

# BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

---

---

FACULTAD DE INGENIERÍA

COLEGIO DE INGENIERÍA TOPOGRÁFICA Y GEODÉSICA

## **“EL USO DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA EL ANÁLISIS EN LA RECONSTRUCCIÓN DE LA ZONA ARQUEOLÓGICA LA MESA EN TEHUACÁN, PUEBLA.”**

TESIS

*Que para obtener el Título de:*

INGENIERO TOPÓGRAFO GEODESTA

Presenta:

**BEATRIZ ISABEL CRUZ SANCHEZ**

Asesor:

M.I. ANGEL CECILIO GUERRERO ZAMORA

Heroica Puebla de Zaragoza

NOVIEMBRE 2020





## INDICE GENERAL

---

1. Justificación del trabajo
2. Antecedentes
3. Planteamiento del problema
4. Hipótesis
5. Objetivos
6. Alcances y delimitaciones
7. Marco referencial

### CAPITULO I.- LOS SIG

- i. Vectorial topológico
- ii. Los SIG móviles
- iii. Uso de geo portales

### CAPITULO II.- DESCRIPCION DEL ÁREA DE ESTUDIO

- i. Tehuacán
- ii. Museo de la evolución Tehuacán
- iii. San Antonio cañada
- iv. Ajalpan
- v. Zinacatepec
- vi. Coxcatlán
- vii. Zapotitlán

### CAPITULO III.- INFORMACION GENERAL

- i. Los Popolocas
- ii. Zona arqueológica la mesa
- iii. Esculturas
- iv. Museo de la evolución Tehuacán

- v. San Antonio cañada
- vi. Ajalpan
- vii. Zinacatepec
- viii. Coxcatlán
  - a) Iglesia parroquial
  - b) Cueva del maíz
- ix. Zapotitlán
  - a) Iglesia parroquial
  - b) Ruinas Popolocas
  - c) Pozos
  - d) Jardín botánico
  - e) Paleo parque

#### CAPITULO IV.- PROCESOS DE LOS TRABAJOS REALIZADOS

- i. Los programas informáticos
- ii. Datos
- iii. Modelo vector
- iv. Modelo ráster
- v. Servicios web
- vi. Servicios de mapas
- vii. Mapas base
- viii. Metodología
  - a) Diagrama de flujo
  - b) Tipos de mapas
    - 1. Mapas vectoriales
    - 2. Mapas con imágenes satelitales
    - 3. Mapas modelos digitales de elevación (MDE)

#### CAPITULO V.- ANALISIS DE MAPAS

- i. Mapas curvas de nivel
- ii. Mapa en color natural
- iii. Mapa de vegetación

- iv. Mapa en infrarrojo
- v. Mapa de áreas naturales protegidas
- vi. Mapa masas de agua
- vii. Mapa de pendientes
- viii. Mapas de sombras
  - a) 21 de septiembre
  - b) 23 de mayo
  - c) 21 de marzo

CAPITULO VI. – ESQUEMA DE LOS TRABAJOS Y RESULTADOS DEL ESTUDIO

CAPITULO VII.- BIBLIOGRAFIAS

## INTRODUCCIÓN

---

En el presente trabajo se dan a conocer aspectos generales del sistema de información geográfica y como se puede aplicar a un área de estudio en específico; caso que decidí comprobar con el área de la arqueología, a través del manejo y estudio de bandas multiespectrales, modelos digitales de elevación, modelos digitales de superficie y modelos digitales del terreno, algunas obtenidas con las nuevas tecnologías y se detallan sus aplicaciones, se hace el análisis de variables a través de mapas como, ubicación, zonas de cultivo, zonas recreativas, áreas naturales protegidas, historia, entre otras, estas se describen con detalle y el funcionamiento de cada sistema controlado con una actualización de base de datos.

El proyecto presentado se inició desde hace unas décadas con la finalidad de una recuperación del turismo en el municipio de Tehuacán y se pensó en el incremento cultural para una mayor movilidad financiera y social

Actualmente los sistemas de información geográfica se presentan como un paso inicial a una gran variedad de problemas, mostrándose como una alternativa a las observaciones que denominaremos de tipo clásico, aunque no las podemos sustituir por completo es una alternativa que nos ayuda a mostrar características que hasta hoy día un teodolito o una estación total no nos ofrece.

También se da a conocer la idea general y antecedentes de los satélites empleados en esta tesis.

