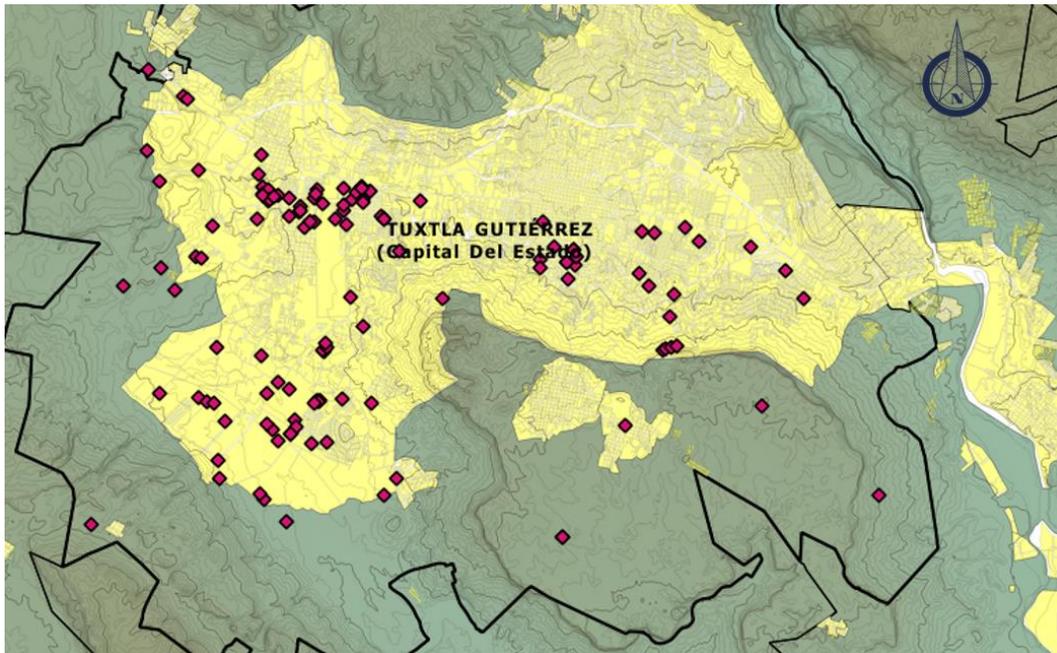
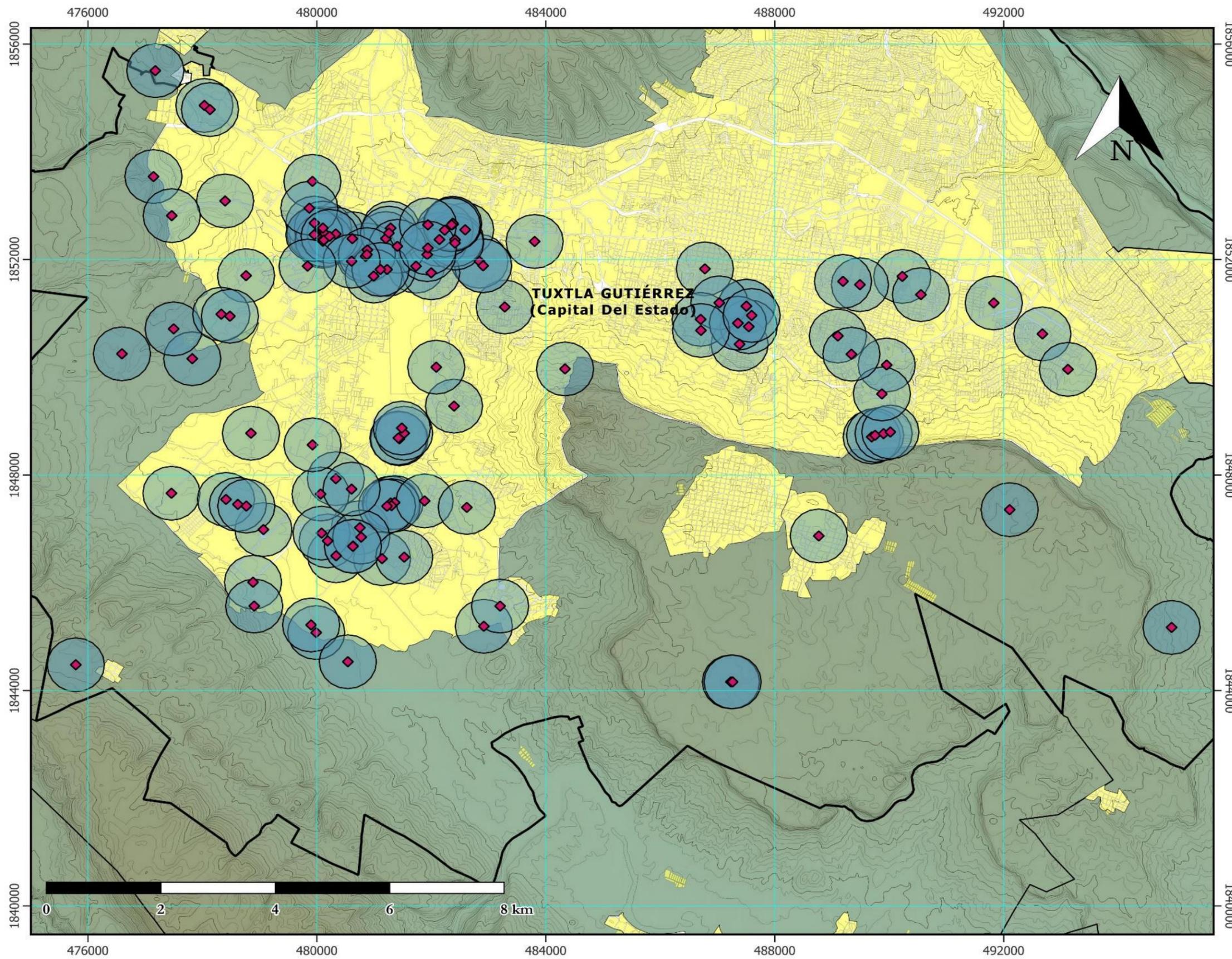


Imagen 5: Área de estudio, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, Zona sur, pozos de la base de datos REPDA (Elaboración, propia, 2022).

➤ **Depuración de la Base de Datos REPDA**

Usando el Sistema de Información Geográfica QGIS, se realizó un búfer, se aplicó un radio de 500 metros a cada pozo para tener una distancia de 1 km entre pozo y pozo, por medio de la ubicación geográfica se determinaban que pozos eran los más factibles y seleccionábamos los más cercanos aun cause, así se descartan los que se encuentren dentro del radio del pozo seleccionado, es decir, el objetivo final es tener pozos a 1 kilómetro de distancia entre cada uno. (Mapa 5)

Después de realizar la selección del pozo y descartando los que se encuentren dentro del búfer, se obtiene como resultado una segunda depuración de ahora 82 pozos en el mapa general y 53 pozos en la zona sur de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, que contiene un 20.73% de la primera depuración, los cuales son con los que se procederá a realizar la búsqueda y recorrido durante el servicio social. (Mapa 6)



BÚFER DE LOS POZOS REPDA ZONA SUR

ESPECIFICACIONES CARTOGRÁFICAS

PROYECCIÓN ----- UNIVERSAL TRANSVERSAL DE MERCATOR
 CUADRÍCULA ----- UTM A CADA 4 KM
 DATUM HORIZONTAL ----- WGS 1984

SIMBOLOGÍA

- Pozo ◆
- Buffer con radio de 500m
- Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

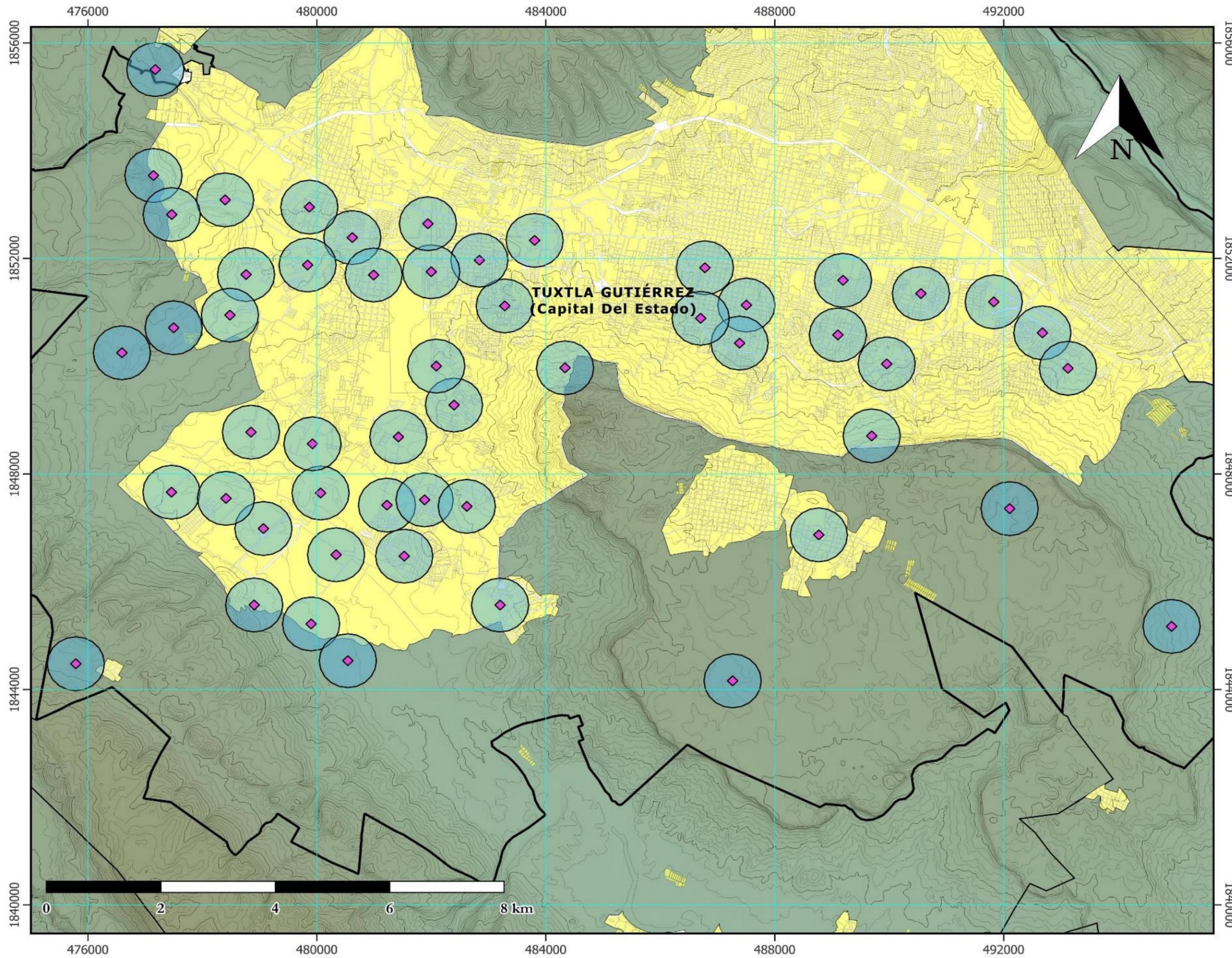
Escala 1:70000

Fuentes

GEOWEB CHIAPAS (2020) Modelo Digital de Elevación de Alta resolución.
 INEGI (2019) Conjunto de Datos Vectoriales de Información Topográfica E15C59 (Chicoasén) Escala 1:50000.
 Juárez Solís, F.O. (2022) Mapa de Búfer de los pozos en la zona Sur de Tuxtla Gutiérrez.



Mapa 5: Buffer a los pozos con diámetro de 1 km, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, Zona sur. (Elaboración, propia, 2022).



DEPURACIÓN DE LOS POZOS REPDA ZONA SUR

ESPECIFICACIONES CARTOGRÁFICAS

PROYECCIÓN ----- UNIVERSAL TRANSVERSAL DE MERCATOR
 CUADRÍCULA ----- UTM A CADA 4 KM
 DATUM HORIZONTAL ----- WGS 1984

SIMBOLOGÍA

- Pozo
- Buffer con radio de 500m
- Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

Escala 1:70000

Fuentes

GEOWEB CHIAPAS (2020) Modelo Digital de Elevación de Alta resolución.
 INEGI (2019) Conjunto de Datos Vectoriales de Información Topográfica E15C59 (Chicoasén) Escala 1:50000.
 Juárez Solís, F.O. (2022) Mapa de Búfer de los pozos en la zona Sur de Tuxtla Gutiérrez.



Mapa 6: Selección de los pozos a trabajar, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, Zona sur. (Elaboración, propia, 2022).

➤ Censo de Aprovechamiento

Con la base de datos depurados y conociendo el total de pozos, se diseñó por medio de una hoja de cálculo la planilla “Censo de Aprovechamiento” (Tabla 4) para recabar información de los pozos. Como el número del pozo respecto a la base de datos REPDA, titular, uso que se le da, tipo de extracción, la extracción por mes, el diámetro con el que cuenta y observaciones. La planilla cuenta con una numeración relacionada con los pozos que vamos a buscar con el mismo orden de la base de datos depurada y números extras en caso de encontrar pozos que no tendríamos en cuenta.

P	Uso	Titular	Extracción	Tipo de Extracción	Diámetro	Observaciones
2						
3						
4						
6						
7						
8						
9						
11						
15						
17						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
30						
31						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						

Tabla 4: plantilla de censo de aprovechamiento para la recopilación de datos (Elaboración propia)



Fotografía 1: Censo de aprovechamiento (Hernández, M. A.2021)

6.2.1 TRABAJO DE CAMPO

➤ Reconocimiento de la zona de estudio

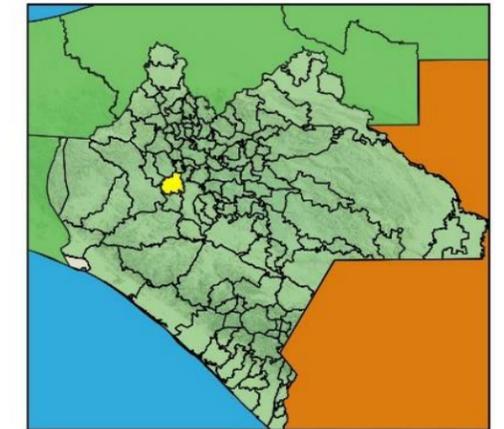
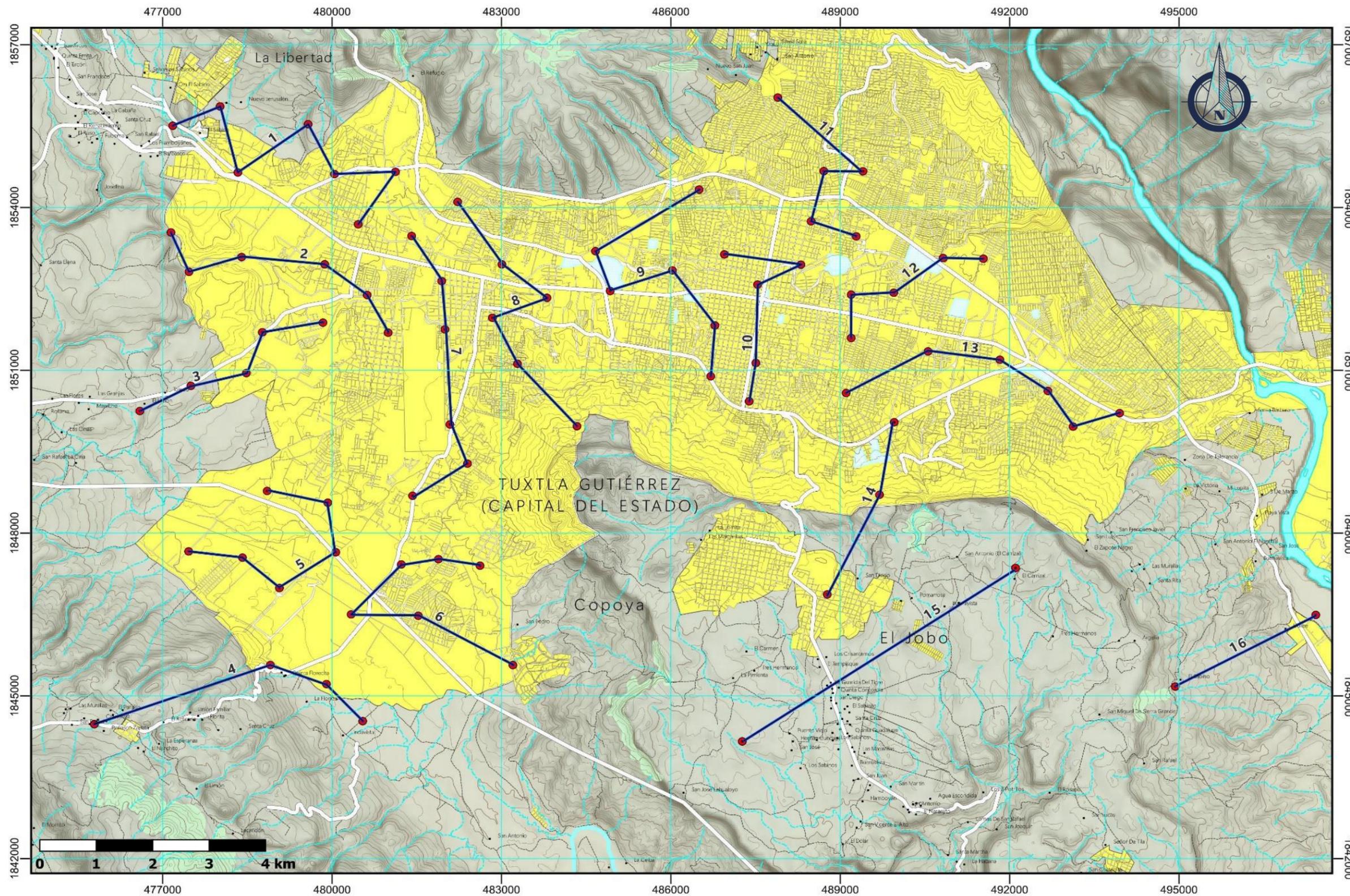
El primer trabajo de campo que se hizo fue el reconocimiento de la zona, el cual consistió en cerciorarse que la información de los pozos fuese verídica. Se trazaron rutas en QGIS para tener una idea más clara de dónde tenemos que dirigirnos y ahorrar tiempo, una vez trazada la ruta y seleccionado los pozos que se visitaría por brigada y por día, se exportó en un formato KML para visualizarlo en la aplicación Google Earth y facilitar el trayecto e identificar los caminos que recorreríamos, esto facilitó el recorrido, iniciando el 22 de octubre del 2021 y concluyendo el 5 de diciembre 2021, con una duración de entre 4 y 6 horas por día recabando un aproximado de 4 a 5 pozos diarios. (Mapa 7)

Documento de Servicio Social

Se solicitó a coordinación un documento donde avalara que éramos alumnos de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH) y comprobar que el motivo de la visita y recolección de datos del pozo era con fines educativos, y la confidencialidad de los datos no se revelaría. En dicho documento se explica y contiene el nombre de cada integrante de la brigada, aunado a ello la matrícula de cada uno, así al momento de identificarnos con los titulares, obtener la confianza de ellos y recopilar los datos del pozo o manantial. En el caso de los ejidos, nos comunicamos con los líderes ejidales y con el documento, avalar el objetivo de la visita y evitar problemas al momento de realizar el recorrido, sellando el documento por cada ejido visitado. (Ver fotografía 9, en anexo).

Se realizó una visita a los propietarios de los pozos que nos marcaba la base de datos REPDA, a quienes se les aplicaría un par de preguntas con la finalidad de llenar nuestro Censo de Aprovechamiento. Uno de los datos que requiere la planilla son las coordenadas de los pozos, para ello se utilizó un Navegador GPS marca Garmin, modelo GPSMAP 78s (Fotografía 2). Para rectificar si la coordenada era correcta en los pozos registrados y en los casos de los pozos no registrados para guardar las coordenadas.

RUTA PARA EL RECONOCIMIENTO



ESPECIFICACIONES CARTOGRÁFICAS
 PROYECCIÓN ----- UNIVERSAL TRANSVERSAL DE MERCATOR
 CUADRÍCULA ----- UTM A CADA 1 KM
 DATUM HORIZONTAL ----- WGS 1984

SIMBOLOGÍA

- Pozo ●
- Búffer con radio de 500m
- Río —
- Cuerpo de Agua
- Localidades ●
- Camino —
- Carretera
- Mancha Urbana

ESCALA 1:70000

Fuentes
 GEOWEB CHIAPAS (2020) Modelo Digital de Elevación
 INEGI (2019) Conjunto de Datos Vectoriales de Información Topográfica E15C59 (Chicoasén) Escala 1:50000
 INEGI (2019) Conjunto de Datos Vectoriales de Información Topográfica E15C69 (Tuxtla Gutiérrez) Escala 1:50000
 CONAGUA (2021) Base de Datos REPDA
 Hernández Domínguez, M.A. (2022) Mapa de Ruta para Reconocimiento



Mapa 7: Recorrido de la zona de estudio (Hernández Domínguez, M.A., 2021)



Fotografía 2: Uso de navegador Garmin GPSMAP 78s (Elaboración propia, 2021)

Al momento del recorrido se nos presentó el primer problema, nos percatamos que los datos en tanto a propietarios y ubicación de los pozos de la base de datos REPDA estaban desactualizados, esto nos llevó a buscar de casa en casa a quien tuviera en su propiedad un pozo, tratando de que no se alejara o se acercara tanto al próximo pozo, abrimos un margen de tolerancia de 200 metros más o menos del kilómetro estimado.



Fotografía 3: Registro de los datos del pozo, (elaboración propia, 2022)



Fotografía 4: Visita de los pozos registrados, (elaboración propia, 2022)

Al no tener pozos suficientes en ciertas zonas debido a que no existen o por la negativa de las personas, se buscaron también manantiales. Para llegar a los manantiales se necesitó la colaboración de un guía que conociera la zona para el fácil acceso y localización.



Fotografía 5: Manantial del Zoomat (Elaboración propia, 2022)



Fotografía 6: Manantial de la Colonia San Isidro (Elaboración propia, 2022)

Procedemos a recopilar toda la información recabada, tanto de los pozos registrados, no registrados y manantiales que se encontraron, importando las coordenadas a QGIS para ubicarlos en la zona de estudio; observamos que las coordenadas no eran precisas, nos arrojó un error de entre 3 a 7 metros (Imagen 6) dependiendo de la zona donde nos ubicamos, dando como resultado un desfase entre el pozo y la coordenada obtenida.



Imagen 6: Coordenada desfasada de la ubicación del pozo (Google Satélite, 2023)

➤ Georreferenciación de los pozos

Debido al notable error se realizó una nueva visita a los pozos usando el Receptor GNSS marca Sokkia modelo RTK GRX2 para obtener coordenadas más precisas, lo colocábamos sobre la tapa del pozo o a un costado en caso de no tener una cubierta sólida, se hicieron las anotaciones de coordenadas X, Y, Z para trabajar los datos en gabinete. con un margen de error de milímetros, como se muestra en la fotografía (7a y 7b). Cuando los pozos se encontraban techados utilizamos el receptor para poner dos puntos de control para hacer uso de la estación total marca Sokkia modelo CX-105.



Fotografía 7a: Obtención de las coordenadas de los pozos con el receptor GNSS, (elaboración propia, 2022)



Fotografía 7b: Obtención de las coordenadas de los pozos con el receptor GNSS, (elaboración propia, 2022)

Se hizo una comparación de las coordenadas que nos proporcionó el navegador y el receptor GPS para analizar cuál de los dos es más preciso. (Imagen 7) en color amarillo se localiza la coordenada realizada con el navegador GPS, y en color azul turquesa la coordenada obtenida con el receptor GNSS. El equipo que menos error arrojó ha sido el receptor GNSS, por lo tanto, para el resto del trabajo se utilizaron las coordenadas con el equipo ya mencionado.

Con esto damos por terminada la primera fase de trabajo de campo el día 3 de diciembre del 2021, teniendo un lapso de mes y medio.

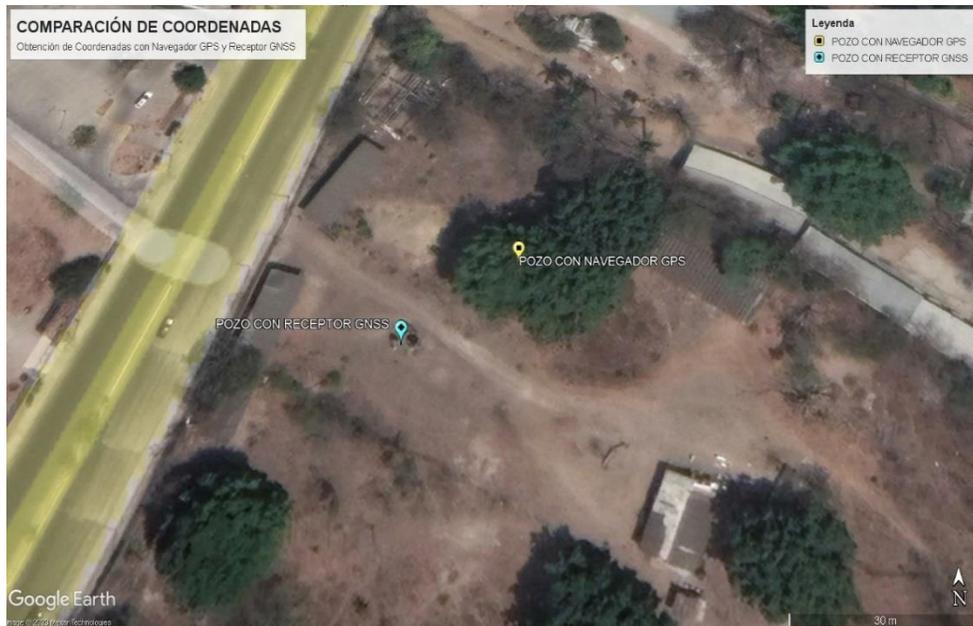


Imagen 7: Comparación de las coordenadas con Navegador GPS y el Receptor GNSS (Google Satélite, 2023)

➤ Sondeo y Registro de los niveles piezométricos

El nivel freático es el límite superior de la zona saturada del agua subterránea, sube de acuerdo a la cantidad de agua que se infiltre en el suelo y se recarga el acuífero o baja según la cantidad de agua que sale de acuífero de manera artificial (pozos) o natural (manantiales, descargas a ríos y océanos) también por la cantidad de agua que es extraída del acuífero.

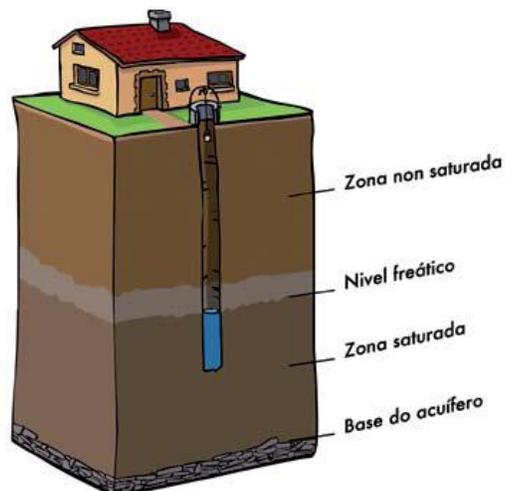


Imagen 8: Interpretación del nivel freático (Diccionario de Arquitectura, 2018)

Para esta investigación se necesitó el sondeo en el menor tiempo posible para que no existiera demasiada diferencia entre el nivel piezométrico de los pozos debido a los fenómenos ya antes mencionados.

Es por ello que, una vez terminado el reconocimiento, se estipuló un lapso de 2 semanas como máximo para hacer el sondeo de los pozos, es decir, la segunda fase de campo que dio inicio el 6 al 17 de diciembre del 2021, haciendo un aproximado de 7 a 11 lecturas diarias.

Esta fase consistió en tomar lectura del espejo de agua de cada pozo, para ello se usó la sonda de medición marca Solinst modelo 101, descendiendo la barra metálica hacia el nivel de agua que tiene el pozo, la sonda emite un sonido cuando la barra ha tocado el agua y la luz LED se enciende, lo cual nos indica que se ha llegado al espejo de agua, se verifica la profundidad que tiene y con un flexómetro, medir el nivel de suelo con la altura que cuenta el pozo. Una vez aplicada la fórmula, obtenemos el nivel piezométrico de cada pozo que se haya localizado, a excepción de los manantiales, debido a que se encuentra en terreno natural, su altura Z queda intacto, no se aplica la fórmula.



Fotografía 8a: Obtención del espejo de agua con la sonda de medición (elaboración propia, 2022)



Fotografía 8b: Obtención del espejo de agua con la sonda de medición, (elaboración propia, 2022)

6.3 CÁLCULO DE NIVEL PIEZOMÉTRICO

Para realizar el cálculo de este nivel debemos de tomar en cuenta la altura del terreno natural obtenida por el receptor GNSS, al terreno natural se le resta la profundidad para obtener el Nivel Piezométrico.

El resultado es el dato que usamos dibujar el flujo subterráneo. $NP = TN - EA$

NP= Nivel Piezométrico

TN= Terreno Natural

EA= Espejo De Agua

Terreno Natural		Espejo de Agua		Nivel Piezometrico
554.491	-	5.6	=	548.891

Tabla 5: Calculo de nivel piezométrico.

➤ Creación de la nueva base de datos Registro de Pozos y Manantiales (REPMA)

Con los datos obtenidos en campo, comenzamos a hacer el trabajo de gabinete, ingresando en una hoja de cálculo las coordenadas anotadas en la libreta de tránsito como lo de la planilla, dando forma y estilo a cada fila y celda tomando como referencia la base de datos REPDA, obteniendo como resultado la nueva base de datos, la cual nombramos como Registro de Pozos y Manantiales (REPMA). La tabla se compone por el número del pozo, las coordenadas (X Y), la altura del terreno natural (Z), el titular del pozo, el uso que se le da, su extracción por mes, el tipo de extracción, el diámetro que este tiene y el espejo de agua o nivel piezométrico. (Tabla 6)

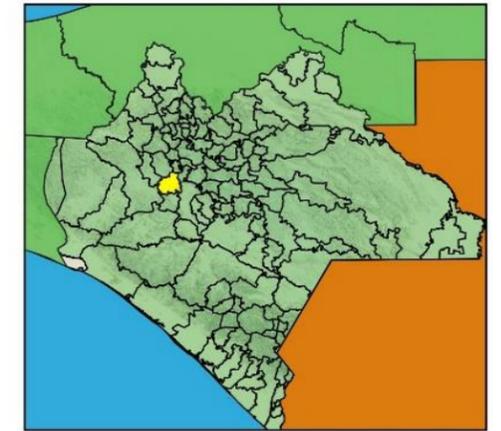
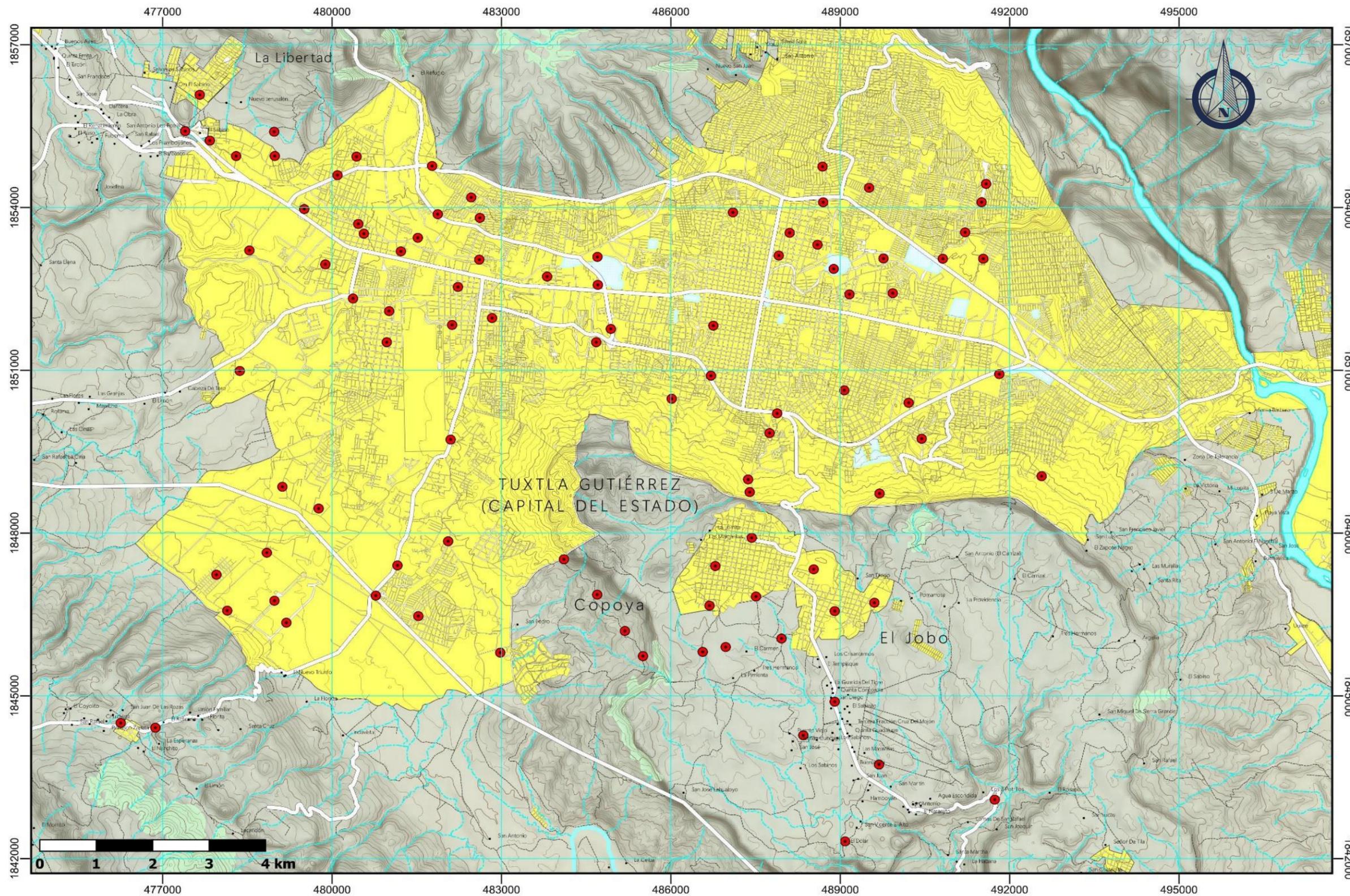
➤ Ubicación de los piezómetros

Con la base de datos, se importa en formato csv la base de datos para ubicarlo en QGIS y poder visualizar mejor donde se ubican los pozos en la zona de Tuxtla Gutiérrez. (Mapa 8)

Pozo	X	Y	Z	Titular	Uso	Extraccion por Mes	Tipo de Extraccion	Diametro	Espejo de Agua	Nivel Piezométrico
1	491533.53	1853056.41	495.114	Alejandro Cruz Córdoba	Comercial	12000 L	Bomba eléctrica	2.50 m	2.33 m	492.784
2	482828.39	1851964.11	571.827	David Manzur Elias	Servicio	11000 L	Bomba eléctrica	2 m	5.2 m	566.627
3	490817.41	1853055.26	496.403	Eligio René Ramos Robles	Sin Uso	Desconocido	Ninguno	2 m	4.66 m	491.743
4	486752.22	1851821.88	556.469	Fermin Grajales Gonzalez	Servicio	9000 L	Bomba eléctrica	3 m	2.21 m	554.259
5	480094.92	1854595.42	618.142	Inmobiliaria Integral Tepeyac	Abandonado	Nula	Ninguno	2 m	2.32 m	615.822
6	486710	1850900	563.883	Jesús Solórzano Aquino	Doméstico	Desconocido	Bomba eléctrica	1.50 m	3.33 m	560.553
7	482228.72	1852535.78	564.238	Construcirama del Sureste	Doméstico	1700 L	Cubeta	2 m	2.72 m	561.518
8	481517.87	1853441.74	585.737	Noemí de los Santos Lira	Doméstico	13200 L	Bomba eléctrica	1.50 m	5.51 m	580.227
9	480462.82	1853696.43	607.488	María del Carmen Méndez de la Cruz	Doméstico	48000 L	Bomba eléctrica	1.50 m	3.11 m	604.378
10	478364.22	1850987.14	615.089	Octavio Vázquez González	Doméstico	33000 L	Bomba eléctrica	1.50 m	6.38 m	608.709
11	489162.14	1852398.34	509.976	Humberto Manuel Ruiz	Servicio	15500 L	Bomba eléctrica	2 m	8.44 m	501.536
12	480773.8	1846846.95	539.89	SMAPA	Distribución	20000L	Bomba eléctrica	5.40 m	3.85 m	536.04
13	481527.08	1846468.89	535.48	SMAPA	Distribución	15000 L	Bomba eléctrica	5.40 m	5.65 m	529.83
14	489931.62	1852420.99	506.34	Distribuidora de Agua en Pipa	Comercial	165000 L	Bomba eléctrica	2.50m	9.16 m	497.18
15	489072.08	1850630.78	549.559	Jose Antonio Morales López	Diferente	1800 L	Bomba eléctrica	2.90 m	1.70 m	547.859
16	477950.956	1847231.271	588.064	Pozo Público	Diferente	---	Cubeta	2 m	13.4	574.664
17	478978.046	1846751.795	553.928	Gonzalo	Domestico	90000 L	Bomba electrica	2.40 m	4.6	549.328
18	479189.57	1846348.1	561.033	No Asignado	Desconocido	Desconocido	Bomba eléctrica	2.80 m	3.38 m	557.653
19	479879.54	1852951.55	600.997	Heydi Nataren Candelaria	Doméstico	30000 L	Cubeta	1.40 m	2.65 m	598.347
20	482978.53	1845795.15	575.038	No Asignado	Sin Uso	Nula	Cubeta	2.20 m	5.20 m	569.838
21	481157.161	1847403.111	554.491	Francisco Javier	Doméstico	1800 L	Cubeta	3.10 m	5.60 m	548.891
22	482054.84	1847848.43	592.639	No Asignado	Doméstico	Bajo uso	Cubeta	2.50 m	8.15 m	584.489
23	482098.35	1849722.24	594.566	Cocina Economica	Doméstico	500 L	Cubeta	1.95 m	2.14 m	592.426
24	482125.71	1851834.71	568.417	Taller Mecanico	Doméstico	10000 L	Cubeta	1.95 m	3.61 m	564.807
25	479893.33	1847081.92	539.817	Victor Manuel Acosta Orozco	Servicio	30000 L	Bomba eléctrica	3 m	3.10 m	536.717
26	478534.36	1853208.34	609.098	Hugo Alejandro García Gómez	Doméstico	Desconocido	Bomba eléctrica	2.07 m	9.35 m	599.748
27	480968.13	1851517.22	578.684	Julio Alberto Esponda	Doméstico	Desconocido	Bomba eléctrica	1.50 m	3.75 m	574.934
28	481010	1852090	574.618	Vicente Estrada	Doméstico	Desconocido	Bomba eléctrica	1.50 m	3.73 m	570.888
29	489511.24	1854363.01	550.592	Parque "El Manguito"	Abandonado	Sin Extracción	Ninguno	2 m	1.64 m	528.952
30	488104.29	1853533.38	534.317	Victorino Pérez Vargas	Doméstico	12000 L	Bomba eléctrica	1.50 m	7.64 m	526.677
31	477397.03	1855407.47	678.679	Vivero "Jardines"	Servicio	105000 L	Bomba eléctrica	2 m	6.17 m	672.509
32	477833.32	1855232.95	667.612	Agustín	Doméstico	8000 L	Bomba eléctrica	1.50 m	0.61 m	667.002
33	477655.729	1856076.719	682.895	Pozo Público	Diferente	3000 L	Cubeta	2 m	3.65 m	679.245
34	487299.81	1854948.05	652.332	Brenda Anahi Saldaña Moreno	Doméstico	13200 L	Bomba eléctrica	2 m	4.59 m	647.742
35	478984.123	1854949.187	650.545	Alfredo Guillermo Hernández Bonifaz	Doméstico	15000 L	Bomba con gasolina	2 m	3.78 m	646.765
36	481870.71	1853876.8	590.79	Bonifacio Pérez Pérez	Doméstico	24000 L	Bomba eléctrica	2 m	3.14 m	587.65
37	491817.79	1850928.67	539.109	Omar Macoro	Desconocido	Desconocido	Bomba eléctrica	1.65 m	3.68 m	535.429
38	487911	1853114	522.714	Mario Ernesto Avendaño Morales	Doméstico	1500 L	Bomba eléctrica	2.20 m	4.38 m	518.334
39	484706.44	1852573.92	555.952	La Canja Hotelera S.A. de C.V.	Comercial	25000 L	Bomba eléctrica	4 m	10.64 m	545.312
40	492567.4	1849048.13	705.73	Victor Hugo Zavaleta	Doméstico	50000 L	Bomba eléctrica	3 m	8.76 m	696.97
41	487432.96	1847912.13	831.288	Ejido	Desconocido	Desconocido	Cubeta	2.60 m	4.18 m	827.108
42	486786.95	1847392.23	869.996	Gustavo Gutiérrez	Doméstico	Sin Extracción	Cubeta	1.85 m	6.92 m	863.076
43	486684.73	1846661.66	900.053	Otilio Velázquez Cundapi	Doméstico	95 L	Cubeta	2.20 m	3.20 m	896.853
44	487507.73	1846830.3	883.123	Juan Carlos Vásquez Gutiérrez	Doméstico	90000 L	Bomba eléctrica	2.90 m	4.43 m	878.693
45	488345.94	1844272.54	819.467	Luis Alberto Gómez Hernández	Servicio	540000 L	Bomba eléctrica	11.90 m	5.97 m	813.497
46	488902.18	1848914.44	841.743	Ejido	Desconocido	Desconocido	Bomba eléctrica	1.60 m	12.96 m	828.783
47	487960.63	1846055.82	850.752	No Asignado	Desconocido	Desconocido	Desconocido	3.01 m	6.80 m	843.952
48	488530.24	1847331.57	894.792	No Asignado	Desconocido	Desconocido	Desconocido	1.60 m	3.76 m	891.032
49	489605.05	1846716.33	868.63	Ejido	Diferente	20000 L	Bomba y cubeta	5 m	1.40 m	867.23
50	488902.59	1846561.27	859.05	Ejido	Doméstico	45000 L	Bomba eléctrica	1.50 m	2.02 m	857.03
51	491736.64	1843086.09	713.58	Dr. Erick Ramon Roblero Pérez	Doméstico	Pendiente	Bomba eléctrica	1.50 m	18.32 m	695.26
52	489086.2	1842317.1	780.783	Pozo Público	Diferente	Desconocido	Bomba eléctrica	1.50 m	4.57 m	776.213
53	486971.01	1845899.63	878.225	No Asignado	Agrícola	Desconocido	Cubeta	1.50 m	3.80 m	874.425
54	486563.898	1845809.63	877.835	No Asignado	Diferente	Desconocido	Cubeta	2.47 m	0.78 m	877.055
55	485505.73	1845731.52	786.248	No Asignado	Agrícola	Desconocido	Cubeta	2.30 m	1.56 m	784.688
56	485185.89	1846195.36	746.927	Pozo Público	Agrícola	Desconocido	Cubeta	3 m	0.50 m	746.427
57	484694.88	1846864.76	749.216	No Asignado	Agrícola	Desconocido	Cubeta	1.20 m	2.97 m	746.246
58	489687.52	1843733.18	815.539	Ranchería y Caballeriza	Diferente	Desconocido	Bomba con gasolina	2.70 m	10.46 m	805.079
59	486015.02	1850475.3	655.656	Estela	Doméstico	Desconocido	Desconocido	2.50 m	1.60 m	654.056
60	488698.15	1854096.07	540.106	Veterinaria	Doméstico	150000 L	Bomba eléctrica	1.70 m	1.21 m	538.896
61	479761.743	1848451.841	545.964	Jesús Sánchez	Doméstico	Desconocido	Cubeta	1.40 m	5.10 m	540.864
62	479118.688	1848852.293	556.774	Jose Luis Ríos Jiménez	Doméstico	Desconocido	Bomba eléctrica	1.45 m	3.23 m	553.544
63	479505.98	1853971.08	618.063	No Asignado	Doméstico	14400 L	Cubeta	1.35 m	7.90 m	610.163
64	480562.62	1853518.32	602.25	No Asignado	Abandonado	Sin Extracción	Desconocido	2.10 m	1.50 m	600.75
65	481218.1	1853191.66	588.439	No Asignado	Doméstico	6000 L	Bomba eléctrica	2.10 m	0.45 m	587.989
66	480369.72	1852323.09	585.857	No Asignado	Servicio	90000 L	Bomba eléctrica	1.38 m	4.57 m	581.287
67	490212.38	1850400.78	553.349	No Asignado	Doméstico	Desconocido	Bomba electrica	2.20 m	1.07 m	552.279
68	490442.69	1849738.37	606.507	Cerro Hueco	Manantial	-----	-----	-----	0 m	606.507
69	489695.865	1848728.568	768.885	ZooMAT	Manantial	-----	-----	-----	0 m	768.885
70	484699.233	1853090.208	550.522	Joyoy Mayu	Manantial	-----	-----	-----	0 m	550.522
71	487396.54	1848755.24	735.908	El Zapote	Manantial	-----	-----	-----	0 m	735.908
72	487368.07	1848987.93	704.217	Colonia 7 de Abril	Manantial	-----	-----	-----	0 m	704.217
73	487748.45	1849842.71	594.765	Colonia 2 de Febrero	Manantial	-----	-----	-----	0 m	594.765
74	478143.027	1846569.727	572.065	No Asignado	Diferente	--	Cubeta	1.5 m	14.2	557.865
75	491212.139	1853542.279	496.121	Unidad Chiapaneca	Manantial	-----	-----	-----	0 m	496.121
76	491503.4	1854097.997	543.684	Colonia San Isidro	Manantial	-----	-----	-----	0 m	543.684
77	488884.1	1852868.38	524.199	Convivencia Infantil	Diferente	300000 L	Bomba electrica	2 m	2.85 m	521.349
78	491583.787	1854435.182	553.838	Colonia Paulino Aguilar Paniagua	Manantial	-----	-----	-----	0 m	553.838
79	487099.39	1853910.6	547.249	Flor de María Jiménez Jonapa	Doméstico	152000 L	Bomba eléctrica	1.30 m	1.50 m	545.749
80	478843.375	1847637.054	549.831	Manuel Hernández López	Doméstico	4400 L	Cubeta	1.85 m	2.1 m	547.731
81	483803.945	1852732.294	556.552	UNACH	Particular	-----	-----	1.44 m	5.78 m	550.772
82	484105.593	1847516.524	759.264	Manantial	Manantial	-----	-----	-----	0 m	759.264
83	484932.665	1851762.184	571.804	Pozo Rama gas	Diferente	-----	-----	2.5	5.30 m	566.504
84	484678.062	1851517.285	614.784	country	Diferente	-----	-----	1.10 m	19.3	595.484
85	488686.85	1854753.8	561.993	Asuncion Chanona Diaz	Servicio	120000 L	Bomba eléctrica	3 m	2.26 m	559.733
86	478974.18	1855396.49	666.664	Balneario Ejidal "Plan de Ayala"	Natural	-----	-----	-----	0 m	666.664
87	488597.28	1853313.23	521.173	No Asignado	Doméstico	75000 L	Bomba eléctrica	1.8 m	1.02 m	520.153
88	489766.01	1853059.64	518.542	No Asignado	Doméstico	120000 L	Bomba eléctrica	1.6 m	3.21 m	515.332
89	480433.05	1854937.81	622.155	No Asignado	Doméstico	30000 L	Bomba eléctrica	1.6 m	3.89 m	618.265
90	481771.19	1854764.82	629.599	Ferre Norte	Diferente	40000 L	Bomba eléctrica	1.7 m	14.21 m	615.389
91	482463.47	1854184.79	607.679	has Deportivas Fraccionamiento Center	Natural	-----	-----	-----	0 m	607.679
92	482616.53	1853808.79	587.409	Canal de la colonia Atenas	Natural	-----	-----	-----	0 m	587.409
93	482606.82	1853039.14	574.506	Foviste 2 Jardín Corona	Público	Nulo	Bomba eléctrica	3.03 m	2.47 m	572.036