Con el resultado de este trabajo se planea contribuir de manera modesta al mejoramiento de teorías de la zona arqueológica en todas las variables antes mencionadas (aspectos elaborados en la tesis)

Así con la investigación realizada generar información sobre las particularidades y el estado actual de la zona, aunque hoy día la zona se mantiene medianamente reconstruida la mayoría se encuentra entre escombros y maleza que se generada a lo largo de los años.

La tesis muestra la importancia de los SIG en la arqueología y el estado actual de la zona arqueológica la mesa, así como la relación que tiene entre pueblos colindantes y teorías que hacen suponer el asentamiento de los Popolocas en esa zona y porque fue elegida para representar al dios del inframundo, al mismo tiempo generar información de utilidad para conocer más de esta cultura.

## 1. JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO

---

Actualmente uno de los problemas más graves que enfrenta la sociedad es saber resolver problemas a través de los cambios un ejemplo claro es la pandemia que vivimos hoy día año 2020 donde la limitante es acceder a lugares con diferentes finalidades entre ellas realizar procesos para la obtención de datos y poder generar mapas, entonces los SIG resultan ser la herramienta necesaria para este tipo de situaciones, en esta tesis se plantea un área de estudio “la arqueología” y se puede implementar en muchas otras áreas pero a veces las herramientas son desconocidas o bien otra causante puede ser la falta de interés o simplemente falta de información, esto trae consigo un problemática más la falta de interés cultural que es uno de los cuales no nos enorgullece como mexicanos pero nos caracteriza.

Las causas que originan este problema cultural no son desconocidas pues a través de los años se ha reflejado una disminución del interés por parte de la comunidad mexicana; su origen es poco estudiado pero algunos de ellos son: desinformación, atraso cultural, alternativas urbanas y económicas estas provocan una gran afectación en todos los aspectos económicos, culturales y civiles que desequilibran a la sociedad, por lo que es de mayor relevancia estudiar estos índices y dar respuesta a la mayor cantidad de preguntas que surgen en el trascurso de los años por eso en esta tesis se plantea el reconocer como sociedad nuestra riqueza cultural a través de los sistemas de información geográfica.

Cada año aumenta el número de lugares turísticos ubicados en zonas de alto índice de población, esto se sobreentiende por que el mayor número de visitantes se concentra en las grandes ciudades de México; esta situación es grave pese al número de visitantes mensuales que se registran entre 8000 y 12000 esta probabilidad disminuye en zonas pequeñas y con menos índice poblacional, según estudios los mexicanos prefieren acudir a lugares con mayor accesibilidad, más cercanos y más baratos como cines o plazas comerciales

otro factor es la falta de distribución que incentive a los mexicanos a conocer estos lugares; y mencionando que uno de los procesos más significativos y menos estudiados respecto a las zonas arqueológicas llega a ser el “márquetin”.

Por ello en el presente proyecto se mencionan opciones viables para hacer de las zonas arqueológicas “Tehuacán el viejo” y sus alrededores una opción más atractiva, tomando como base diferentes ciencias que juntas nos permiten determinar un cambio de atracción para las personas provocando una movilización económica y turística

Otro de sus propósitos es ayudar a entender por medio de análisis de mapas a la conservación de las zonas al incremento de cultura en el país y a conocer mejor nuestra historia así generar una base en muchas múltiples áreas para posteriormente reforzar teorías o bien crear nuevas.

Lograr que esta zona nos enriquezca a través de nuevos estudios tales como los sistemas de información geográfica y causar un impacto en las personas creando altas perspectivas de conocimiento cultural y trascender a una mejor calidad de turismo latino, sin mencionar el conocimiento que se adquirirá, indagaremos en una cultura para conocer su forma de vida y evolución a través de los siglos y que no es una investigación local sino que también nos dará conocimiento de los otros lugares con la misma forma de organización política, del mismo lenguaje y la misma cultura, las mismas creencias y el mismo periodo.

Es importante mencionar que los Popolocas son una de las culturas más controvertidas y menos conocidas pero se sabe que sus aportes y relevancia para la evolución mesoamericana son fundamentales y de vital relevancia, en la historia de México se incluye en gran medida la domesticación del maíz, en este fragmento podemos hacer una relación de variables claves para esta tesis, la primera: Popolocas, la segunda: el maíz pues es la misma zona de estudio mejor conocido como “la cuna del maíz” fue encontrado el maíz más antiguo del mundo, hecho histórico que le da una alta categorización gastronómica y cultural a nuestro país.

## 2. ANTECEDENTES

---

El sitio de "Tehuacán el Viejo" fue considerado el centro de culto y cabecera política más importante de la Región durante el Posclásico, ya que data del año 1000 al 1456 aproximadamente; esta área formo parte del área cultural conocida como Mesoamérica. La importancia de esta Región es fundamental en la domesticación de diversas plantas, entre ellas y siendo la más sobresaliente el maíz.