Tabla 6: Base de datos "Registro Piezométrico de la Zona Tuxtla Gutiérrez" (REPMA)

UBICACION DE LOS POZOS ACTUALIZADOS



ESPECIFICACIONES CARTOGRÁFICAS
 PROYECCIÓN ----- UNIVERSAL TRANSVERSAL DE MERCATOR
 CUADRÍCULA ----- UTM A CADA 1 KM
 DATUM HORIZONTAL ----- WGS 1984

SIMBOLOGÍA

- Pozo ●
- Río —
- Cuerpo de Agua ■
- Localidades ●
- Camino —
- Carretera =
- Mancha Urbana ■

ESCALA 1:70000

Fuentes
 GEOWEB CHIAPAS (2020) Modelo Digital de Elevación
 INEGI (2019) Conjunto de Datos Vectoriales de Información Topográfica E15C59 (Chicoasén) Escala 1:50000
 INEGI (2019) Conjunto de Datos Vectoriales de Información Topográfica E15C69 (Tuxtla Gutiérrez) Escala 1:50000
 CONAGUA (2021) Base de Datos REPDA
 Hernández Domínguez, M.A. (2022) Mapa de Ubicación de los Pozos Actualizados



Mapa 8: Ubicación de los 93 pozos y manantiales encontrados en el Servicio Social (Hernández Domínguez, M.A., 2022)

6.4 TRAZO DE LA DIRECCION DE FLUJO SUBTERRANEO

TRIANGULACIÓN

Para realizar el cálculo de isopiezas se realizó una triangulación anterior a ello donde se empleó el Software **AutoCAD 2017** y la extensión **CivilCAD**, introducimos las coordenadas (X; Y; Z) de los piezómetros y las convertimos a **proyecto** para poderlas trabajar, usamos la herramienta **CivilCAD-Altimetría-Triangulación-Proyecto** donde seleccionamos los puntos de los pozos y nos genera una triangulación entre ellos. (Ver mapa 9 en anexos)

TRAZO DE LAS ISOLÍNEAS

Posterior a ellos usamos la herramienta **CivilCAD-Altimetría-Triangulación-Proyecto** donde seleccionamos la triangulación, las curvas secundarias se calcularon a cada 5 metros y las maestras a cada 25 metros, con las isopiezas calculadas dibujaremos el flujo subterráneo. (Ver mapa 10 en anexos)

DIRECCION DEL FLUJO SUBTERRANEO

Para determinar el flujo subterráneo hicimos uso de la herramienta **Polilinea** y seguimos el reglamento de Werner (Werner 1999) que menciona que el flujo es perpendicular a las isopiezas y a medida de lo posible crear cuadrados entre los mismos flujos.

Cuando la densidad de flujo aumentaba se entiende que hay un flujo principal en el lugar y se unen a este, por lo que se le considera un flujo principal. (Ver mapa 11 en anexos)

DISTRIBUCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

Para realizar este proyecto, el valle de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas se dividió en dos partes; zona norte y zona sur. La zona norte comprende la trayectoria del río Sabinal y la zona sur comprende la zona sur-poniente de Tuxtla Gutiérrez y la meseta de Copoya. En la zona norte de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas se encontraron 36 pozos y en la zona sur 41 pozos, los piezómetros que se compartieron fueron 16, que se encuentran más cerca del río Sabinal.

(mapa 12 en anexo) Al unir los dos trabajos se formó la red de flujo subterráneo de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. (mapa 15 en anexos)

Para la división de las zonas de estudio se tomó como referencia la avenida principal de la capital, es el Boulevard Belisario Domínguez, la cual delimita el norte y sur de la capital, tomando como punto inicial el poniente en la colonia "El Sabino" y con terminal en el oriente en la colonia "La Misión"

6.5 ANÁLISIS DE LA DIRECCIÓN DE FLUJO

Características de las zonas de recarga y descarga

El funcionamiento sistémico de la naturaleza genera una dependencia o relación entre los diversos componentes del ambiente, donde los elementos presentes en superficie son resultado de diferentes procesos que se originan en el subsuelo.

Áreas de recarga y descarga

Las áreas de carga son aquellas que en el flujo subterráneo presenta una componente vertical descendente y las áreas de descarga ascendente.

Zonas de descarga

Una zona de descarga es la evidencia más viable de identificar el funcionamiento del agua subterránea, es el sitio donde el agua aflora (superficie) y representa la fase final de recorrido del flujo subterráneo; así, el agua ha adquirido propiedades particulares (salinidad, temperatura, pH, OD, entre otros) teniéndose una continuidad específica de caudal en el tiempo que condiciona la presencia de determinado suelo y de una vegetación acorde con las variables del caso.

Una zona de descarga puede estar representada por un manantial, lago, suelo salino, vegetación controlada por la salinidad del agua-suelo, y/o un nivel de agua subterránea somero. Entre mayor ha sido el recorrido (tiempo de residencia) del agua subterránea en el subsuelo, se han originado diversos procesos, entre ellos el intercambio físicoquímico agua-roca, que otorgan al agua propiedades fisicoquímicas peculiares que dependen del tipo de roca, profundidad y distancia de recorrido, principalmente. Así, un suelo asociado con una

zona de descarga tiende a ser más salino y alcalino (posiblemente sódico), tornándose en general bien desarrollado, con alto contenido de materia orgánica (MO) y pudiendo llegar a tener rasgos hidromórficos (moteado y concreciones de Fe y Mn; colores gley). Por esto, la vegetación asociada con zonas de descarga (regional) sobrevive en regiones permanentemente inundadas (vegetación freatofita) y/o es tolerante a alta salinidad (vegetación halófila) y/o yeso (vegetación gipsófila). La descarga de agua subterránea ocurre a una elevación topográfica más baja que donde se origina la recarga.

Zonas de recarga

La identificación de estas zonas es más complicada debido a que el agua se infiltra y no se tiene evidencia superficial como en las de descarga, a menos que se cuente con presupuesto suficiente para perforar y tomar muestras de suelo y subsuelo en condiciones específicas. No obstante, un primer indicador está asociado con la conductividad hidráulica de la roca, la cual puede permitir la infiltración del agua de lluvia; un segundo es que tal roca se localice en una elevación topográficamente alta. En la zona de recarga el nivel freático se encuentra profundo, el suelo es ácido y poco desarrollado con poca cantidad de materia orgánica, baja concentración de sodio y/o sales. La vegetación es xerófita, esto es, adaptada a un ambiente relativamente seco, con raíz larga para alcanzar captar el agua infiltrada en su camino al nivel freático. (Peñuela Arévalo, 2012)

Flujos locales y regionales

Según (Sánchez san Román, 2012), La diferencia es relativa, depende de la escala que consideremos. Los flujos locales normalmente están asociados a valles de menor entidad y los flujos regionales a los valles principales de una región.

En la misma vertical dos sondeos pueden encontrar aguas de calidad química muy distinta, como en los puntos marcador como **A** y **B** en la figura. El agua en **B** procede de un flujo regional (mayor recorrido, tiempo de permanencia mucho mayor), por lo que será más salina y su composición química puede ser muy diferente. (figura 9)

Puntos de estancamiento: Zonas de la red de flujo que no están sometidas a ningún gradiente, por lo que el agua no se moverá, como el marcado en la figura con **E**. (figura 9)

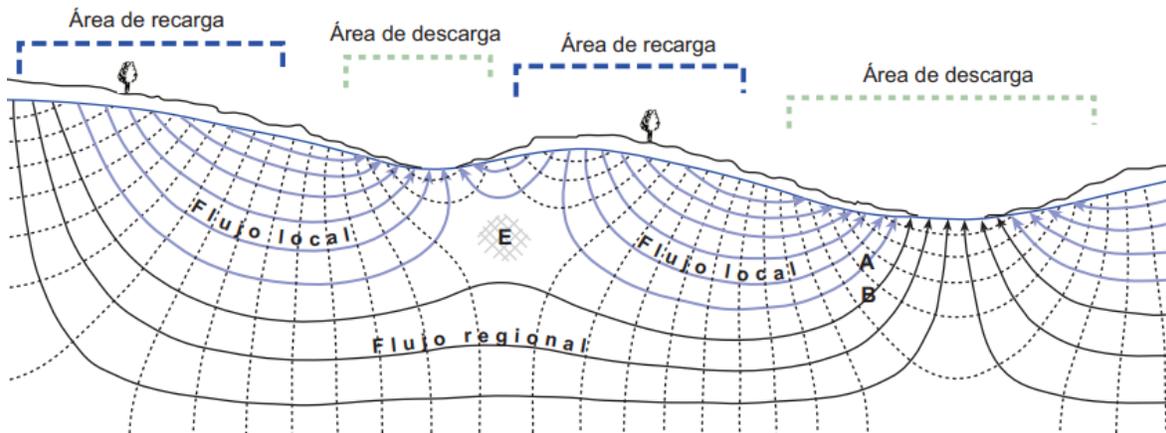


Figura 9: red de flujo que esquematiza el flujo subterráneo natural en una región de conductividad hidráulica homogénea. (Sánchez, 2012)

No olvidamos que una sección vertical pertenece a una realidad tridimensional. La red de flujo de la figura anterior podría corresponder a este entorno. (figura 10)

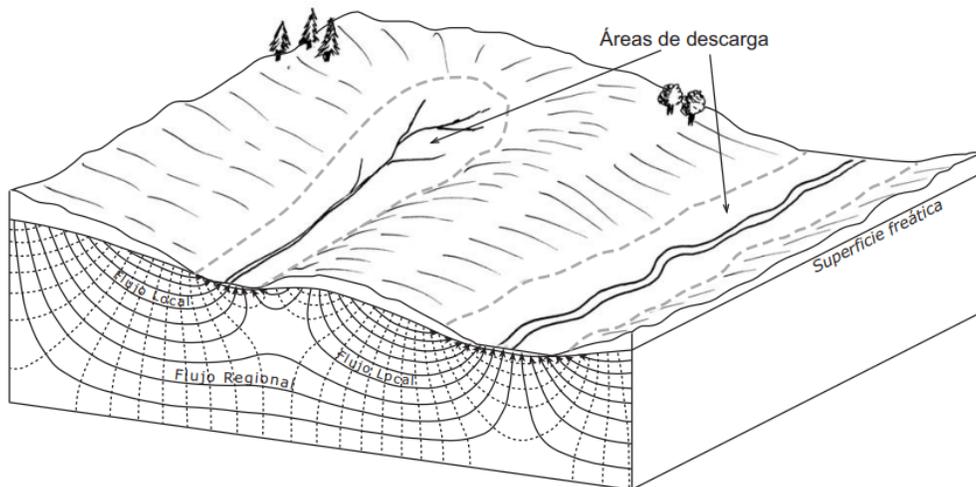


Figura 10: red de flujo que esquematiza el flujo subterráneo natural en una región de conductividad hidráulica homogénea. (Sánchez, 2012)

Como indicábamos, el cauce menor genera un área de descarga con el correspondiente flujo local, mientras que el cauce principal recibe flujos locales y regionales. Puede observarse que la divisoria subterránea entre ambos cauces no coincide con la divisoria topográfica, ni tampoco con el punto más alto de la superficie freática.

7. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS OBTENIDOS

En el valle de Tuxtla la recarga se ve afectada debido a que las rocas son arcillosas y por lo tanto se ve disminuida su permeabilidad. Estas recargas son originadas por la infiltración de agua de lluvias y las descargas del acuífero colgado de Copoya, generalmente.

En la configuración de flujo subterráneo se puede apreciar que las equipotenciales (isolíneas) se encuentran acotadas a cada 5 unidades, que los valores más altos de cargas hidráulicas se tienen en la parte Sureste del valle de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas con valores de 696.97 y 654.056 metros sobre nivel del mar, en el Noroeste muestra valores de 679.245 y 672.509 metros sobre nivel del mar, mientras que en el Noreste se tienen los valores más bajos, siendo el menor de 491.743 y 492.7840 metros sobre el nivel del mar. Hacia la parte Suroeste del valle de Tuxtla se tienen cargas hidráulicas de bajo valor que van de 536.04 a 529.83 metros sobre nivel del mar. El valor promedio de las cargas hidráulicas en el valle de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas es de 572.523 msnm. (Ver Mapa 15 en Anexos)

Con base a la investigación realizada se trazó la dirección de flujo subterráneo en la zona sur de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, con la cual se demuestra que Las aguas subterráneas se pueden valorar, aprovechar y controlar como cualquier recurso natural y su conocimiento no presenta dificultades superiores a las de las superficiales, aunque son distintos los principios y las técnicas, y existen modelos de flujo subterráneo y transporte de contaminantes de libre disponibilidad que se utilizan rutinariamente para analizar el comportamiento de los acuíferos y sus relaciones con otros componentes del ciclo hidrológico, ríos, lagos, atmósfera y zona no saturada. En este caso se ha comprendido el flujo subterráneo radial centrifugo de la zona de Copoya (zona de recarga) , y al considerar las condiciones urbanas que están en la zona de recarga, sus mecanismos y operación, se puede establecer que toda actividad de uso y descarga residuales que se efectúe en la parte superior de la Mesa de Copoya, repercutirá directamente en la cantidad y en la calidad del agua subterránea, misma que posteriormente brotará en los manantiales de la ladera (zona de descarga), gracias a ello la zona de mayor concentración se encuentra en la zona sur poniente y la dirección del flujo subterráneo descargan en el rio Sabinal por lo tanto el rio Sabinal es un escurrimiento efluente.(Ver Mapa 14 en Anexos)

En el mapa de flujo subterráneo de la zona sur de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas (Mapa 14) se pueden apreciar que los valores más altos de las cargas hidráulicas (zona de recarga) se tienen en la parte Noroeste de la Mesa de Copoya con valores de 896.853 y 891.032 msnm formando un acuífero colgado que descarga a una elevación promedio de 742.068 msnm en el contacto de calizas arrecifales con rocas arcillosas que conforman un Acuitardo. Este cuerpo de agua (Acuífero colgado) se encuentra hidrogeológicamente conectado al Acuitardo cediéndole agua; convirtiéndose, la descarga del Acuífero Colgado de Copoya, en recarga del Acuitardo del Valle de Tuxtla Gutiérrez.

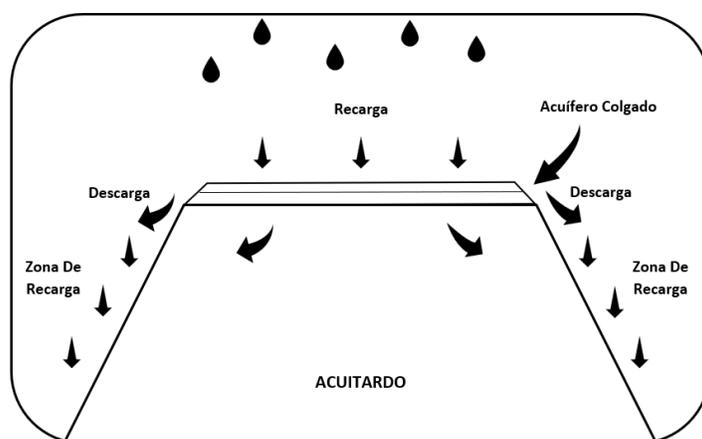


Figura 11. Distribución de un flujo subterráneo.

El flujo subterráneo de la zona sur de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, sigue dos trayectorias con parteaguas a la altura del Aeropuerto Francisco Sarabia:

Una con dirección general de poniente a oriente reconociendo la trayectoria del río Sabinal que descarga al río Grijalva; encontrándose concentraciones en las zonas de Terán.

La segunda con dirección sur-poniente siguiendo la trayectoria del Arroyo Sabinal afluente del río Suchiapa. La carga hidráulica con valor más alto se encuentra en la zona de recarga y es de 574.934 msnm en las inmediaciones del Aeropuerto Francisco Sarabia y la más baja de 529.83 msn

Por lo que el flujo realmente sigue una dirección suroeste-noreste. En general se puede afirmar que el flujo subterráneo reconoce la trayectoria del río Sabinal. (Mapa 13 en anexos)

8. RECOMENDACIONES

Teniendo en cuenta la información que se recabo en el servicio social y en la elaboración del trazo de flujo subterráneo de la zona de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, es recomendable que los datos se actualicen con frecuencia de 1 o 2 años (control periódico de niveles), para observar e identificar el comportamiento que este tiene y el impacto que pueda tener, además de que nuestro estudio sirva como base para proyectos futuros.

En las visitas a campo se nos dificultó la obtención de datos ya que el acceso era nulo, algunas personas no querían colaborar o en la mayoría de los casos el terreno estaba en mal estado ocasionando la dificultad en el acceso a los pozos y manantiales, a lo que consideramos es recomendable ampliar la zona de muestreo y visitar los accesos y zonas que fueron inalcanzables para nuestra brigada esto con la finalidad de cubrir el valle de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas en su totalidad.

9. ANEXOS



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS
FACULTAD DE INGENIERIA
P. E. INGENIERIA TOPOGRAFICA E HIDROLOGIA

SECCIÓN: ITH
OFICIO No. ITH/027/2021
TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS
21 DE OCTUBRE DE 2021

A QUIEN CORRESPONDA:
Presente.