En la época prehispánica, la ciudad más importante del oriente de Puebla era Ndachjian, más conocida como Tehuacán, antigua urbe de la cultura Popoloca. La ciudad floreció cuando los mexica-tenochcas conquistaron a los Popolocas y los obligaron a abandonarla, para asentarse muy cerca, en el paraje llamado Calcahualco, ubicado en las inmediaciones del poblado de San Diego Chalma. En "Tehuacán el Viejo" destacan las plazas donde se realizaban ceremonias, unidades habitacionales donde residían los gobernantes y sacerdotes, basamentos piramidales en cuya cúspide había templos, así como restos de drenaje y conductos de agua. En el conjunto central se localiza la estructura más alta del sitio, denominada Templo Mayor, otra estructura clave de estudio para los arqueólogos por su alta significancia es denominada como el Templo de las Calaveras.

El sitio arqueológico de "Tehuacán el Viejo" aparece en los primeros reportes del año de 1910, cuando el historiador local Joaquín Paredes Colín escribe que "las casas, jacales o chozas no estaban agrupadas ni formando calles, según puede comprenderse por algunos cimientos que existen, muy particularmente al norte de las actuales ruinas del Templo, es decir hacia Cerro Colorado". Fue hasta 1989 cuando, como resultado de un saqueo del sitio de "Tehuacán el Viejo", el Instituto Nacional de Antropología e Historia inicia las exploraciones a cargo del arqueólogo Gerardo Zepeda García. (GOB, 2017)

Actualmente, están exploradas 16 de las 126 hectáreas que comprende la ciudad. En ella se encuentra la plaza del Templo de Fuego Nuevo, dedicada a la renovación del tiempo cada 52 años. La plaza está flanqueada por los desplantes de las trece

columnas de los Señores de la Noche y las nueve columnas de los Señores del Día, también cuenta con un templo dedicado a Ehécatl-Quetzalcóatl. Y su importancia radica en que es el único templo dedicado a Xipe Tótec (nuestro señor desollado) que es el dios de la regeneración del maíz y de la guerra, deidad mesoamericana, en la Zona Arqueológica de Ndachjian–Tehuacán. Su influencia en la fertilidad, la regeneración de los ciclos agrícolas y la guerra, lo convirtieron en uno de los dioses más importantes de la época prehispánica, pues fue reconocido por culturas del Occidente, Centro y Golfo de México.

Los Popolocas en el Valle de Tehuacán.

Gracias a la información existente podemos hacer una reconstrucción de los antecedentes históricos de los Popolocas y observar que jugaron un papel central en el desarrollo de la cultura mesoamericana. Según los estudios realizados por MacNeish (1964).

Gran parte del surgimiento de la agricultura fue gracias a la cultura Popolocas, pues se concluyó que es entre el sur de Puebla y el norte de Oaxaca donde se dieron las condiciones climáticas idóneas para encontrar las evidencias del desarrollo de la agricultura en Mesoamérica que tanto había buscado (MacNeish)

Con la valiosa colaboración de un gran número de especialistas en varias disciplinas, como biólogos, antropólogos, geólogos, ingenieros etc. Llevo solidas investigaciones en el valle de Tehuacán, Puebla cuyo resultado han sido un parteaguas en el conocimiento del tema y particularmente en lo referente a la domesticación de productos agrícolas y en especial del maíz. El conocimiento generado por tal proyecto es fundamental en la integración del expediente que hizo posible la inscripción del “valle de Tehuacán. Cuicatlán” como patrimonio mundial.

Observación de la zona arqueológica “La mesa” con el satélite Landsat 8

Para empezar a hablar de las imágenes satelitales que fueron utilizadas para realizar este trabajo primero se debe entender que es la teledetección.

Dicho de una manera sencilla la teledetección permite estudiar el planeta desde varias perspectivas. Una combinación de ciencia e ingeniería, contribuyendo al conocimiento sobre cómo funciona el sistema de nuestro planeta. (View, 2019)

También la podemos definir como ciencia y arte de obtener información de un objeto área o fenómeno a través de análisis de datos adquiridos mediante algunos dispositivos que no están en contacto físico con el objeto área o fenómeno investigados.