Por este medio me permito presentar a los Alumnos del 7o. Semestre, Grupo "A" del Programa Educativo de Ingeniería Topográfica e Hidrología, que actualmente realizan su Servicio Social en el Proyecto de la Facultad de Ingeniería, relacionado con el tema "Agua Subterránea" con fines exclusivamente Educativos, durante el periodo 2021-2022.

Nombre del Alumno	Matricula
Miguel Antonio Hernández Domínguez.	63218010
Frederic Orbelin Juárez López.	63218011
Neri López Lira.	63218013
Limber de Jesús López Maza.	63218012
Karen Abigail López Pérez.	63218014
Mónica Rodríguez González.	63218021
Brenda Cecilia Sánchez Ramírez.	63218024
Isaac Vázquez .	63218028

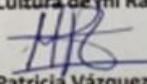
Por lo anterior, agradezco de antemano las facilidades que se le proporcione a los portadores del presente, para la realización de sus actividades encomendadas.

Sin otro particular, envío cordiales saludos.



UNICACH
FACULTAD DE INGENIERIA
TOPOGRAFICA E HIDROLOGIA

Atentamente
"Por la Cultura de mi Raza"



Dr. Martha Patricia Vázquez Pérez.
Coordinadora del P.E. de Ingeniería
Topográfica e Hidrología.

AGENCIA
REGISTRO

18/19/2021

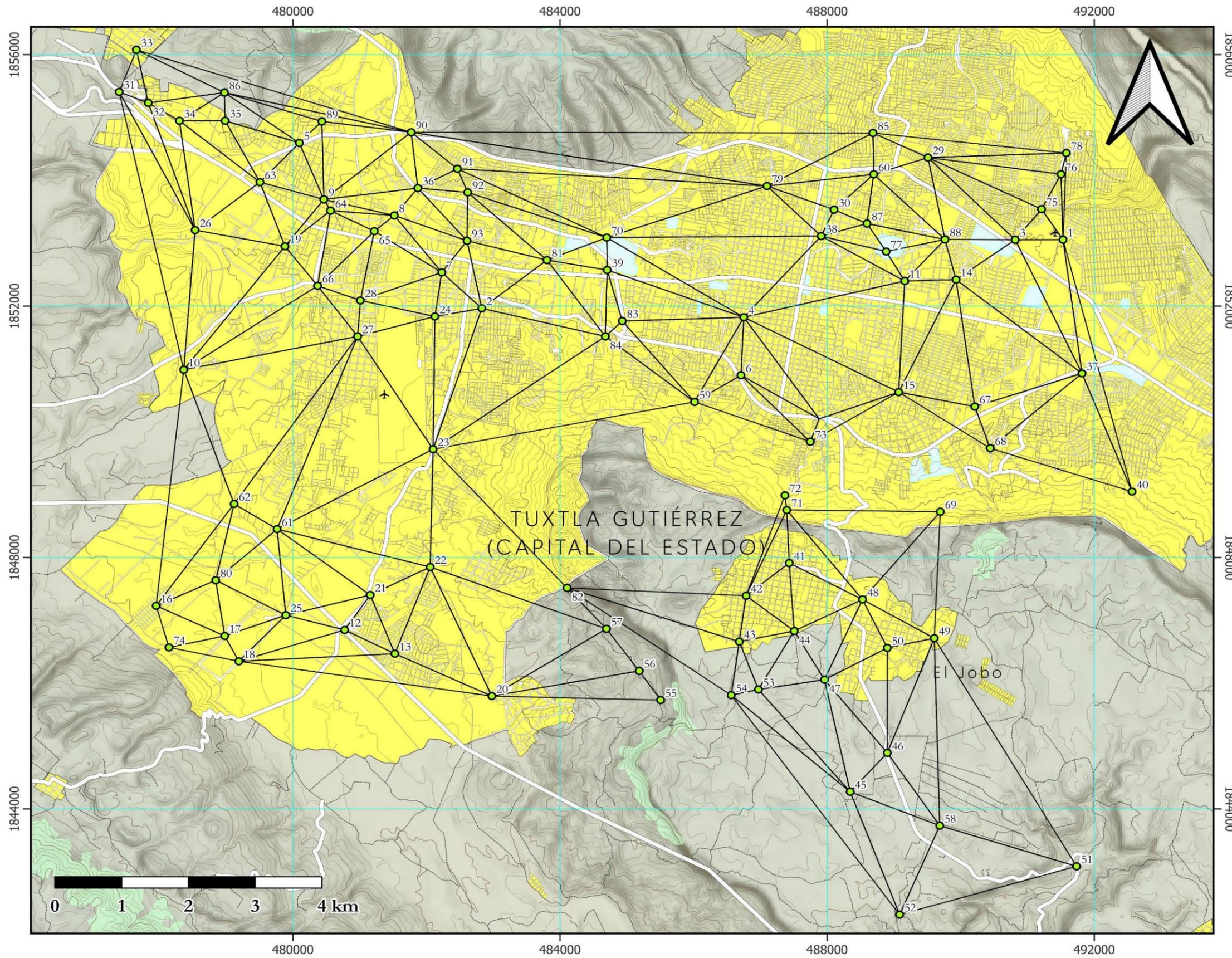
MPAL. COF

C.c.p. Expediente.

2021, Año de la Independencia

Ciudad Universitaria Libramiento Norte Pte. #1150.
Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, Mexico
Tel: 01961 617044 ext.4234
facultad.ingenieria@unicach.mx

Fotografía 9: Documento usado en el recorrido del servicio social (UNICACH, 2021)



TRIANGULACIÓN

Escala 1:60000

ESPECIFICACIONES CARTOGRÁFICAS

PROYECCIÓN ----- UNIVERSAL TRANSVERSAL DE MERCATOR
 CUADRÍCULA ----- UTM A CADA 4 KM
 DATUM HORIZONTAL ----- WGS 1984

SIMBOLOGÍA

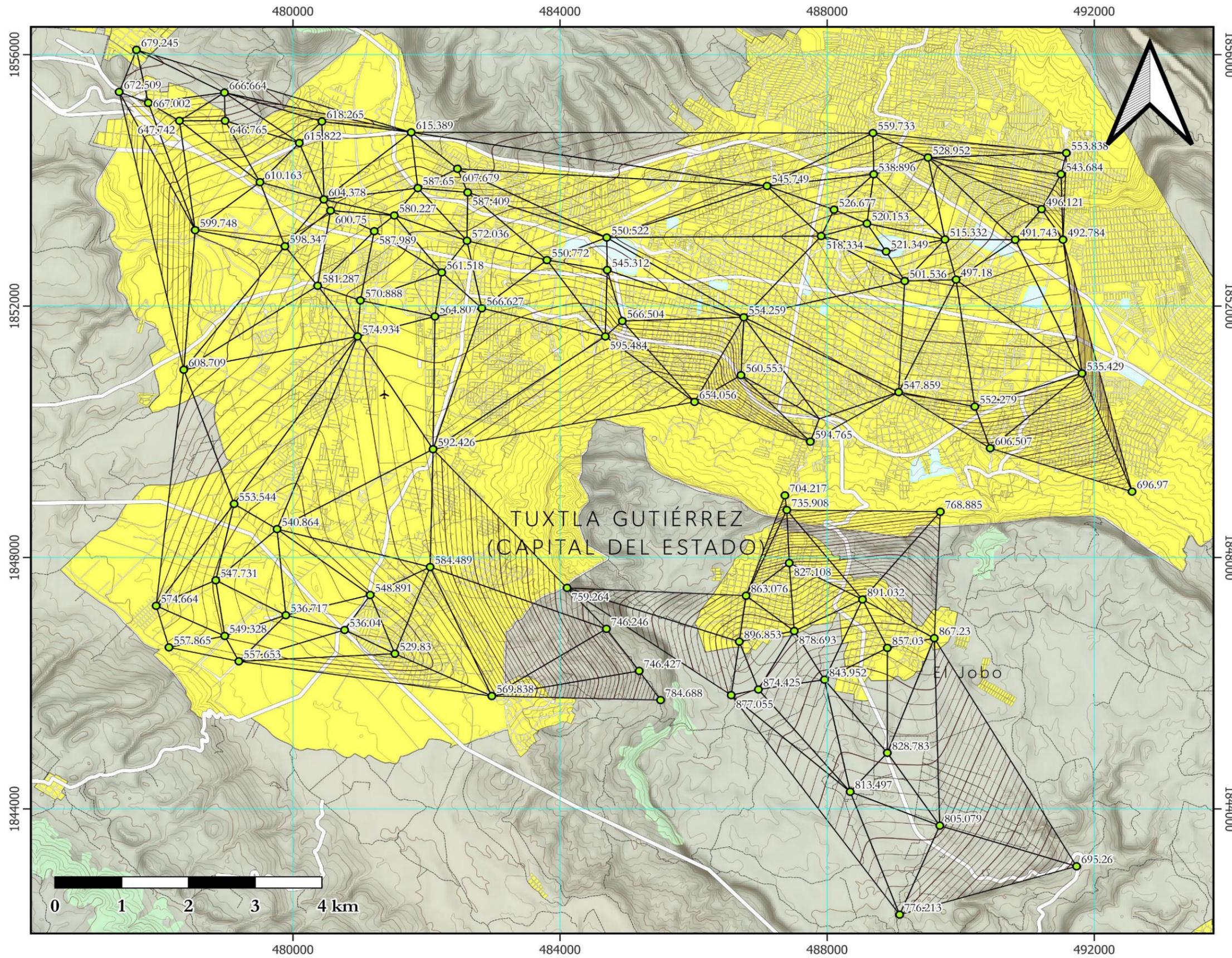
Triangulación 
 Piezómetros 492.784 

Fuentes

GEOWEB CHIAPAS (2020) Modelo Digital de Elevación de Alta resolución.
 INEGI (2019) Conjunto de Datos Vectoriales de Información Topográfica E15C59 (Chicoasén) Escala 1:50000.
 INEGI (2019) Conjunto de Datos Vectoriales.
 INEGI (2019) Red Hidrográfica Escala 1:50000.
 UNICACH (2022) Trazo Triangulación de Pozos y Manantiales de la Zona Tuxtla Gutiérrez.
 Hernández Domínguez, M.A. (2022) Mapa de Triangulación del Municipio de Tuxtla Gutiérrez.



Mapa 9: Triangulación de piezómetros (Hernández Domínguez, M.A., 2022)



ISOLÍNEAS

Escala 1:60000

ESPECIFICACIONES CARTOGRÁFICAS

PROYECCIÓN ----- UNIVERSAL TRANSVERSAL DE MERCATOR
 CUADRÍCULA ----- UTM A CADA 4 KM
 DATUM HORIZONTAL ----- WGS 1984

SIMBOLOGÍA

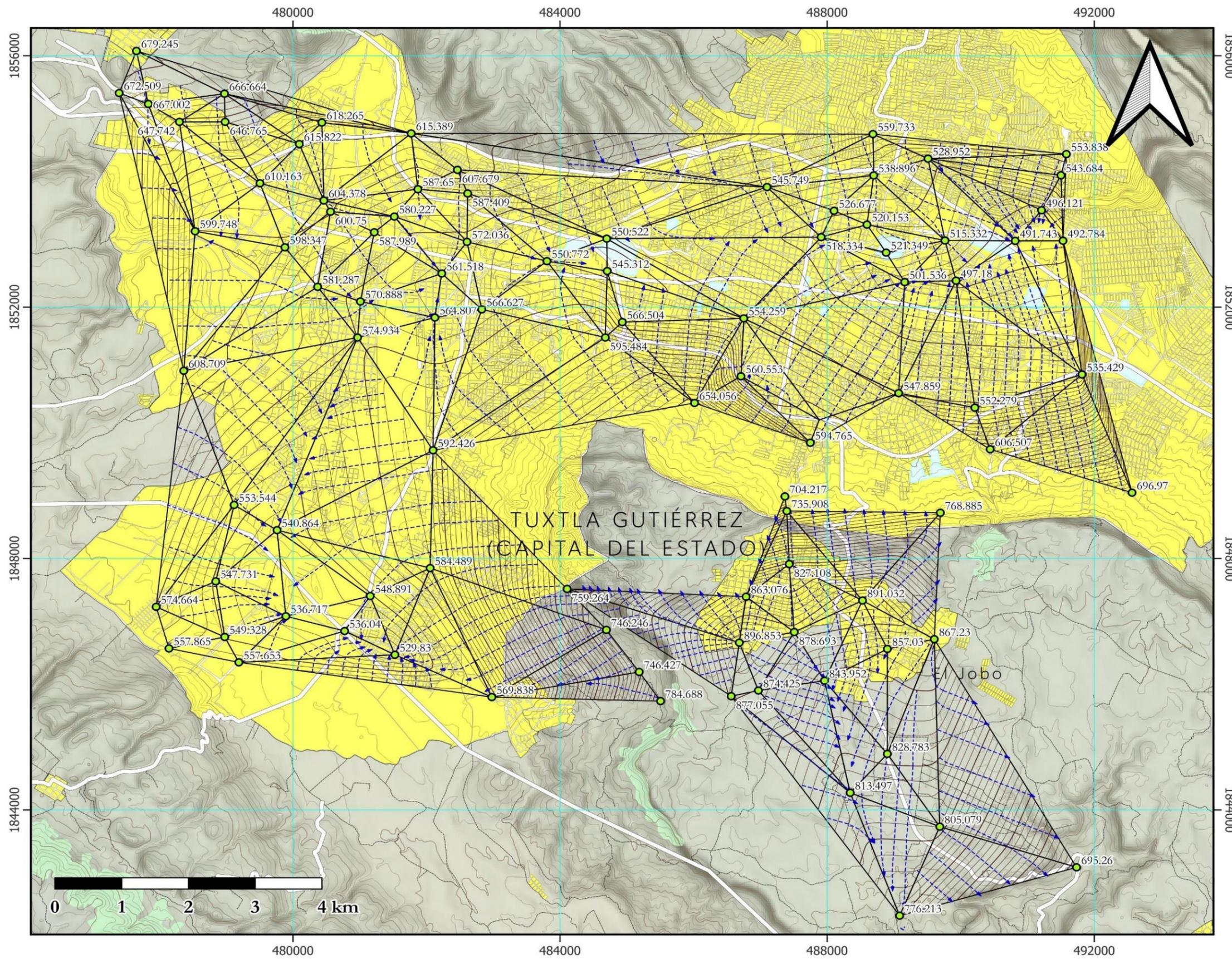
- Triangulación
- Piezómetros 492.784
- Islóneas a cada 5m
- Islóneas Maestra a cada 25m

Fuentes

GEOWEB CHIAPAS (2020) Modelo Digital de Elevación de Alta resolución.
 INEGI (2019) Conjunto de Datos Vectoriales de Información Topográfica E15C59 (Chicoasén) Escala 1:50000.
 INEGI (2019) Conjunto de Datos Vectoriales.
 INEGI (2019) Red Hidrográfica Escala 1:50000.
 UNICACH (2022) Trazo Triangulación de Pozos y Manantiales de la Zona Tuxtla Gutiérrez.
 Hernández Domínguez, M.A. (2022) Mapa de Islóneas del Municipio de Tuxtla Gutiérrez.



Mapa 10: Cálculo de isopiezas (Hernández Domínguez, M.A., 2022)



DIRECCIÓN DEL FLUJO SUBTERRÁNEO

Escala 1:60000

ESPECIFICACIONES CARTOGRÁFICAS

PROYECCIÓN ----- UNIVERSAL TRANSVERSAL DE MERCATOR
 CUADRÍCULA ----- UTM A CADA 4 KM
 DATUM HORIZONTAL ----- WGS 1984

SIMBOLOGÍA

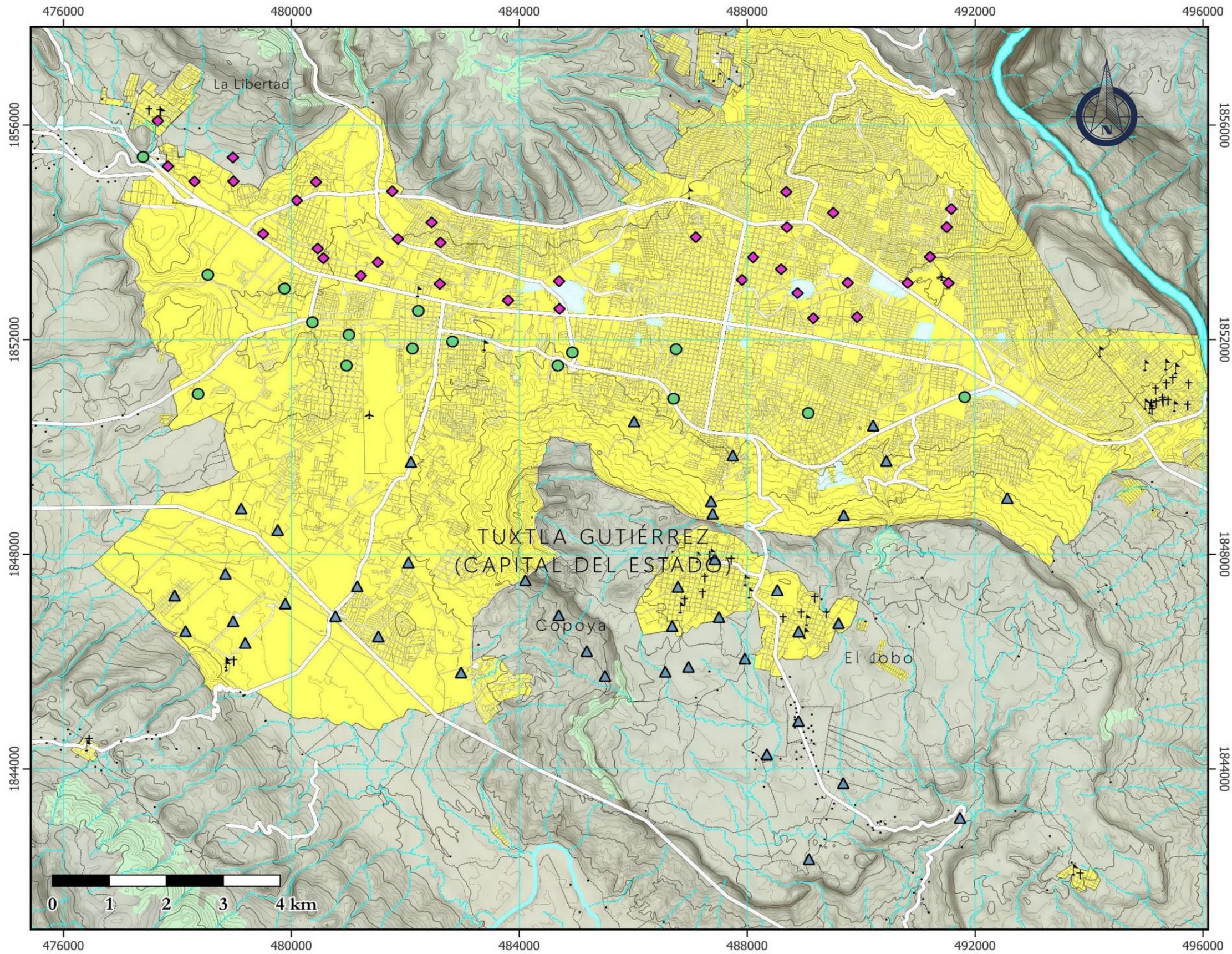
- Triangulación
- Piezómetros 492.784
- Isolíneas a cada 5m
- Isolíneas Maestra a cada 25m
- Dirección del Flujo Subterráneo

Fuentes

GEOWEB CHIAPAS (2020) Modelo Digital de Elevación de Alta resolución.
 INEGI (2019) Conjunto de Datos Vectoriales de Información Topográfica E15C59 (Chicoasén) Escala 1:50000.
 INEGI (2019) Conjunto de Datos Vectoriales.
 INEGI (2019) Red Hidrográfica Escala 1:50000.
 UNICACH (2022) Trazo Triangulación de Pozos y Manantiales de la Zona Tuxtla Gutiérrez.
 Hernández Domínguez, M.A. (2022) Mapa de Dirección de Flujo Subterráneo del Municipio de Tuxtla Gutiérrez.



Mapa 11: Trazo de flujo subterráneo (Hernández Domínguez, M.A., 2022)



MAPA DE LOS POZOS RECABADOS

ESPECIFICACIONES CARTOGRÁFICAS

PROYECCIÓN ----- UNIVERSAL TRANSVERSAL DE MERCATOR
 CUADRÍCULA ----- UTM A CADA 4 KM
 DATUM HORIZONTAL ----- WGS 1984

Escala 1:70000

SIMBOLOGÍA

- Pozos de la Zona Norte ◆
- Pozos de la Zona Sur ▲
- Pozos Compartidos ●

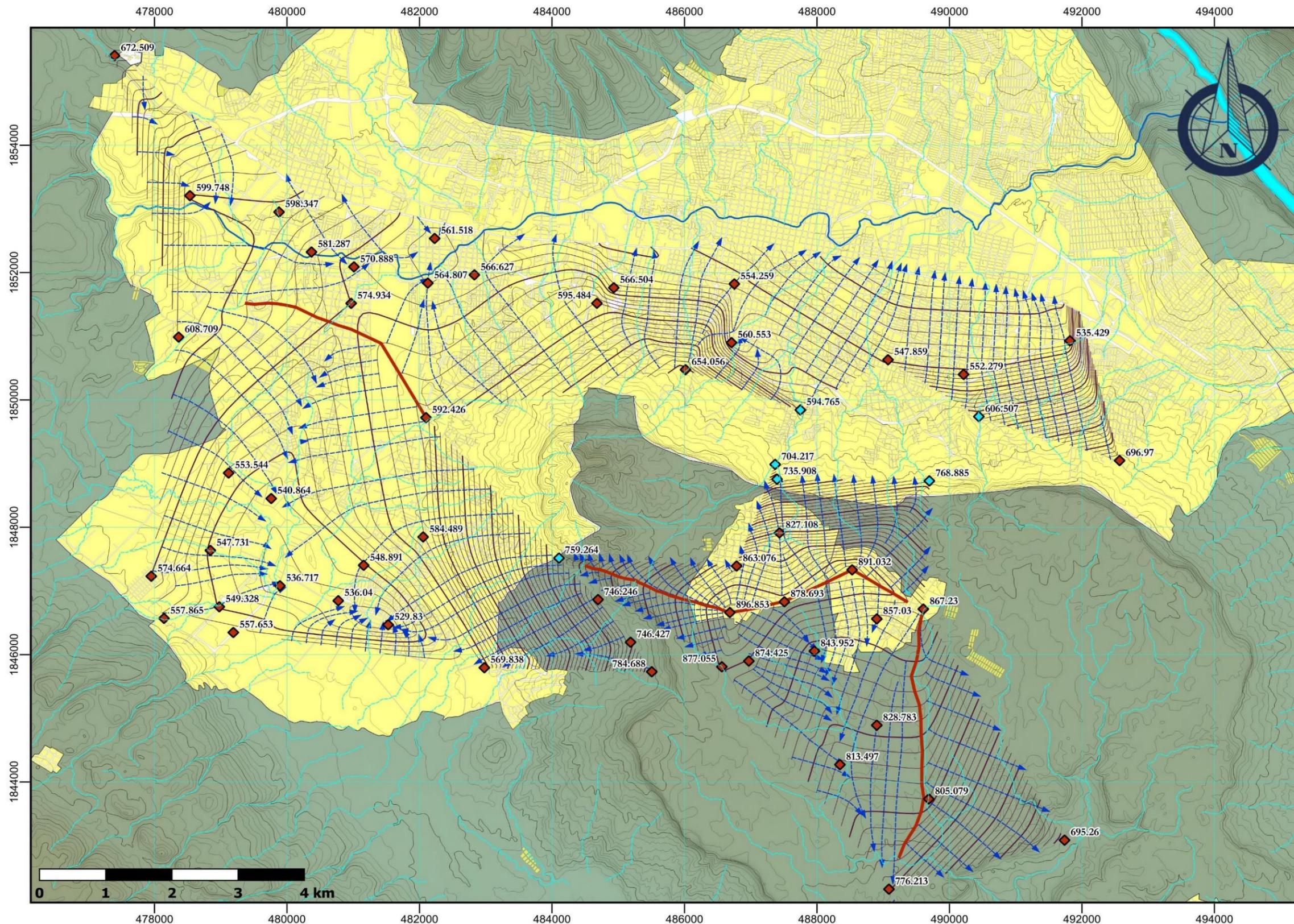
Fuentes

GEOWEB CHIAPAS (2020) Modelo Digital de Elevación de Alta resolución.
 INEGI (2019) Conjunto de Datos Vectoriales de Información Topográfica E15C59 (Chicoasén) Escala 1:50000.
 Hernández Domínguez, M.A. (2022) Mapa de Delimitación de las zonas de estudio de los pozos en la zona Sur de Tuxtla Gutiérrez.



Mapa 12: Mapa de pozos recabados (Hernández Domínguez, M.A)

DIRECCION DE FLUJO SUBTERRÁNEO DE LA ZONA SUR DE TUXTLA GUTIERREZ CON PARTEAGUAS



ESPECIFICACIONES CARTOGRÁFICAS

ELIPSOIDE ----- GRS80
 PROYECCIÓN -- UNIVERSAL TRANSVERSAL DE MERCATOR
 CUADRÍCULA ----- UTM A CADA 2 KM
 DATUM HORIZONTAL ----- WGS 1984

SIMBOLOGÍA

Rasgos Hidrográficos

- Pozo ◆
- Manantial ◆
- Parteaguas —
- Flujo Subterráneo - - -
- Flujo Principal —
- Corrientes de Agua - · - · -
- Cuerpo de Agua ■

ESCALA 1:60000

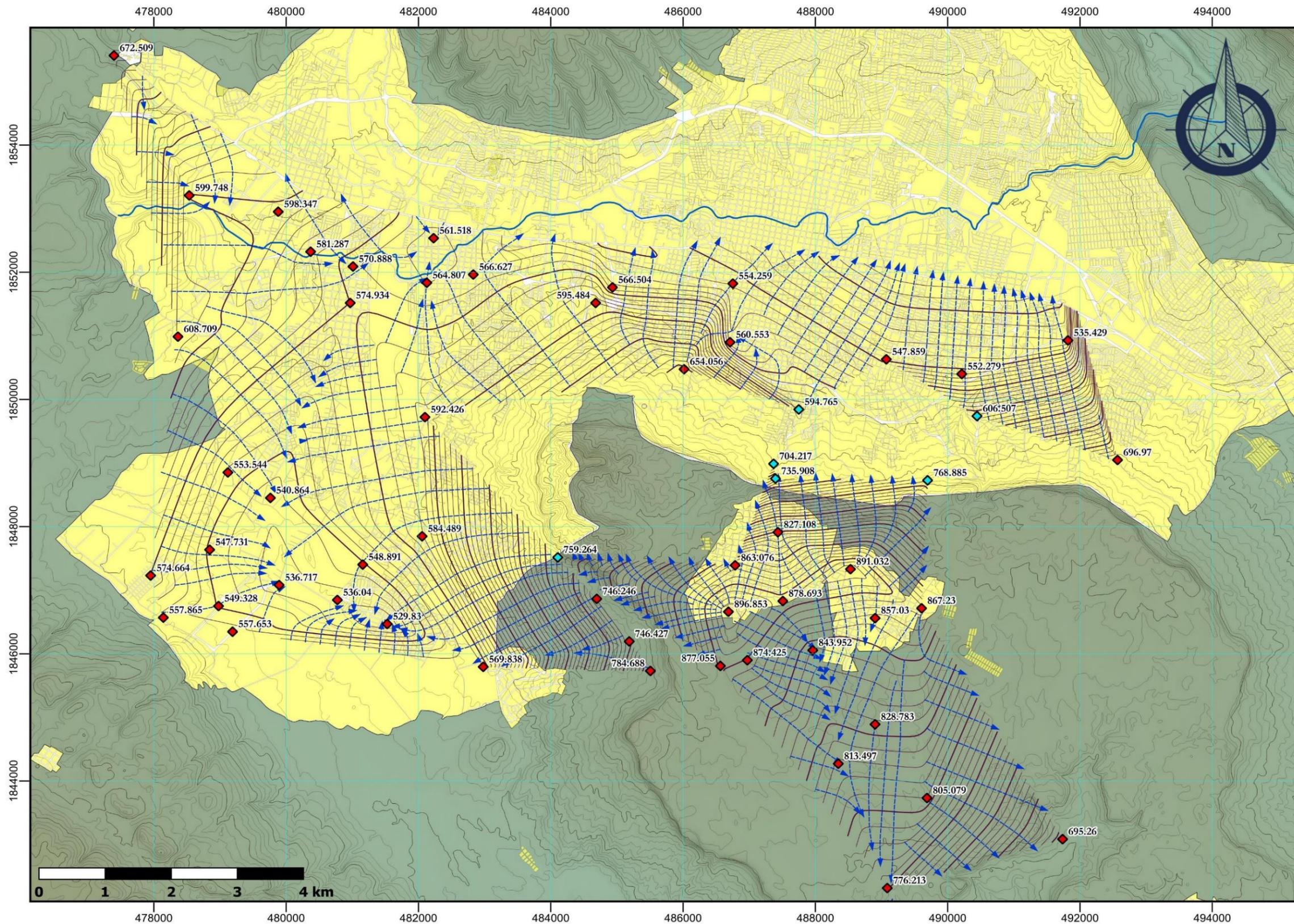
Fuentes

GEOWEB CHIAPAS (2020) Modelo Digital de Elevación de Alta resolución.
 INEGI (2019) Conjunto de Datos Vectoriales de Información Topográfica E15C59 (Chicoasén) Escala 1:50000.
 INEGI (2019) Conjunto de Datos Vectoriales.
 INEGI (2019) Red Hidrográfica Escala 1:50000.
 Juárez Solís, F.O. (2022) Mapa de la Dirección del Flujo Subterráneo de la Zona Sur de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.



Mapa 13. Dirección de flujo subterráneo con parteaguas de la zona sur de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

DIRECCIÓN DEL FLUJO SUBTERRÁNEO DE LA ZONA SUR DE TUXTLA GUTIÉRREZ



ESPECIFICACIONES CARTOGRÁFICAS

ELIPSOIDE ----- GRS80
 PROYECCIÓN -- UNIVERSAL TRANSVERSAL DE MERCATOR
 CUADRÍCULA ----- UTM A CADA 2 KM
 DATUM HORIZONTAL ----- WGS 1984

SIMBOLOGÍA

Rasgos Hidrográficos

- Pozo
- Manantial
- Flujo Subterráneo ---
- Flujo Principal —
- Corrientes de Agua ---
- Cuerpo de Agua

ESCALA 1:60000

Fuentes

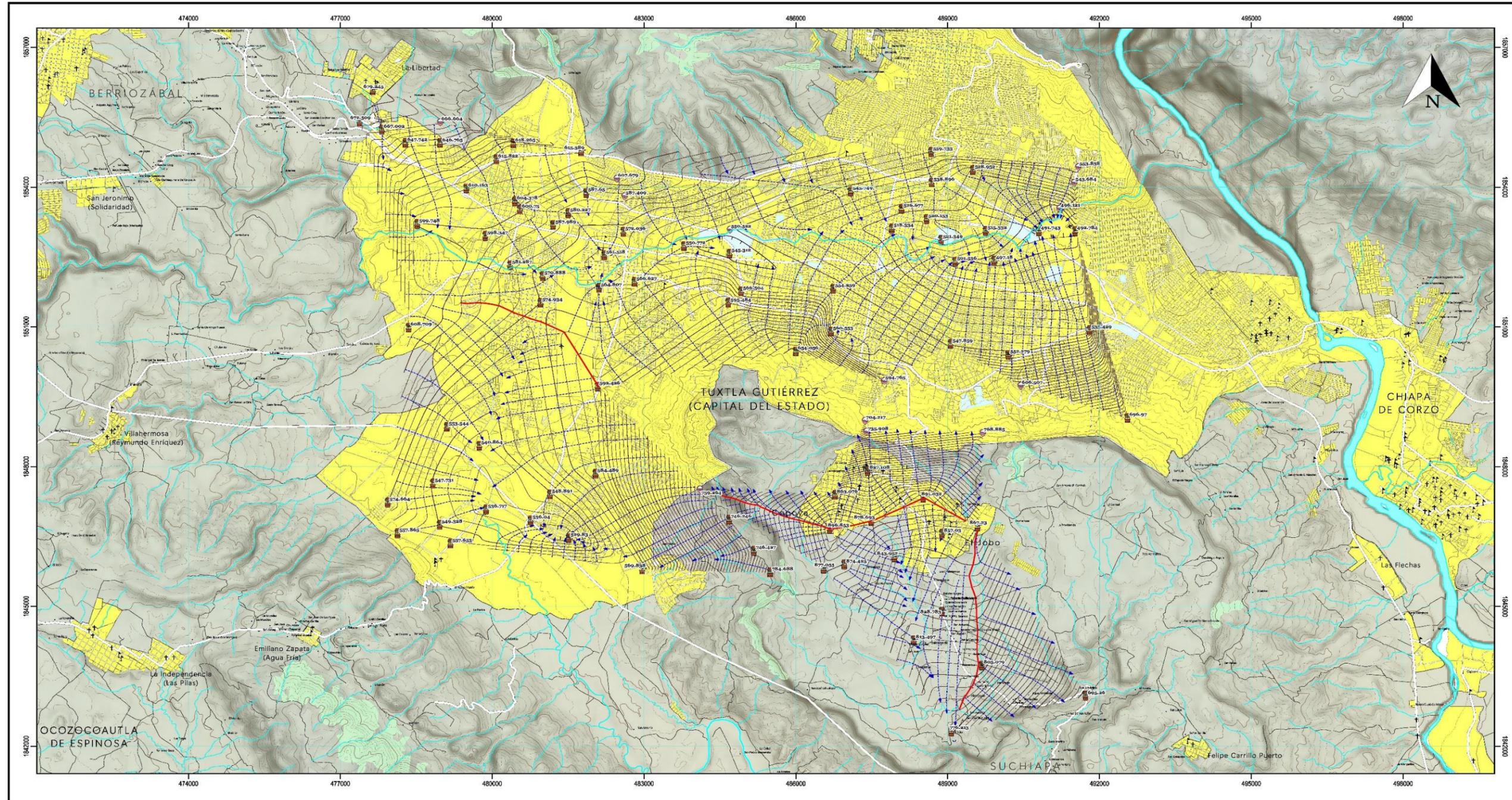
GEOWEB CHIAPAS (2020) Modelo Digital de Elevación de Alta resolución.
 INEGI (2019) Conjunto de Datos Vectoriales de Información Topográfica E15C59 (Chicoasén) Escala 1:50000.
 INEGI (2019) Conjunto de Datos Vectoriales.
 INEGI (2019) Red Hidrográfica Escala 1:50000.
 Juárez Solís, F.O. (2022) Mapa de la Dirección del Flujo Subterráneo de la Zona Sur de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.



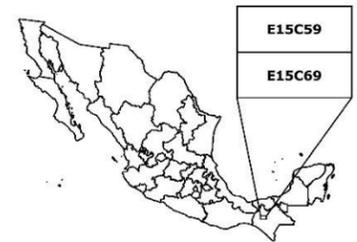
Mapa 14: Flujo subterráneo en la zona Sur de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. (Elaboración, propia, 2022).

Pozo	X	Y	Z	Titular	Uso	Extraccion por Mes	Tipo de Extraccion	Diametro	Espejo de Agua	Nivel Piezométrico
<u>1</u>	482828.39	1851964.11	571.827	David Manzur Elias	Servicio	11000 L	Bomba eléctrica	2 m	5.2 m	566.627
<u>2</u>	486752.22	1851821.88	556.469	Fernín Grajales Gonzalez	Servicio	90000 L	Bomba eléctrica	3 m	2.21 m	554.259
<u>3</u>	486710	1850900	563.883	Jesús Solórzano Aquino	Doméstico	Desconocido	Bomba eléctrica	1.50 m	3.33 m	560.553
<u>4</u>	482228.72	1852535.78	564.238	Construcrima del Sureste	Doméstico	1700 L	Cubeta	2 m	2.72 m	561.518
<u>5</u>	478364.22	1850987.14	615.089	Octavio Vázquez González	Doméstico	33000 L	Bomba eléctrica	1.50 m	6.38 m	608.709
<u>6</u>	480773.8	1846846.95	539.89	SMAPA	Distribución	20000L	Bomba eléctrica	5.40 m	3.85 m	536.04
<u>7</u>	481527.08	1846468.89	535.48	SMAPA	Distribución	15000 L	Bomba eléctrica	5.40 m	5.65 m	529.83
<u>8</u>	489072.08	1850630.78	549.559	Jose Antonio Morales López	Diferente	1800 L	Bomba eléctrica	2.90 m	1.70 m	547.859
<u>9</u>	477950.956	1847231.271	588.064	Pozo Público	Diferente	---	Cubeta	2 m	13.4	574.664
<u>10</u>	478978.046	1846751.795	553.928	Gonzalo	Domestico	90000 L	Bomba electrica	2.40 m	4.6	549.328
<u>11</u>	479189.57	1846348.1	561.033	No Asignado	Desconocido	Desconocido	Bomba eléctrica	2.80 m	3.38 m	557.653
<u>12</u>	479879.54	1852951.55	600.997	Heydi Nataren Candelaria	Doméstico	30000 L	Cubeta	1.40 m	2.65 m	598.347
<u>13</u>	482978.53	1845795.15	575.038	No Asignado	Sin Uso	Nula	Cubeta	2.20 m	5.20 m	569.838
<u>14</u>	481157.161	1847403.111	554.491	Francisco Javier	Doméstico	1800 L	Cubeta	3.10 m	5.60 m	548.891
<u>15</u>	482054.84	1847848.43	592.639	No Asignado	Doméstico	Bajo uso	Cubeta	2.50 m	8.15 m	584.489
<u>16</u>	482098.35	1849722.24	594.566	Cocina Economica	Doméstico	500 L	Cubeta	1.95 m	2.14 m	592.426
<u>17</u>	482125.71	1851834.71	568.417	Taller Mecanico	Doméstico	10000 L	Cubeta	1.95 m	3.61 m	564.807
<u>18</u>	479893.33	1847081.92	539.817	Víctor Manuel Acosta Orozco	Servicio	30000 L	Bomba eléctrica	3 m	3.10 m	536.717
<u>19</u>	478534.36	1853208.34	609.098	Hugo Alejandro García Gómez	Doméstico	Desconocido	Bomba eléctrica	2.07 m	9.35 m	599.748
<u>20</u>	480968.13	1851517.22	578.684	Julio Alberto Esponda	Doméstico	Desconocido	Bomba eléctrica	1.50 m	3.75 m	574.934
<u>21</u>	481010	1852090	574.618	Vicente Estrada	Doméstico	Desconocido	Bomba eléctrica	1.50 m	3.73 m	570.888
<u>22</u>	477397.03	1855407.47	678.679	Vivero "Jardines"	Servicio	105000 L	Bomba eléctrica	2 m	6.17 m	672.509
<u>23</u>	491817.79	1850928.67	539.109	Omar Macoro	Desconocido	Desconocido	Bomba eléctrica	1.65 m	3.68 m	535.429
<u>24</u>	492567.4	1849048.13	705.73	Victor Hugo Zavaleta	Doméstico	50000 L	Bomba eléctrica	3 m	8.76 m	696.97
<u>25</u>	487432.96	1847912.13	831.288	Ejido	Ejido	Desconocido	Cubeta	2.60 m	4.18 m	827.108
<u>26</u>	486786.95	1847392.23	869.996	Gustavo Gutiérrez	Doméstico	Sin Extracción	Cubeta	1.85 m	6.92 m	863.076
<u>27</u>	486684.73	1846661.66	900.053	Otilio Velázquez Cundapi	Doméstico	95 L	Cubeta	2.20 m	3.20 m	896.853
<u>28</u>	487507.73	1846830.3	883.123	Juan Carlos Vásquez Gutiérrez	Doméstico	90000 L	Bomba eléctrica	2.90 m	4.43 m	878.693
<u>29</u>	488345.94	1844272.54	819.467	Luis Alberto Gómez Hernández	Servicio	540000 L	Bomba eléctrica	11.90 m	5.97 m	813.497
<u>30</u>	488902.18	1844891.44	841.743	Ejido	Ejido	Desconocido	Bomba eléctrica	1.60 m	12.96 m	828.783
<u>31</u>	487960.63	1846055.82	850.752	No Asignado	Desconocido	Desconocido	Desconocido	3.01 m	6.80 m	843.952
<u>32</u>	488530.24	1847331.57	894.792	No Asignado	Desconocido	Desconocido	Desconocido	1.60 m	3.76 m	891.032
<u>33</u>	489605.05	1846716.33	868.63	Ejido	Diferente	20000 L	Bomba y cubeta	5 m	1.40 m	867.23
<u>34</u>	488902.59	1846561.27	859.05	Ejido	Doméstico	45000 L	Bomba eléctrica	1.50 m	2.02 m	857.03
<u>35</u>	491736.64	1843086.09	713.58	Dr. Erick Ramon Roblero Pérez	Doméstico	Pendiente	Bomba eléctrica	1.50 m	18.32 m	695.26
<u>36</u>	489086.2	1842317.1	780.783	Pozo Público	Diferente	Desconocido	Bomba eléctrica	1.50 m	4.57 m	776.213
<u>37</u>	486971.01	1845899.63	878.225	No Asignado	Agrícola	Desconocido	Cubeta	1.50 m	3.80 m	874.425
<u>38</u>	486563.898	1845809.63	877.835	No Asignado	Diferente	Desconocido	Cubeta	2.47 m	0.78 m	877.055
<u>39</u>	485505.73	1845731.52	786.248	No Asignado	Agrícola	Desconocido	Cubeta	2.30 m	1.56 m	784.688
<u>40</u>	485185.89	1846195.36	746.927	Pozo Público	Agrícola	Desconocido	Cubeta	3 m	0.50 m	746.427
<u>41</u>	484694.88	1846864.76	749.216	No Asignado	Agrícola	Desconocido	Cubeta	1.20 m	2.97 m	746.246
<u>42</u>	489687.52	1843733.18	815.539	Rancheria y Caballeriza	Diferente	Desconocido	Bomba con gasolina	2.70 m	10.46 m	805.079
<u>43</u>	486015.02	1850475.3	655.656	Estela	Doméstico	Desconocido	Desconocido	2.50 m	1.60 m	654.056
<u>44</u>	479761.7432	1848451.841	545.964	Jesús Sánchez	Doméstico	Desconocido	Cubeta	1.40 m	5.10 m	540.864
<u>45</u>	479118.6878	1848852.293	556.774	Jose Luis Ríos Jiménez	Doméstico	Desconocido	Bomba eléctrica	1.45 m	3.23 m	553.544
<u>46</u>	480369.72	1852323.09	585.857	No Asignado	Servicio	90000 L	Bomba eléctrica	1.38 m	4.57 m	581.287
<u>47</u>	490212.38	1850400.78	553.349	No Asignado	Doméstico	Desconocido	Bomba electrica	2.20 m	1.07 m	552.279
<u>48</u>	490442.69	1849738.37	606.507	Cerro Hueco	Manantial	----	----	----	0 m	606.507
<u>49</u>	489695.865	1848728.568	768.885	ZooMAT	Manantial	----	----	----	0 m	768.885
<u>50</u>	487396.54	1848755.24	735.908	El Zapote	Manantial	----	----	----	0 m	735.908
<u>51</u>	487368.07	1848987.93	704.217	Colonia 7 de Abril	Manantial	----	----	----	0 m	704.217
<u>52</u>	487748.45	1849842.71	594.765	Colonia 2 de Febrero	Manantial	----	----	----	0 m	594.765
<u>53</u>	478143.027	1846569.727	572.065	No Asignado	Diferente	--	Cubeta	1.5 m	14.2	557.865
<u>54</u>	478843.375	1847637.054	549.831	Manuel Hernández López	Domestico	4400 L	Cubeta	1.85 m	2.1 m	547.731
<u>55</u>	484105.593	1847516.524	759.264	Manantial	Manantial	----	----	----	0 m	759.264
<u>56</u>	484932.665	1851762.184	571.804	Pozo Rama gas	Diferente	----	----	2.5	5.30 m	566.504
<u>57</u>	484678.062	1851517.285	614.784	country	Diferente			1.10 m	19.3	595.484

Tabla 7: Base de datos "Registro Piezométrico de la Zona Sur, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas" (REPMA)



MAPA DE SUPERFICIE PIEZOMÉTRICA



PROYECTO DE SERVICIO SOCIAL
REALIZADO EN AGOSTO 2021 -
ENERO 2022



Especificaciones Cartográficas
PROYECCIÓN: UNIVERSAL TRANSVERSAL DE MERCATOR
CUADRICULA: UTM A CADA 3 KM
DATUM: WGS84

PROYECTO "TRAZO DE DIRECCIÓN FLUJO SUBTERRÁNEO ZONA TUXTLA GUTIÉRREZ"

MAPA DE SUPERFICIE PIEZOMÉTRICA
CORRESPONDIENTE AL PROYECTO DE
INVESTIGACIÓN CON REGISTRO
118-11-2021 UNICACH

REALIZADO POR LOS ALUMNOS
MIGUEL ANTONIO HERNÁNDEZ DOMÍNGUEZ
FREDERIC ORBELIN JUÁREZ SOLÍS
NERI LÓPEZ LIRA
LIMBER DE JESÚS LÓPEZ MAZA
KAREN ABIGAIL LÓPEZ PÉREZ
MÓNICA RODRÍGUEZ GONZÁLEZ
BRENDA CECILIA SÁNCHEZ RAMÍREZ
ISAAC VÁZQUEZ ARROYO

COORDINADO POR LOS CATEDRÁTICOS
DR. MAURO MORENO CORZO
MTRO. BENITO JAVIER VILLANUEVA DOMÍNGUEZ



SIMBOLOGÍA

Fuentes

GEOWEB CHIAPAS (2020) Modelo Digital de Elevación de Alta Resolución.
INEGI (2019) Conjunto de Datos Vectoriales de Información Topográfica E15C59 (Chicoasén) Escala 1:50000.
INEGI (2019) Conjunto de Datos Vectoriales de Información Topográfica E15C69 (Tuxtla Gutiérrez) Escala 1:50000.
Hernández Domínguez, M.A. (2022) Mapa de Superficie Piezométrica de la Zona Tuxtla Gutiérrez.