El primer satélite landsat fue lanzado en 1972 convirtiéndose en una parte indispensable de nuestra infraestructura nacional, décadas proporcionando un registro único, invaluable e incalculable, con dicho lanzamiento podemos observar décadas de nuestros paisajes cambiantes, con muchos usos prácticos para nuestras vidas y sustento a lo largo de varias décadas. Desde este año la serie de satélites landsat ha mantenido un ojo vigilante sobre nuestro planeta, la acumulación continua de imágenes Landsat sobre 48 años ha proporcionado imágenes asombrosas de la tierra y ha permitido a geo-científicos de todo el mundo documentar nuestros paisajes.

Estos datos son una base para las aplicaciones de mapeo y algunos análisis geoespaciales en múltiples plataformas, la información obtenida combinados con los sistemas de información geográfica, el software de procesamiento de imágenes y la información de la nube de hoy en día, permite a los usuarios procesar tantas escenas como sea posible.

### 3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

---

Supongamos un siguiente escenario, Un grupo de mercadólogos se prepara para promocionar la zona arqueológica de Tehuacán, ellos sin saber nada de temas de arqueología buscan medios por los cuales entender todo de una manera más precisa, ¿Cuál sería el medio y por qué?

Han decidido recorrer una determinada región y planean un viaje, buscan los temas de interés que se encuentran en dicha regio: monumentos históricos, museos, paisajes, etc.

Lo que se planea con esta tesis es brindar alternativas de uso a los SIG poniéndola en un escenario principal que es la arqueología pero cruzando eventualmente a otras áreas, este plan alternativo que buscan los mercadólogos se agrupara por pueblos en etapas que podamos recorrer, dentro de las poblaciones se otorgan lugares de relevancia para los Popolocas para entender mejor el tema, en resumen se maneja información alfanumérica : las características de una ciencia combinada con los SIG o de un lugar de interés junto con su posición espacial (donde están) y sus relaciones espaciales (que cerca esta, que carreteras conecta, etc.)

La reconstrucción de la zona arqueológica es entre muchas otras cosas una prueba para la sociedad, pues tiene que contar con las cualidades perfectas para atraer al turismo, esto se quiere lograr a través de medios ecológicos, fusionar ambas partes es lo ideal, crear nuevas experiencias y tal vez un cambio de como admirar y valorar la riqueza mexicana, es un hecho que el mundo va evolucionando y la sociedad junto con ella por eso es indispensable evolucionar en conjunto.

#### 4. HIPÓTESIS

---

- Mayor conocimiento y estudio por relacionar intereses con la reconstrucción y recuperación del patrimonio de la zona arqueológica “la mesa”.
- Con el análisis de mapas que se proporcionan existe un mayor estudio y pone sobre la mesa numerosas teorías que podemos refutar o desbancar desde los conocimientos que generara esta investigación.
- El deterioro de la zona limita las posibilidades de un mejor desarrollo social.

## 5. OBJETIVOS

---

### General:

- Analizar a través de los SIG los efectos de la reconstrucción de la zona arqueológica ubicada en el valle de Tehuacán “La Mesa”.

### Específicos

- i. Estudiar las condiciones actuales naturales y no de la región.
- ii. Constatar los beneficios o prejuicios que esto puede llegar a obtener.
- iii. Detectar el impacto que provoca el análisis geoespacial para las ciencias principalmente arqueología.

## 6. ALCANCES Y DELIMITACIONES

---

La presente tesis y la propuesta de implementación de sus resultados se enfocará exclusivamente para el municipio de Tehuacán, Ajalpan, Coxcatlán, San Antonio Cañada, Zapotitlán y Zinacantepec. Que tomara como base los estudios científicos de los arqueólogos de la zona la mesa en Tehuacán Puebla y conocimiento empírico de los aledaños y creadora de esta tesis para la solución de una necesidad cultural, social y económica.

Una limitante será que, de acuerdo con el gobierno estatal al publicar esta tesis (2019 -2024) todas las áreas recreativas o que tiendan a la aglomeración de personas quedan cerradas al público en general para evitar el contagio y propagación del SARS-CoV2, el virus que causa el Covid-19 por tal no se tuvo acceso a la mayoría de los lugares que se mencionaran para su preciso y deseable análisis, tendrá que considerarse las reaperturas de estos lugares y medidas de seguridad que cada lugar establece en la mayoría para el beneficio público serán puestas a disposición del gobierno que nos rige hoy día.