Rasgos Hidrográficos

- Pozo
- Manantial
- Corrientes de Agua
- Cuerpos de Agua
- Flujo Subterráneo
- Zona de Descarga

Rasgos Piezométricos

- Isolínea Ordinaria a 5m
- Isolínea Maestra Acotada a 25m
- Parteaguas

Áreas Simbolizadas

- Área Verde Urbana
- Vegetación Densa
- Representación del Relieve
- Curva de Nivel Ordinaria
- Curva de Nivel Maestra Acotada

Otros Rasgos Culturales

- Escuela
- Templo
- Localidad
- Mancha Urbana

Mapa 15: Flujo subterráneo de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

N. POZOS	TITULO	TITULAR	USO	Vol m3/año	LATITUD	LONGITUD
1	11CHS132402/30EPOC08	"OPERADORA TURISTICA DE TUXTLA" SOCIEDAD ANONIMA DE CAPITAL VARIABLE	SERVICIOS	2751.84	16°45'00.00"	-93°07'00.00"
2	11CHS132718/30GSDA09	"POLLOS SAN FRANCISCO" S.A. DE C.V.	PECUARIO	360.00	16°11'15.00"	-93°07'00.00"
3	11CHS132752/30GPOC10	"POLLOS SAN FRANCISCO" S.A. DE C.V.	PECUARIO	2376.00	16°44'18.30"	-93°04'07.30"
4	11CHS132416/30EPOC08	"SUAREZ ORANTES", SOCIEDAD DE PRODUCCION RURAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA	SERVICIOS	12614.40	16°42'14.70"	-93°12'41.20"
5	11CHS132416/30EPOC08	"SUAREZ ORANTES", SOCIEDAD DE PRODUCCION RURAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA	SERVICIOS	14716.80	16°42'14.30"	-93°12'40.70"
6	11CHS131764/30EPRG05	"SUPER SERVICIO AUTOMOTRIZ CLAVIMAR", S.A. DE C.V.	SERVICIOS	899.64	16°45'10.00"	-93°06'01.00"
7	11CHS122123/30EPA10	ADAN FRANCISCO TRUJILLO ESTRADA	SERVICIOS	2250.00	16°45'33.00"	-93°07'00.00"
8	11CHS132809/30EPA10	ADAN MUÑOZ NARCIA	SERVICIOS	3240.00	16°45'14.00"	-93°05'59.00"
9	11CHS131237/30CPGR03	ADRIANA MIRELE IBARRÉ MANDUJANO	PECUARIO	5670.00	16°44'59.30"	-93°05'22.80"
10	11CHS122850/30GKRR00	AGROPECUARIA S.A.M. S.A. DE C.V.	PECUARIO	0.00	16°32'01.00"	-92°59'35.00"
11	11CHS101259/30GPRG97	AGROPECUARIA S.A.M. S.A. DE C.V.	PECUARIO	0.00	16°42'21.00"	-93°10'50.00"
12	11CHS100001/30FPA13	AGUA ELECTRON S.A. DE C.V.	INDUSTRIAL	51469.00	16°45'36.30"	-93°09'00.80"
13	11CHS100001/30FPA13	AGUA ELECTRON S.A. DE C.V.	INDUSTRIAL	65000.00	16°45'35.00"	-93°08'53.00"
14	11CHS100001/30FPA13	AGUA ELECTRON S.A. DE C.V.	INDUSTRIAL	39420.00	16°45'33.00"	-93°08'53.00"
15	11CHS100846/30EPA13	AGUA PURIFICADA BORNEO S.A. DE C.V.	SERVICIOS	10800.00	16°45'18.00"	-93°05'40.00"
16	6CHS100873/30FPE95	AGUA PURIFICADA PLUS SA DE CV	INDUSTRIAL	10800.00	16°45'17.00"	-93°10'25.00"
17	11CHS116587/30FPRG06	AGUA PURIFICADA PLUS, S.A. DE C.V.	INDUSTRIAL	16511.04	16°45'22.00"	-93°10'32.00"
18	11CHS130635/30EMOC07	AGUAS AZULES DE CHIAPAS SA DE CV.	SERVICIOS	3787.77	16°44'16.90"	-93°07'31.10"
19	11CHS130635/30EMOC07	AGUAS AZULES DE CHIAPAS SA DE CV.	SERVICIOS	3787.77	16°44'12.90"	-93°07'29.90"
20	11CHS130635/30EMOC07	AGUAS AZULES DE CHIAPAS SA DE CV.	SERVICIOS	3787.77	16°44'12.80"	-93°07'31.40"
21	11CHS154629/30FPA15	ALBERTO DEL PINO FARRERA	DIFERENTES USOS	51840.00	16°45'14.10"	-93°05'32.80"
22	11CHS130891/30EPA11	ALBERTO NABOR CONSOSPO TRUJILLO	SERVICIOS	12000.00	16°45'14.20"	-93°05'57.70"
23	11CHS132303/30GSDR08	ALEJANDRO CRUZ CORDOVA	PECUARIO	12441.60	16°45'37.60"	-93°04'45.90"
24	11CHS150350/30EPA12	ALEJANDRO CRUZ CORDOVA	SERVICIOS	15552.00	16°44'26.20"	-93°04'45.80"
25	11CHS103793/30APOC07	ALEJANDRO ELICIO RODRIGUEZ GRAJE	AGRICOLA	20160.00	16°44'03.00"	-93°12'29.00"
26	11CHS154593/30MDA15	ALEJANDRO MANUEL MOLINA GONZALEZ	DIFERENTES USOS	392.57	16°47'08.60"	-93°12'22.70"
27	11CHS154727/30APDA15	ALFONSO FRANCISCO SIERRA PEÑA	AGRICOLA	9504.00	16°36'08.00"	-92°59'42.00"
28	11CHS130188/30FGR01	ALFONSO SANCHEZ CASTELLANOS	DIFERENTES USOS	648.00	16°54'55.00"	-93°18'18.00"
29	11CHS130188/30FGR01	ALFONSO SANCHEZ CASTELLANOS	DIFERENTES USOS	78.84	16°54'55.00"	-93°18'23.00"
30	11CHS131522/30EPA14	ALICIA MARISELA VAZQUEZ RUZ	SERVICIOS	11196.00	16°45'18.00"	-93°11'15.00"
31	11CHS130273/30CPGR03	ALVARO HERNANDEZ JIMENEZ	PECUARIO	2570.40	16°44'26.20"	-93°10'31.80"
32	11CHS132648/30EPA10	AMANDA BALBUENA MARTINEZ	SERVICIOS	2621.00	16°44'18.30"	-93°04'07.30"
33	11CHS132229/30EPOC08	ANA PATRICIA ESTEBAN GALDAMEZ	SERVICIOS	8316.00	16°46'24.30"	-93°11'12.40"
34	11CHS130939/30CPGR02	ANA RUTH ESCOBAR RUZ	DOMESTICO	98.55	16°45'50.20"	-93°11'18.20"
35	11CHS120999/30EPRG99	ANTONIO CAIN MUNOZ REYES	SERVICIOS	880.00	16°45'34.00"	-93°07'05.00"
36	11CHS132908/30APDA11	ANTONIO CARLOS ORTEGA CONTRERAS	AGRICOLA	10530.50	16°41'22.20"	-93°11'18.70"
37	11CHS104356/30AGRR97	ANTONIO CORZO CALVO	AGRICOLA	62208.00	16°41'21.00"	-93°02'51.00"
38	11CHS132303/30GSDR08	ANTONIO FERNANDEZ JIMENEZ	PECUARIO	2758.00	16°45'35.90"	-93°05'57.70"
39	11CHS132303/30GSDR08	ANTONIO FERNANDEZ JIMENEZ	PECUARIO	2758.00	16°45'35.90"	-93°10'29.80"
40	11CHS132303/30GSDR08	ANTONIO FERNANDEZ JIMENEZ	PECUARIO	1836.00	16°42'34.30"	-93°10'31.30"
41	11CHS132303/30GSDR08	ANTONIO FERNANDEZ JIMENEZ	PECUARIO	1468.80	16°42'34.00"	-93°10'34.00"
42	11CHS132218/30EPOC08	ARMANDO ACOSTA	SERVICIOS	0.00	16°44'34.40"	-93°09'24.60"
43	11CHS132718/30GSDA10	ARMANDO AGUILAR JUAREZ	SERVICIOS	14688.00	16°45'15.70"	-93°10'34.80"
44	11CHS150248/30EPA11	ARMANDO ALVAREZ BALLINAS	SERVICIOS	8004.45	16°46'36.00"	-93°12'22.00"
45	11CHS150248/30EPA11	ARMANDO ALVAREZ BALLINAS	SERVICIOS	9730.17	16°46'33.50"	-93°12'18.70"
46	11CHS130296/30FPA12	ARNECOM S.A. DE C.V.	DIFERENTES USOS	28736.85	16°44'26.20"	-93°10'34.30"
47	11CHS130296/30FPA12	ARNECOM S.A. DE C.V.	DIFERENTES USOS	28396.00	16°45'45.30"	-93°10'31.50"
48	11CHS152587/30EPA13	ARNULFO CORDERO MORA, SOCIEDAD ANONIMA DE CAPITAL VARIABLE	SERVICIOS	5256.00	16°43'36.40"	-93°10'17.60"
49	11CHS154342/30EPA14	ARTURO HERRERA CASTILLO	SERVICIOS	55663.20	16°45'04.90"	-93°10'46.80"
50	11CHS130673/30EOC007	ASUNCION CHANONA DIAZ	SERVICIOS	12745.80	16°45'25.00"	-93°06'30.00"
51	11CHS150773/30EPA12	ASUNCION CHANONA DIAZ	SERVICIOS	11718.00	16°46'30.10"	-93°06'21.40"
52	11CHS154643/30EPA15	AUTO SERVICIO CABALLERO S.A. DE C.V.	SERVICIOS	10569.44	16°44'53.70"	-93°05'27.60"
53	11CHS130703/30CPGR03	AUTO SERVICIO CABALLERO S.A. DE C.V.	SERVICIOS	1174.89	16°44'50.80"	-93°05'31.60"
54	11CHS130703/30CPGR03	BERNARDO ARBEY GALINDO GOMEZ	DOMESTICO	1744'13.50"	16°44'13.50"	-93°18'17.80"
55	11CHS150889/30CADA13	BERTHA SOLORZANO LOPEZ	DOMESTICO	0.00	16°41'21.50"	-93°09'36.80"
56	11CHS102366/30EPRG01	BONAMPAK HOTELERA, S.A. DE C.V.	SERVICIOS	10512.00	16°45'20.00"	-93°07'45.00"
57	6CHS102434/30EPE96	C. ADIAN MUÑOZ NARCIA	SERVICIOS	5106.00	16°45'17.00"	-93°06'09.00"
58	11CHS100947/30EMDA14	C. ADELIN MARTINEZ GUMETA	SERVICIOS	722.00	16°45'13.00"	-93°05'31.00"
59	11CHS100947/30EMDA14	C. ADELIN MARTINEZ GUMETA	SERVICIOS	9132.00	16°45'12.00"	-93°05'32.00"
60	11CHS100863/30EPA15	C. ADOLFO MARTINEZ GUMETA	SERVICIOS	921.06	16°45'00.00"	-93°05'12.00"
61	6CHS100863/30ADGE94	C. ALEJANDRA ABRAHAM SANCHEZ	AGRICOLA	0.00	16°44'10.04"	-93°11'04.00"
62	6CHS100969/30EPE95	C. ALIDA LOPEZ MOGUEL	SERVICIOS	1296.00	16°45'35.00"	-93°06'01.00"
63	11CHS100885/30EPA15	C. BISUAL MENDEZ MORENO	SERVICIOS	1962.00	16°45'13.00"	-93°05'26.00"
64	6CHS100886/30EPE95	C. CONSUELO HERRERA GUTIERREZ	SERVICIOS	6480.00	16°45'15.00"	-93°06'05.00"
65	6CHS101983/30EPE96	C. DAVID MANZUR ELIAS	SERVICIOS	526.00	16°45'34.00"	-93°06'35.00"
66	11CHS101000/30EPRG05	C. DEMETRIO RUBEN RICARDEZ PEREZ	SERVICIOS	812.00	16°45'02.00"	-93°09'39.60"
67	11CHS100510/30EAD09	C. ELIGIO RENE RAMOS ROBLES	SERVICIOS	12960.00	16°45'38.00"	-93°05'10.00"
68	11CHS102113/30EPE96	C. ELIGIO RENE RAMOS ROBLES	SERVICIOS	9300.00	16°45'34.00"	-93°05'14.00"
69	6CHS100953/30CPGE95	C. ESPERANZA TREVIÑO TREVIÑO	AGRICOLA	30240.00	16°42'04.00"	-93°01'27.00"
70	6CHS100804/30EPE94	C. ESTEBAN ZUNIGA RAMIREZ	SERVICIOS	1687.00	16°45'08.00"	-93°07'52.00"
71	6CHS101008/30FME95	C. FRANCISCO SIMAN ESTEFAN	INDUSTRIAL	2956.00	16°45'36.00"	-93°09'04.00"
72	6CHS100048/30EPE94	C. GILBERTO COELLO MUNDO	SERVICIOS	9179.00	16°46'12.00"	-93°05'49.00"
73	6CHS101254/30EPE95	C. JORGE ZAVALETA VELAZQUEZ	SERVICIOS	2385.00	16°44'57.00"	-93°10'38.00"
74	11CHS100073/30EPA13	C. JOSE ANTONIO BORGES SUAREZ	SERVICIOS	41000.00	16°45'17.00"	-93°05'53.00"
75	11CHS100568/30EPA14	C. JOSE FERNANDO BORGES RUIZ	SERVICIOS	1152.00	16°45'13.00"	-93°05'12.00"
76	11CHS107038/30EPA14	C. JOSE JUAN JIMENEZ	SERVICIOS	1100.00	16°44'19.20"	-93°11'11.20"
77	6CHS100796/30EPE94	C. LIBRADO MORALES GONZALEZ	SERVICIOS	2592.00	16°45'32.00"	-93°06'50.00"
78	11CHS100056/30EPA14	C. LUIS ESPINOSA MENDOZA	SERVICIOS	2488.00	16°45'33.00"	-93°06'57.00"
79	6CHS101168/30CPGE96	C. MARGARITA HERMIGENDA ROJAS ORANTES	DOMESTICO	219.00	16°45'54.00"	-93°06'43.00"
80	6CHS101132/30EPE95	C. MATILDE FERNANDEZ KANTER	SERVICIOS	912.00	16°45'21.00"	-93°09'48.00"
81	6CHS101166/30EPE96	C. MERCEDES DEL ROCIO COUTINO AYALA	SERVICIOS	3240.00	16°44'35.00"	-93°07'02.00"
82	6CHS101166/30EPE96	C. MERCEDES DEL ROCIO COUTINO AYALA	SERVICIOS	3240.00	16°44'35.00"	-93°07'02.00"
83	11CHS100361/30EPE96	C. NEILLY JIMENEZ	SERVICIOS	1610.00	16°45'14.00"	-93°11'12.00"
84	11CHS100836/30EPRG06	C. OMAR CABRERA GUTIERREZ	SERVICIOS	9731.48	16°44'59.00"	-93°10'17.00"
85	11CHS100011/30EPA10	C. RICARDO ESPONDA LEON	SERVICIOS	9676.80	16°45'33.00"	-93°07'02.00"
86	11CHS100548/30FDDA14	CALERAS MACIEL, S.A. DE C.V.	INDUSTRIAL	0.00	16°47'04.60"	-93°07'54.50"
87	6CHS102779/30EOGE96	CALERAS MACIEL, S.A. DE C.V.	SERVICIOS	0.00	16°46'19.00"	-93°07'36.00"
88	11CHS154510/30EPA14	CAMERINO DE JESUS REYES SALAZAR	SERVICIOS	8262.00	16°45'41.90"	-93°09'15.70"
89	11CHS131495/30EPRG05	CAMERINO DE JESUS REYES SALAZAR	SERVICIOS	8262.00	16°45'39.50"	-93°09'14.00"
90	11CHS130454/30ISGR01	CAMPINAS DEL CARMEN S.A. DE C.V.	DIFERENTES USOS	438.00	16°42'00.10"	-93°12'05.10"
91	11CHS130454/30ISGR01	CAMPINAS DEL CARMEN S.A. DE C.V.	DIFERENTES USOS	8820.00	16°42'08.50"	-93°12'07.00"
92	11CHS130454/30ISGR01	CAMPINAS DEL CARMEN S.A. DE C.V.	DIFERENTES USOS	8820.00	16°42'10.10"	-93°11'53.30"
93	11CHS130454/30ISGR01	CAMPINAS DEL CARMEN S.A. DE C.V.	DIFERENTES USOS	8820.00	16°42'10.80"	-93°11'56.00"
94	11CHS130454/30ISGR01	CAMPINAS DEL CARMEN S.A. DE C.V.	DIFERENTES USOS	8820.00	16°42'19.80"	-93°11'46.90"
95	11CHS130454/30ISGR01	CAMPINAS DEL CARMEN S.A. DE C.V.	DIFERENTES USOS	8820.00	16°42'21.30"	-93°11'44.20"
96	11CHS130454/30ISGR01	CAMPINAS DEL CARMEN S.A. DE C.V.	DIFERENTES USOS	8820.00	16°42'05.60"	-93°12'13.90"
97	6CHS101004/30EPE96	CARLOTTA JUAREZ PEREZ	SERVICIOS	731.00	16°45'25.00"	-93°11'17.30"
98	11CHS132335/30EPOC08	CARMEN JULIA ESPONDA MORENO	SERVICIOS	5103.00	16°46'33.40"	-93°11'00.40"
99	11CHS150304/30EPA12	CAROLINA DE LOS SANTOS CELAYA	SERVICIOS	8813.00	16°45'19.50"	-93°11'26.20"
100	6CHS101505/30CPGE96	CAROLINA VELAZQUEZ ESQUINCA	DOMESTICO	374.00	16°45'43.00"	-93°10'51.00"
101	11CHS132613/30PDA14	CENTRIFUGADOS MEXICANOS, S.A. DE C.V.	DIFERENTES USOS	8100.00	16°43'26.20"	-93°10'28.60"
102	11CHS132161/30GPOC08	CESAR AUGUSTO BRINDIS RUIZ	PECUARIO	54750.00	16°41'09.50"	-93°10'41.00"
103	11CHS131682/30EPRG05	CICTUVAM, SOCIEDAD CIVIL	SERVICIOS	8451.00	16°45'07.30"	-93°08'47.70"
104	11CHS131683/30EPRG05	CICTUVAM, SOCIEDAD CIVIL	SERVICIOS	7031.23	16°45'03.80"	-93°08'44.70"
105	11CHS131683/30EPRG05	CICTUVAM, SOCIEDAD CIVIL	SERVICIOS	8045.35	16°45'09.50"	-93°08'47.10"
106	11CHS155076/30EADA15	CINCO PINOS S.A. DE C.V.	SERVICIOS	0.00	16°44'05.00"	-93°03'24.40"
107	11CHS155076/30EADA15	CINCO PINOS S.A. DE C.V.	SERVICIOS	0.00	16°44'05.40"	-93°03'24.10"
108	11CHS100818/30EPA15	CLUB CAMPESTRE TUXTLA, S.A. DE C.V.	SERVICIOS	54662.40	16°45'11.20"	-93°11'42.50"
109	11CHS100818/30EPA15	CLUB CAMPESTRE TUXTLA, S.A. DE C.V.	SERVICIOS	31536.00	16°45'14.80"	-93°11'17.90"
110	11CHS100818/30EPA15	CLUB CAMPESTRE TUXTLA, S.A. DE C.V.	SERVICIOS	86400.00	16°45'22.70"	-93°11'43.90"
111	11CHS100818/30EPA15	CLUB CAMPESTRE TUXTLA, S.A. DE C.V.	SERVICIOS	25920		

N. POZOS	TITULO	TITULAR	USO	Vol m3/año	LATITUD	LONGITUD
131	11CHS131480/30ASGR04	EFRAIN BUSTAMANTE ABADIA	AGRICOLA	7600.00	16°41'10.00"	-83°10'44.00"
132	11CHS104228/20APGR87	ELIAS ESCOBAR CUNDIPI	AGRICOLA	39917.00	16°40'30.00"	-83°08'31.00"
133	11CHS131491/30EPGR04	ELISEO DE LA CRUZ GRAJALES	SERVICIOS	3281.72	16°44'17.00"	-83°06'08.00"
134	11CHS100003/30PDA15	EMBOTELLADOS Y DISTRIBUCIONES BORSA, S.A. DE C.V.	INDUSTRIAL	31760.00	16°45'58.00"	-83°06'34.00"
135	11CHS131226/30EPGR03	EMILIANO RIVERA DIAZ	SERVICIOS	467.25	16°46'24.80"	-83°10'59.90"
136	11CHS132880/30EPDA10	EMILIANO RIVERA DIAZ	SERVICIOS	4564.80	16°46'25.50"	-83°10'56.40"
137	11CHS130524/30EMOC07	ENCARNACION ESCOBAR CHATU	SERVICIOS	3879.25	16°44'59.30"	-83°09'37.40"
138	11CHS150300/30EMDA12	ENCARNACION ESCOBAR CHATU	SERVICIOS	3879.25	16°44'59.30"	-83°09'37.40"
139	11CHS131923/30EPGR05	ENRIQUE ARVIZU JANA	SERVICIOS	0.00	16°45'34.50"	-83°07'52.00"
140	11CHS103962/30CPGR01	ERNESTO RAMIREZ CORONADO	DOMESTICO	324.00	16°45'17.00"	-83°05'39.00"
141	11CHS150985/30AMDIA13	ESCUELA NORMAL RURAL MACTUMACTZA	AGRICOLA	27600.00	16°46'46.20"	-83°10'32.40"
142	11CHS131055/30EKGR03	ESTACION DE SERVICIO LA FE, S.A. DE C.V.	SERVICIOS	0.00	16°44'05.00"	-83°03'23.00"
143	11CHS113579/30EPGR99	EUTIQUIO MOLINA SOLORIZANO	SERVICIOS	720.00	16°45'10.00"	-83°05'54.00"
144	11CHS155381/30CPDA16	EUTIQUIO MOLINA SOLORIZANO	DOMESTICO	438.00	16°45'13.00"	-83°05'28.30"
145	11CHS100996/30EPDA15	EWRIDICE JANINE TH SOLIS MENDOZA	SERVICIOS	11016.00	16°45'17.20"	-83°05'40.20"
146	11CHS131971/30EPGR99	EXAL RENE DIAZ PALACIOS	DIFERENTES USOS	8615.00	16°44'13.20"	-83°10'39.50"
147	11CHS123210/30APGR99	EXAL RENE DIAZ PALACIOS	AGRICOLA	6120.00	16°41'09.00"	-83°10'37.00"
148	11CHS113578/30EPDA09	FANNY JANET GONZALEZ OLIVA	SERVICIOS	24000.00	16°45'51.00"	-83°06'02.00"
149	11CHS131820/30EPDA15	FANNY JANET GONZALEZ OLIVA	SERVICIOS	4725.00	16°46'16.70"	-83°05'55.00"
150	11CHS131820/30EPDA15	FANNY JANET GONZALEZ OLIVA	SERVICIOS	2268.00	16°46'17.00"	-83°05'55.10"
151	11CHS131985/30ESOC07	FELIPE DE JESUS GRANDA PASTRANA	SERVICIOS	39960.00	16°44'50.80"	-83°11'30.10"
152	11CHS131985/30ESOC07	FELIPE DE JESUS GRANDA PASTRANA	SERVICIOS	39960.00	16°44'53.20"	-83°11'30.60"
153	11CHS130927/30EPDA13	FELIPE MOISES CLEMENTE MENDOZA Y JULIAN RUIZ BALBUENA	SERVICIOS	1296.00	16°45'12.90"	-83°05'33.40"
154	11CHS14897/30EPDA16	FELIX ROBERTO HERRERA RUIZ	SERVICIOS	777.60	16°45'55.20"	-83°04'58.00"
155	11CHS131762/30EPDA10	FERMIN GRAJALES GONZALEZ	SERVICIOS	1231.20	16°44'57.00"	-83°07'26.50"
156	11CHS129931/30APDA10	FIDENCIO GARCIA CARRANCO	AGRICOLA	12902.00	16°41'48.00"	-83°11'53.00"
157	11CHS104368/30EPDC08	FRANCISCO ENRIQUE ARIAS ZEBADUA	SERVICIOS	612.00	16°45'18.20"	-83°08'30.10"
158	11CHS104368/30EPDC09	FRANCISCO ENRIQUE ARIAS ZEBADUA	SERVICIOS	612.00	16°45'18.10"	-83°08'29.20"
159	11CHS129932/30APDA11	FRANCISCO GUTIERREZ SANSEBASTIAN	AGRICOLA	38880.00	16°47'23.00"	-83°06'57.00"
160	11CHS130518/30EPDA13	FRANCISCO JAVIER CORONEL PANIAGUA Y GABRIELA	SERVICIOS	1641.60	16°45'13.50"	-83°05'34.30"
161	11CHS131923/30EPGR05	FRANCISCO DIAZ PALACIOS	SERVICIOS	8913.00	16°44'13.20"	-83°10'39.50"
162	6CHS102015/30EPGE96	FRIGORIFICO DEL SURESTE, S. A. DE C. V.	SERVICIOS	16200.00	16°41'58.00"	-83°10'58.00"
163	6CHS102015/30EPGE96	FRIGORIFICO DEL SURESTE, S. A. DE C. V.	SERVICIOS	986.00	16°41'51.00"	-83°11'02.00"
164	6CHS102015/30EPGE96	FRIGORIFICO DEL SURESTE, S. A. DE C. V.	SERVICIOS	27000.00	16°41'55.00"	-83°11'01.00"
165	6CHS102015/30EPGE96	FRIGORIFICO DEL SURESTE, S. A. DE C. V.	SERVICIOS	16200.00	16°41'42.00"	-83°10'32.00"
166	6CHS102015/30EPGE96	FRIGORIFICO DEL SURESTE, S. A. DE C. V.	SERVICIOS	14400.00	16°41'55.00"	-83°11'07.00"
167	11CHS101432/30EPGR98	FRIGORIFICO DEL SURESTE, S. A. DE C. V.	SERVICIOS	0.00	16°41'14.00"	-83°10'48.00"
168	11CHS1442/30EPGR96	FRUCTUOSO GONZALEZ OLIVA	SERVICIOS	0.00	16°44'12.90"	-83°07'38.00"
169	11CHS131155/30EPGR03	GABRIEL DIAZ GONZALEZ	SERVICIOS	10900.00	16°46'23.00"	-83°10'53.50"
170	11CHS132091/30EKOC07	GASOLINERA EL LIBRAMIENTO SUR, S.A. DE C.V.	SERVICIOS	0.00	16°43'59.50"	-83°05'39.20"
171	11CHS131552/30EPGR05	GASOLINERA LIBRANORTE S.A. DE C.V.	SERVICIOS	2138.40	16°46'25.00"	-83°11'11.00"
172	11CHS131552/30EPGR05	GASOLINERA LIBRANORTE S.A. DE C.V.	SERVICIOS	2138.40	16°46'27.00"	-83°11'10.00"
173	11CHS152575/30EPDA13	GASOLINERA LIBRANORTE, S.A. DE C.V.	SERVICIOS	2138.40	16°46'25.00"	-83°11'11.00"
174	11CHS150230/30EMDA11	GEO VERACRUZ S.A. DE C.V.	SERVICIOS	0.00	16°41'32.70"	-83°09'27.90"
175	11CHS150243/30EMDA11	GEO VERACRUZ S.A. DE C.V.	SERVICIOS	126144.00	16°41'33.70"	-83°09'27.20"
176	11CHS132511/30APGR99	GLORIA DEL SUR S.A. DE C.V.	AGRICOLA	23602.00	16°45'38.00"	-83°07'32.00"
177	11CHS101278/30EPDA16	GRUPO INMOBILIARIO FIGUEROA, S.A.	SERVICIOS	7560.00	16°44'54.00"	-83°05'14.00"
178	11CHS101278/30EPDA16	GRUPO INMOBILIARIO FIGUEROA, S.A.	SERVICIOS	876.00	16°44'56.00"	-83°05'11.00"
179	6CHS100674/30PGE94	GRUPO PECUARIO "SAN ANTONIO", S.A. DE CV	PECUARIO	5256.00	16°46'05.00"	-83°10'44.00"
180	11CHS104153/30PPOC07	GRUPO PECUARIO SAN ANTONIO S.A. DE C.V.	PECUARIO	1728.00	16°43'58.00"	-83°10'05.00"
181	11CHS104154/30PPOC07	GRUPO PECUARIO SAN ANTONIO S.A. DE C.V.	PECUARIO	102492.00	16°42'13.00"	-83°11'09.00"
182	11CHS155387/30EPDA16	GRUPO PECUARIO SAN ANTONIO S.A. DE C.V.	PECUARIO	5256.00	16°46'05.40"	-83°10'44.50"
183	11CHS104109/30EPGR07	GUADALUPE DIAZ PALACIOS	DOMESTICO	8903.00	16°45'38.00"	-83°07'32.00"
184	11CHS129854/30APGR99	GUADALUPE GRAJALES MUÑOZ	AGRICOLA	21156.48	16°45'53.00"	-83°12'53.00"
185	11CHS150880/30EPDA13	GUILLELMO CHANG ROBLEDO	SERVICIOS	7830.00	16°43'56.90"	-83°03'52.20"
186	11CHS155361/30EPDA16	GUILLELMO JUAREZ HERNANDEZ	SERVICIOS	6392.03	16°45'18.70"	-83°11'16.30"
187	11CHS131924/30ESGR06	HACIENDA SAN VICENTE S.A. DE C.V.	SERVICIOS	19267.20	16°42'41.30"	-83°11'13.20"
188	11CHS131322/30EPDA13	HECTOR NAVA ESTRADA MARTÍNA PALACIOS GALVEZ	SERVICIOS	21244.03	16°45'15.10"	-83°10'03.20"
189	11CHS130324/30PDA10	HECTOR NAVA ESTRADA Y COPROPETARIA	DIFERENTES USOS	2449.02	16°45'15.00"	-83°09'54.00"
190	11CHS131065/30EPGR02	HILDA LUZ RODRIGUEZ GONZALEZ	SERVICIOS	3240.00	16°45'19.00"	-83°05'37.00"
191	11CHS130456/30EPGR03	HORACIO CULIBRO DORAYAZ	SERVICIOS	4609.17	16°46'17.00"	-83°05'53.00"
192	11CHS124263/30ODAD10	HORACIO FELIPE LOPEZ CAMACHO	DIFERENTES USOS	547.94	16°48'07.00"	-83°23'34.60"
193	11CHS124263/30ODAD10	HORACIO FELIPE LOPEZ CAMACHO	DIFERENTES USOS	1825.15	16°48'07.00"	-83°23'34.60"
194	11CHS131521/30EPDA14	HORACIO RIOS PEREZ	SERVICIOS	8942.40	16°45'15.00"	-83°06'02.00"
195	6CHS101790/30EPGE96	HOTEL SAFARI, S.A. DE C.V.	SERVICIOS	7756.00	16°45'09.00"	-83°06'40.00"
196	11CHS101323/30ESDA15	I.T.E.S.M. CAMPUS CHIAPAS	SERVICIOS	20412.00	16°45'38.30"	-83°12'09.70"
197	11CHS100879/30EPGR97	IDALIA MARCELA ALBORES ALBORES	SERVICIOS	414.00	16°45'27.00"	-83°07'15.00"
198	11CHS150243/30EMDA11	IMI CALLES DEL SUR S.A. DE C.V.	SERVICIOS	8917.85	16°43'10.180"	-83°10'18.70"
199	11CHS152116/30EPDA13	INMOBILIARIA INTEGRAL TEPEYAC, S.A. DE C.V.	SERVICIOS	1681.92	16°46'28.10"	-83°11'14.20"
200	11CHS132104/30PPOC07	INMOBILIARIA Y CONSTRUCCIONES PARRAL S.A. DE C.V.	SERVICIOS	6698.94	16°42'02.30"	-83°10'36.90"
201	11CHS132157/30PPOC08	INMOBILIARIA Y CONSTRUCTORA INTRA TUXTLA GUTIERREZ S.A. DE C.V.	SERVICIOS	7429.96	16°45'11.50"	-83°08'33.60"
202	11CHS128750/30GGR99	INSTITUTO DE HISTORIA NATURAL (RESERVA ECOLOGICA "EL ZAPOTAL")	PECUARIO	15768.00	16°43'17.00"	-83°05'48.00"
203	11CHS128750/30GGR99	INSTITUTO DE HISTORIA NATURAL (RESERVA ECOLOGICA "EL ZAPOTAL")	PECUARIO	15768.00	16°43'17.00"	-83°05'46.00"
204	11CHS128750/30GGR99	INSTITUTO DE HISTORIA NATURAL (RESERVA ECOLOGICA "EL ZAPOTAL")	PECUARIO	35478.00	16°43'18.00"	-83°05'41.00"
205	11CHS128750/30GGR99	INSTITUTO DE HISTORIA NATURAL (RESERVA ECOLOGICA "EL ZAPOTAL")	PECUARIO	15768.00	16°43'18.00"	-83°05'37.00"
206	11CHS134830/30EPDA14	ISABEL LOPEZ LOPEZ LEONOR ROMAN PACHECO	AGRICOLA	4680.00	16°45'29.40"	-83°12'41.20"
207	11CHS132835/30APDA10	JAIMÉ ALBERTO HERNANDEZ LOPEZ	AGRICOLA	5760.07	16°42'33.30"	-83°09'46.90"
208	11CHS132639/30EPDA09	JESUS MANUEL ESCOBEDO ARRIETA	SERVICIOS	10000.00	16°45'29.70"	-83°05'47.20"
209	11CHS154595/30EPDA16	JESUS PALACIOS LOPEZ	SERVICIOS	18790.20	16°42'17.70"	-83°11'12.60"
210	11CHS155739/30EPDA16	JESUS PALACIOS LOPEZ	SERVICIOS	17737.92	16°42'09.90"	-83°10'54.00"
211	11CHS131588/30CPGR06	JESUS SOLORIZANO AQUINO Y PASCUAL ENRIQUE CANCINO SOLORIZANO	DOMESTICO	767.23	16°44'27.00"	-83°07'29.00"
212	11CHS150724/30EPDA12	JORDAN MICELI ORANTES	SERVICIOS	725.40	16°46'23.70"	-83°06'17.20"
213	11CHS150724/30EPDA12	JORDAN MICELI ORANTES	SERVICIOS	1785.60	16°46'23.60"	-83°06'17.20"
214	11CHS150724/30EPDA12	JORDAN MICELI ORANTES	SERVICIOS	27185.76	16°46'24.00"	-83°06'18.30"
215	11CHS152489/30EPDA15	JORGE ALEJANDRO ORANTES ZENTENO	SERVICIOS	18396.00	16°45'09.40"	-83°05'47.90"
216	11CHS152465/30EPDA13	JORGE LUIS OVANDO DIAS	SERVICIOS	691075.91	16°46'36.30"	-93°11'55.80"
217	11CHS131066/30EPDA13	JOSÉ ALFREDO CABRERA GUTIERREZ Y ENYEDA PEÑA MENDOZA	SERVICIOS	1620.00	16°45'13.00"	-83°09'54.00"
218	11CHS130951/30EPDA13	JOSÉ ALFREDO RUIZ SAMAYOA	SERVICIOS	6268.00	16°46'24.00"	-83°10'59.40"
219	11CHS130805/30EPDC07	JOSE ANTONIO BORGES SUAREZ	SERVICIOS	39420.00	16°45'33.80"	-83°08'57.20"
220	11CHS130805/30EPDC08	JOSE ANTONIO BORGES SUAREZ	SERVICIOS	39420.00	16°45'33.30"	-83°08'57.20"
221	11CHS131599/30EPDA11	JOSE ANTONIO BORGES SUAREZ	SERVICIOS	56205.83	16°45'36.90"	-83°06'49.00"
222	11CHS150860/30EPDA13	JOSE ANTONIO BORGES SUAREZ	SERVICIOS	39420.00	16°45'33.80"	-83°08'57.20"
223	11CHS154564/30PMDA14	JOSE ANTONIO BORGES SUAREZ	INDUSTRIAL	5002.99	16°45'20.70"	-83°05'49.30"
224	6CHS100002/30PMDA14	JOSE ANTONIO BORGES SUAREZ	INDUSTRIAL	23846.00	16°10'08.00"	-83°05'52.00"
225	11CHS155060/30EPDA13	JOSE ANTONIO PINTO GARCIA	SERVICIOS	7221.74	16°45'08.80"	-83°10'45.70"
226	11CHS131537/30EPDA13	JOSE HUMBERTO ROMERO GORDILLO	SERVICIOS	5186.60	16°49'59.00"	-83°09'57.00"
227	11CHS130329/30PMDA10	JOSE LUIS RASHID SOLIS	DIFERENTES USOS	2435.40	16°45'34.00"	-83°09'34.00"
228	11CHS150101/30CPDA11	JOSE MARIA PARIENTE SERRANO	DOMESTICO	486.00	16°43'57.00"	-83°08'49.00"
229	11CHS132014/30PPOC07	JOSE RAMON CHAVEZ RAMIREZ	SERVICIOS	9072.00	16°45'18.80"	-83°05'24.50"
230	11CHS100902/30EPGR03	JOSE RAMON CHAVEZ RAMIREZ, ARTURO CHAVEZ RAMIREZ Y SARITA CHAVEZ RAMIREZ	SERVICIOS	3992.00	16°45'23.00"	-83°05'28.00"
231	11CHS150018/30APDA11	JOSE ROQUE ESPINOZA PEREZ	AGRICOLA	77600.00	16°42'32.10"	-83°04'26.60"
232	11CHS152492/30PMDA13	JOSE TORRES OLIVERA	INDUSTRIAL	23652.00	16°46'33.40"	-83°10'52.90"
233	11CHS132071/30PPOC07	JUAN CARLOS CONSTANTINO RODRIGUEZ	INDUSTRIAL	4838.40	16°43'14.70"	-83°10'26.70"
234	11CHS132071/30PPOC08	JUAN CARLOS CONSTANTINO RODRIGUEZ	INDUSTRIAL	6220.80	16°43'15.20"	-83°10'27.30"
235	11CHS131403/30EPDA13	JUAN CARLOS ESTEBAN ROBLES	SERVICIOS	9828.00	16°45'26.00"	-83°05'39.80"
236	11CHS132634/30EPDA10	JUAN JONAPA VAZQUEZ	SERVICIOS	12096.00	16°44'57.00"	-83°10'34.10"
237	11CHS129489/30APGR07	JUAN MARTINEZ CABELLO	AGRICOLA	1929.60	16°46'57.00"	-83°12'51.00"
238	11CHS104575/30PGR97	JUAN MONROY LARA	AGRICOLA	135.00	16°46'29.00"	-83°12'12.00"
239	11CHS131819/30EPGR06	JULIO CESAR DIAZ YAÑEZ	SERVICIOS	1971.00		

N. POZOS	TITULO	TITULAR	USO	Vol m3/año	LATITUD	LONGITUD
261	11CHS100806/30EPDA14	MARIA BERNARDINA ESPINOSA CRUZ	SERVICIOS	3110.40	16°40'48.00"	-93°07'10.00"
262	11CHS131267/30EPGR03	MARIA DE LA LUZ DIAZ GORDILLO	SERVICIOS	3639.17	16°46'07.80"	-93°10'42.40"
263	11CHS126216/30PCGR99	MARIA DE LA LUZ RECHY MORENO	DOMESTICO	565.02	16°45'38.00"	-93°10'20.00"
264	11CHS101578/30EMDA15	MARIA DE LOURDES PALACIOS GAMBOA	SERVICIOS	1638.24	16°44'37.00"	-93°07'18.00"
265	11CHS105141/30PCGR98	MARIA DE LOURDES SALINAS GAMBOA	AGRICOLA	5184.00	16°44'22.00"	-93°04'52.00"
266	11CHS154525/30EPDA14	MARIA DEL CARMEN HERNANDEZ OVANDO	SERVICIOS	4927.50	16°45'38.90"	-93°06'37.70"
267	11CHS130810/30FPDA11	MARIA ELENA YAÑEZ COUINRO	INDUSTRIAL	3240.00	16°45'32.00"	-93°06'28.00"
268	11CHS132411/30EMOC08	MARIA GUADALUPE GORDILLO RODAS	SERVICIOS	4927.50	16°46'18.00"	-93°11'21.00"
269	11CHS130687/30EPCO07	MARIA GUADALUPE HERNANDEZ RUIZ	SERVICIOS	972.00	16°44'24.70"	-93°07'07.00"
270	11CHS152585/30EPDA13	MARIA GUADALUPE HERNANDEZ RUIZ	SERVICIOS	972.00	16°44'24.70"	-93°07'07.00"
271	11CHS129614/30EPDA10	MARIA HIDELGARDA BECERRA JUAREZ	SERVICIOS	10368.00	16°45'22.00"	-93°07'01.00"
272	11CHS131873/30EPDA15	MARICELA ZAMBRANO AGUILAR	SERVICIOS	9180.00	16°46'29.50"	-93°10'37.70"
273	11CHS129421/30AMGR00	MARIELENA RUIZ COUINRO	AGRICOLA	38880.00	16°42'38.00"	-93°12'09.00"
274	11CHS129421/30AMGR01	MARIELENA RUIZ COUINRO	AGRICOLA	29160.00	16°42'35.00"	-93°12'02.00"
275	11CHS129421/30AMGR02	MARIELENA RUIZ COUINRO	AGRICOLA	29160.00	16°42'34.00"	-93°11'57.00"
276	11CHS154624/30EPDA14	MARIO LOPEZ RODRIGUEZ	SERVICIOS	3744.00	16°46'19.40"	-93°11'13.40"
277	11CHS131229/30EPGR03	MARIO MONTESINOS BURGOS	SERVICIOS	3240.00	16°46'11.50"	-93°10'00.50"
278	11CHS104338/30PCGR97	MARTIN DE JESUS COUINRO LOPEZ	AGRICOLA	20160.00	16°45'53.00"	-93°10'09.00"
279	11CHS104373/30PCGR97	MEIDET DE CHIAPAS, S.A. DE C.V.	SERVICIOS	281.00	16°45'30.00"	-93°06'31.00"
280	11CHS131320/30EPGR03	MERCEDES LEON MEDINA	SERVICIOS	9849.60	16°45'34.00"	-93°06'35.10"
281	11CHS131660/30PCGR05	MIGUEL DIAZ CASTELLANOS	SERVICIOS	10800.00	16°43'18.10"	-93°10'23.90"
282	11CHS100810/30EPDA14	MIGUEL RODRIGUEZ DE LOS SANTOS MARIA ANDA RODRIGUEZ DE LOS SANTOS	SERVICIOS	13500.00	16°45'58.00"	-93°11'00.00"
283	11CHS151070/30APDA11	MIRNA ALVAREZ MARIN JAZMIN SANDIA JACINTA ALVAREZ ALVAREZ	AGRICOLA	124416.00	16°44'05.90"	-93°13'10.50"
284	11CHS154610/30EPDA15	NELLY JUAREZ JIMENEZ	SERVICIOS	1615.23	16°45'14.80"	-93°11'11.40"
285	11CHS103528/30EPCO07	NELLY PASCACIO MACAL	SERVICIOS	5000.03	16°44'48.00"	-93°05'55.00"
286	11CHS104521/30EPCO07	NESTOR DELGADO ZUÑIGA	SERVICIOS	648.00	16°45'52.00"	-93°06'29.00"
287	11CHS100582/30EPDA14	NORMA DEL SOCORRO ESCOBAR JUAREZ	SERVICIOS	2297.00	16°45'07.00"	-93°00'08.00"
288	11CHS150009/30EPDA11	NORMA LIDIA CRUZ ALVARADO	SERVICIOS	3240.00	16°44'20.30"	-93°07'28.80"
289	11CHS152710/30EPDA14	NORMA LIDIA CRUZ ALVARADO	SERVICIOS	5256.00	16°45'18.40"	-93°11'04.40"
290	11CHS150721/30APDA12	OCTAVIO VAZQUEZ GONZALEZ	AGRICOLA	453.60	16°44'29.90"	-93°12'11.90"
291	11CHS150721/30APDA13	OCTAVIO VAZQUEZ GONZALEZ	AGRICOLA	453.60	16°44'28.70"	-93°12'06.80"
292	11CHS131693/30PCGR05	OLGA ESTHER ORANTES VAZQUEZ	SERVICIOS	18360.00	16°45'06.00"	-93°10'10.40"
293	11CHS155065/30APDA15	OLGA LIDIA CONSOSPO LOPEZ	AGRICOLA	5184.00	16°43'18.00"	-93°11'54.30"
294	11CHS152520/30EPDA13	OPERADORA DE COMBUSTIBLES BONANZA, S.A. DE C.V.	SERVICIOS	5256.00	16°43'01.90"	-93°10'27.70"
295	11CHS131734/30EPGR05	OPERADORA VICMA, S.A. DE C.V.	SERVICIOS	5150.88	16°45'21.80"	-93°09'09.90"
296	11CHS131734/30PCGR06	OPERADORA VICMA, S.A. DE C.V.	SERVICIOS	2923.65	16°45'25.70"	-93°09'10.40"
297	6CHS101448/30PCGE96	OSCAR ANZUETO RUIZ	DOMESTICO	350.00	16°43'42.00"	-93°05'42.00"
298	11CHS100805/30EPDA14	OSCAR ENRIQUE GUILLEN CASTAÑEDA	SERVICIOS	10512.00	16°45'16.00"	-93°06'05.00"
299	11CHS152714/30EPDA14	PARADORES TURISTICOS DE CHIAPAS, S.A. DE C.V.	SERVICIOS	5834.16	14°44'19.00"	-93°05'00.00"
300	11CHS130458/30PCGR01	PASCUALA ESPINOSA ALVAREZ	DOMESTICO	288.00	16°46'17.40"	-93°06'12.90"
301	11CHS104046/30PCGR97	PEDRO DE JESUS VELAZQUEZ ESQUINCA	DOMESTICO	219.00	16°45'18.00"	-93°11'17.00"
302	11CHS131362/30EPGR04	PEDRO VIVAS RIVERA, EN REPRESENTACION LEGAL DE SU MENOR HIJA JESSICA VIVAS TOMAS	SERVICIOS	10281.60	16°45'34.00"	-93°11'20.00"
303	11CHS100540/30EMDA14	PEMEX REFINACION	SERVICIOS	25000.00	16°45'51.00"	-93°11'30.00"
304	6CHS101496/30PCGE96	PILAR ZAMUDIO	DOMESTICO	219000.00	16°45'19.00"	-93°10'33.00"
305	11CHS100080/30PCGR05	PLANTA DE REFRIGERACION COLON, S.A. DE C.V.	DIFERENTES USOS	18432.00	16°45'25.00"	-93°07'08.00"
306	11CHS100080/30PCGR06	PLANTA DE REFRIGERACION COLON, S.A. DE C.V.	DIFERENTES USOS	4896.00	16°45'25.00"	-93°09'04.00"
307	11CHS100996/30EPGR97	PLANTA INCUBADORA DEL PACIFICO, S.A.	SERVICIOS	2891.00	16°46'02.00"	-93°10'26.00"
308	6CHS100082/30PCGE94	PROD. Y ENVASADORA DE AGUA DEL STE SA CV	INDUSTRIAL	7776.00	16°44'50.00"	-93°06'05.00"
309	11CHS100840/30EPDA10	PROYECTOS INMOBILIARIOS DE CULIACAN, S.A. DE C.V.	SERVICIOS	28187.92	16°42'15.30"	-93°10'49.20"
310	11CHS100840/30EPDA11	PROYECTOS INMOBILIARIOS DE CULIACAN, S.A. DE C.V.	SERVICIOS	92462.76	16°42'03.20"	-93°10'23.80"
311	11CHS130801/30HPGR02	PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES SUR, S.A. DE C.V.	PUBLICO URBANO	6307.00	16°44'41.10"	-93°11'40.10"
312	11CHS130801/30HPGR03	PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES SUR, S.A. DE C.V.	PUBLICO URBANO	5210.00	16°44'39.00"	-93°11'40.00"
313	11CHS130801/30HPGR04	PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES SUR, S.A. DE C.V.	PUBLICO URBANO	15768.00	16°44'37.00"	-93°11'42.30"
314	11CHS130801/30HPGR05	PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES SUR, S.A. DE C.V.	PUBLICO URBANO	331.00	16°44'40.00"	-93°11'43.20"
315	11CHS100707/30EPGR06	RAFAEL JUAREZ PEREZ	SERVICIOS	4117.50	16°45'17.00"	-93°11'08.00"
316	6CHS102925/30PCGE96	RAFAEL PASCACIO JIMENEZ	DOMESTICO	438.00	16°46'00.00"	-93°06'29.00"
317	11CHS119968/30PCGR99	RAFAEL SOLIS ALONSO	DOMESTICO	1080.00	16°45'11.00"	-93°10'28.00"
318	11CHS131679/30EPDA15	RAMIRO MASIEL ESPINOSA FERNANDEZ	SERVICIOS	4590.00	16°45'06.00"	-93°10'46.00"
319	11CHS101911/30EPCO07	RAMIRO NAVA DELGADO	SERVICIOS	20024.00	16°45'24.00"	-93°09'56.00"
320	11CHS102244/30EPCO07	RAMIRO NAVA DELGADO	SERVICIOS	20136.00	16°44'53.00"	-93°10'42.00"
321	6CHS101858/30PCGE96	RAMIRO NAVA ESTRADA	SERVICIOS	6700.00	16°45'24.00"	-93°10'10.00"
322	6CHS101445/30PCGE96	RAUL VALDEMAR GARCIA DOMINGUEZ	SERVICIOS	3942.00	16°44'57.00"	-93°10'38.00"
323	11CHS105475/30EPCO08	REFUGIO DEL CONSUELO COELLO SUARES	SERVICIOS	33507.00	16°46'30.00"	-93°05'58.00"
324	11CHS129444/30EPGR01	RENE JIMENEZ REYES	SERVICIOS	2527.20	16°45'10.00"	-93°10'10.00"
325	11CHS103963/30PCGR97	RENE SANCHEZ ESPINOZA	DOMESTICO	182.50	16°44'06.00"	-93°06'00.00"
326	11CHS131674/30EMGR05	RICARDO RIOS CORZO	SERVICIOS	4536.00	16°45'17.20"	-93°05'39.50"
327	11CHS130087/30PCDA12	RODOLFO FONSECA FIGUEROA Y COPROPIETARIO	DOMESTICO	1011.78	16°45'40.10"	-93°07'20.90"
328	11CHS154523/30EPDA14	ROGER AMAURY LOPEZ SANCHEZ	SERVICIOS	8937.00	16°43'21.20"	-93°10'25.30"
329	11CHS132783/30EPDA10	ROSA ISELA VAZQUEZ MOSCOSO	AGRICOLA	13180.06	16°40'58.00"	-93°13'37.50"
330	11CHS150943/30EPDA13	RUBEN NANGO LOPEZ	SERVICIOS	11163.09	16°46'24.60"	-93°11'04.60"
331	11CHS130825/30PCGR06	RUBEN NANGO SOLIS	SERVICIOS	10953.00	16°46'58.00"	-93°11'30.00"
332	11CHS104374/30EPCO08	RUSSEL GRAJALES CASTRO	SERVICIOS	2153.00	16°44'37.00"	-93°04'36.00"
333	11CHS131523/30PCGR05	RUSSEL GRAJALES CASTRO	SERVICIOS	6480.00	16°44'42.00"	-93°05'19.00"
334	11CHS130204/30IMGR06	SECRETARIA DE DESARROLLO RURAL	DIFERENTES USOS	41990.82	16°47'02.00"	-93°10'28.00"
335	11CHS150004/30AMDA11	SECRETARIA DEL CAMPO	AGRICOLA	21108.00	16°47'02.00"	-93°10'28.00"
336	11CHS131329/30PCGR03	SERGIO MORALES GARCIA Y MARIA ANTONIETA GONZALEZ JONAPA	SERVICIOS	8593.20	16°45'02.00"	-93°10'55.00"
337	11CHS150053/30EPDA11	SERVICIOS DE LA RIVA S.A. DE C.V.	SERVICIOS	2430.00	16°45'37.00"	-93°10'55.60"
338	11CHS131947/30AMGR06	SHEIM RODRIGUEZ MARIN	AGRICOLA	11850.16	16°43'11.00"	-93°11'18.00"
339	11CHS130948/30EPGR05	SHIRLEY DE LOS SANTOS SIBAJA	SERVICIOS	2700.00	16°45'29.70"	-93°06'38.10"
340	11CHS104450/30EPCO08	SINDICATO DE ASEADORES DE AUTOMOVILES DE TUXTLA GUTIERREZ, "FRANCISCO I. MADERO"	SERVICIOS	5583.60	16°45'24.00"	-93°05'46.00"
341	11CHS113688/30APDA09	SUSANO MEDINA JARAMILLO	AGRICOLA	21024.00	16°44'59.00"	-93°11'21.00"
342	11CHS131437/30EPGR04	TECNOLOGIA UNIVERSAL DEL AGUA S.A. DE C.V.	SERVICIOS	1890.00	16°44'48.00"	-93°05'21.00"
343	11CHS132025/30EPCO07	TECNOLOGIA UNIVERSAL DEL AGUA, S.A. DE C.V.	SERVICIOS	9000.00	16°44'38.80"	-93°05'22.50"
344	11CHS131034/30EPGR05	TERESA DE JESUS GONZALEZ VAZQUEZ	SERVICIOS	6102.72	16°46'17.20"	-93°06'13.70"
345	11CHS131013/30ISGR03	TITO RUBIN CRUZ	DIFERENTES USOS	16588.80	16°42'44.30"	-93°10'54.90"
346	11CHS104425/30EPCO07	TIZBEK TINTORERIA Y LAVANDERIA S. A. DE C. V.	SERVICIOS	9662.40	16°45'22.80"	-93°07'35.60"
347	11CHS131828/30PCGR06	TOMAS VAZQUEZ SIMUTA	SERVICIOS	6609.60	16°46'21.60"	-93°06'17.90"
348	11CHS132702/30EPDA10	UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CHIAPAS	SERVICIOS	1656.00	16°45'14.00"	-93°09'07.00"
349	11CHS120210/30ISGR03	UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CHIAPAS (ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA)	DIFERENTES USOS	5980.00	16°41'33.60"	-93°11'52.30"
350	11CHS104235/30EPGR97	VICENTE POLA FLORES	SERVICIOS	379.00	16°46'13.00"	-93°06'11.00"
351	11CHS131629/30EPDA12	VICTOR FRANCISCO VESAREZ ZUÑIGA	SERVICIOS	21219.84	16°45'40.00"	-93°06'07.00"
352	11CHS154361/30EPDA14	VICTOR MANUEL ACOSTA ORZCO	SERVICIOS	16524.00	16°42'09.70"	-93°10'54.10"
353	11CHS131597/30EPGR05	VICTOR MANUEL CORREA NANGA Y ANTONIA VELAZQUEZ CORREA	SERVICIOS	5508.00	16°45'58.00"	-93°06'28.00"
354	11CHS103960/30PCGR97	VICTOR MANUEL GRAJALES COELLO	DIFERENTES USOS	49275.00	16°46'23.00"	-93°11'51.00"
355	11CHS103960/30PCGR98	VICTOR MANUEL GRAJALES COELLO	DIFERENTES USOS	10368.00	16°43'23.00"	-93°11'51.00"
356	11CHS100625/30EPDA16	VICTORICO MENDEZ TOVILLA	SERVICIOS	13824.00	16°45'17.30"	-93°05'26.30"
357	11CHS130836/30EPDA12	VICTORICO MENDEZ TOVILLA	SERVICIOS	6480.00	16°45'16.30"	-93°05'25.40"
358	11CHS131701/30EPDA15	VICTORICO MENDEZ TOVILLA	SERVICIOS	17550.00	16°45'18.70"	-93°05'26.70"
359	11CHS131640/30EPDA14	WBERCLEY PINTO ESCOBAR	8100	8100.00	16°44'29.40"	-93°06'58.90"
360	11CHS154323/30EPDA14	WBERCLEY PINTO ESCOBAR	SERVICIOS	8711.82	16°44'29.40"	-93°06'58.90"
361	11CHS154587/30EPDA15	WILLIAM MORALES SALAZAR	SERVICIOS	4599.00	16°45'29.00"	-93°09'18.10"
362	6CHS101453/30PCGE96	WILLIAM MORALES SALAZAR	INDUSTRIAL	18144.00	16°45'30.00"	-93°09'27.00"
363	11CHS131421/30EPGR06	XITLALLI PALOMEQUE RAMIREZ Y AGUSTIN PALOMEQUE RAMIREZ	SERVICIOS	2562.30	16°45'42.00"	-93°07'31.00"

Tabla 8c: Continuidad de Base de Datos REPDA. CONAGUA (2021). 3/3

10. REFERENCIAS DOCUMENTALES

Aguamarket, (2021). *Isopieza.*, recopilado el 16/11/22 de:

<https://www.aguamarket.com/diccionario/terminos.asp?Id=5824>

Carballo Jiménez, C. A. (2020). *Mecánica de fluidos*. Recopilado el 03/11/22 de:

<https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/10195/Dinamica%20de%20fluidos%20ideales.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=Una%20%C3%ADnea%20de%20Flujo%20es,tubo%20llamado%20tubo%20de%20flujo.>

Cortez, C. González, G. Jiménez, G. Pérez, A. Pimentel, P. Rodríguez, L. Ruiz, C. Torres, F. (2018). *Enciclopedia de Los Municipios y Delegaciones de México*. Recuperado de <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM07chiapas/municipios/07101a.html>

<https://mail.programadestinosmexico.com/descubre-mexico/historia/historia-de-tuxtla-gutierrez.html>

CONAGUA. 2000. Consejo de cuenca de los ríos Grijalva y Usumacinta. PDF

CONAGUA. 2015. Programa de medidas preventivas y de mitigación de la sequía de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

CONAGUA, (2020). *Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Tuxtla (0703), Estado de Chiapas*. Recuperado de: https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos_Acuiferos_18/chiapas/DR_0703.pdf

CONAGUA, (2021). *Títulos y permisos de aguas nacionales y sus bienes públicos inherentes*. Recuperado de: <https://app.conagua.gob.mx/consultarepda.aspx>

CONAGUA, (2022). *Entre julio y agosto se podría presentar la canícula en zonas del centro, oriente y sur de México*. Recuperado el 24 de octubre 2022 de: <https://www.gob.mx/conagua/prensa/entre-julio-y-agosto-se-podria-presentar-la-canricula-en-zonas-del-centro-oriente-y-sur-de-mexico>

De La Rosa Z, J.L. et al (abril, 1989) Geología del estado de Chiapas. Editorial HARLA S.S. de C.V. Antonio caso 142.

Fibras y Normas de Colombia S.A.S., (2020). *Nivel freático y Nivel piezométrico*. Recopilado el 26/12/2022 de:

<https://blog.fibrasynormasdecolombia.com/nivel-freatico-y-nivel-piezometrico/>

García, E. (2004). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. Instituto de Geografía. UNAM. México D.F. 80p.

García Rodríguez. M, (2021). *Conceptos de Hidrología*. Recopilado el 5/12/2022.

González Abraham. A. (2011). *Determinación de los sistemas de flujo del agua subterránea y caracterización de sus componentes en regiones desérticas: el caso de Loreto, Baja California Sur*. Recuperado de: https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1001/1057/1/gonzalez_a.pdf

IGLESIAS, C. (1997). *Mecánica del suelo*. Editorial Síntesis, Madrid, 590 pp. Retomado el 03/11/22 de:

<https://victoryepes.blogs.upv.es/tag/ley-de-darcy/#:~:text=Gradiente%20hidr%C3%A1ulico%3A%20i%2C%20se%20define,orienta%20con%20los%20potenciales%20decrecientes.>

INEGI, (mayo, 2018) *Hidrología del estado de Chiapas*. Retomado de:

<https://paratodomexico.com/estados-de-mexico/estado-chiapas/hidrologia-chiapas.html>

INEGI, 2020. *Número de habitantes*. Recuperado de: <http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/chis/poblacion/>

Paz Tenorio, J. A. et al., (2017). *Metodología para elaborar mapas de susceptibilidad a procesos de remoción en masa, análisis del caso ladera sur de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas*. Recabado el 30 de marzo de 2022. *Investigaciones geográficas*, ID : [10670/1.20lcyq](#)

López de Paz. P. (2008), *Detección de la trayectoria del agua subterránea en la zona carstica Meseta de Copoya, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México*. Recopilado el 20/09/22 de <https://1library.co/document/z1evxjvy-deteccion-trayectoria-subterranea-carstica-meseta-gutierrez-chiapas-mexico.html>

Ordoñez, J. (2011). *Cartilla Técnica: Aguas Subterráneas - Acuíferos*. Lima, Perú.

Paz Tenorio. J. A., (2012). *Laderas inestables y la construcción social del riesgo; tres casos en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas*. Retomado de (Aguirre, 2005). Recabado el 30 de marzo de 2022.

Peñuela Arévalo, L.A. et al., (2012) Definición de zonas de recarga y descarga de agua subterránea a partir de indicadores superficiales: centro-sur de la Mesa Central, México. Recabado en septiembre 2022 de: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-46112013000200003

Sánchez Aleman. E. J. (2020). *Modelo conceptual de flujo de agua subterránea en la Subcuenca II, Cuenca Sur del Lago de Managua*. Nicaragua. Recopilado el 20/09/22 de <https://repositoriosiidca.csuca.org/Record/RepoUNANM14397/Details>

Sahuquillo, A. (2009). *La importancia de las aguas subterráneas*. Vol. 103, Nº. 1, pp 97-114. Universidad Politécnica de Valencia.

Sánchez. F. (2012). *Hidráulica subterránea: principios básicos*. San Roma dpto. Geología. Universidad Salamanca (España).

Sánchez San Román, F.J. (Julio 2014) *Ley de Darcy. Conductividad Hidráulica*. Recopilado el 14/12/22.

Sánchez San Román, F.J. (septiembre 2012) *Hidráulica subterránea y principios básicos*. Recopilado el 16/11/22.

Secretaría de obras públicas y desarrollo urbano municipal, (2007). *Programa de desarrollo urbano del centro de población de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas*.

Werner, J. (1996). *Introducción a la Hidrogeología*. Nuevo León, México, Universidad Autónoma de Nuevo León.