## 7. MARCO REFERENCIAL

---

Dado que la mira central de este análisis estará puesta en el impacto turístico a través del análisis generado con los mapas y tablas de atributos de los SIG, será necesario plantear algunos parámetros que sirvan de ejes conceptuales sobre los que se apoyará la lectura y son los siguientes:

- I. Este trabajo tiene como base los mapas realizados a través de softwares SIG, resulta fundamental demostrar como alrededor de la zona arqueológica hay sitios de relevancia cultural, se proponen lugares colindantes a la zona de estudio principal.
- II. El presente trabajo analiza la historia de la zona reconstruida Tehuacán el viejo, y se analizan variables que hacen destacables un área de investigación.
- III. interpretar el nivel con la que se puede aportar a una ciencia en específico para posteriormente analizar el impacto y crecimiento cultural y científico que presento dicho trabajo.
- IV. estudio de exposición de pendientes, cobertura de suelos e idoneidad para la flora dañada.
- V. crear base de datos apto para reseñas históricas útil para investigaciones y reforzar o refutar teorías.

Se ha generado un criterio de evaluación de las comunidades colindantes con la zona arqueológica y cumplen con los siguientes requisitos.

- a) Son de interés cultural.
- b) Tienen relación con la zona arqueológica “Tehuacán el viejo”.
- c) Son accesibles (económicos).
- d) Existen empresas que fomentan este tipo de recorridos turísticos (colaborar con alguno de ellos)

hay factores que deben ser cambiantes para que este crecimiento sea acelerado y constante, por ejemplo:

- a) aumentar medidas de seguridad
- b) Hacer las vías de comunicación lo más estables
- c) Promover la actividad turística a través de los medios de comunicación.
- d) Municipios de relevancia cultural en los cuatros puntos cardinales
- e) Diversas opciones gastronómicas

## CAPITULO I.- LOS SIG

---

Un SIG es fundamentalmente una herramienta para trabajar con información georreferenciada, una definición en la que pueden entrar un gran número de tecnologías y otros elementos no tecnológicos. (Olaya, 2014)

Los sistemas de información geográfica constituyen uno de los campos más dinámicos y novedosos de aplicación de la información, siendo los SIG un sistema que describe y categoriza en un sistema geográfico con el objetivo de mostrar y analizar la información a la que se hace referencia. (arqueología)

En un sistema SIG el conjunto de software y hardware representan un aspecto evolutivo que trasciende de la mera generación de cartografía, Para el correcto análisis e interpretación de la información geográfica es necesaria la participación de un software que tenga la potencia y funcionalidad de trabajar con información de este tipo. Hoy en día existen bastantes software SIG en el mercado que nos ponen a disposición herramientas para el tratamiento de la información geográfica, diseñados específicamente para la adquisición de datos y mantenimiento, en este tipo de software se puede incorporar casi todo tipo de documento como lo son hojas de cálculo que incluyen un análisis espacial de datos que representan los objetos del mundo real todo a la misma conclusión de crear nueva cartografía referente a las variables principales como gestión y análisis de datos creando una generación de resultados tales como mapas, informes, gráficos, etc.; posteriormente se almacenan datos de dos formas ráster y vectorial estas dos ilustran el espacio obviamente de diferente manera y ayudan a comprender mejor los elementos mediante formas geométricas (puntos, líneas y polígonos), la elección de uno u otro depende de las propiedades topológicas<sup>1</sup> que son importantes para el objeto de estudio

Es importante mencionar que los datos son la materia prima para trabajar con los Sistemas de Información Geográfica (SIG). Sin ellos, no podremos construir

---

<sup>1</sup> Expresa las relaciones espaciales entre características de vectores conectados o adyacentes en unSIG.

productos de información o mapas que nos ayuden a hacer análisis y tomar las decisiones en nuestra organización. Esos datos podrán venir de diferentes fuentes: sensores remotos, GPS, fotografías aéreas, archivos formatos shapefile, archivos CAD, archivos Excel, etc. (GEOGRÁFICA, 2010)

i. Vectorial topológico

Es el modelo de datos más clásico. Se distinguen tres tipos de entidades básicas: puntos, líneas y polígonos, que a su vez se conforman por arcos que se conectan en nodos y los polígonos están compuestos por arcos, de forma que todas las entidades mantienen relaciones topológicas: los arcos que están conectados a un nodo, el arco que constituye la frontera entre dos polígonos, etc. Cada entidad tiene, además un registro asociado en la base de datos. (Puebla, 1997)

En una revisión histórica de lo que ha sido la evolución de los sistemas de información geográfica desde la década de 1960 hasta el presente se ha producido un constante y acelerado desarrollado en el uso de las tecnologías computacionales y que ha dado respuesta a muchas de las diferencias y limitaciones en cuanto al procesamiento de la información espacial llevada a cabo anteriormente por métodos manuales, apoyada de la información espacial la cual puede ser aprovechada en mayor medida ya que es un elemento sumamente enriquecedor y clave para muchos análisis dicho de una forma simple la unión de dos ciencias la geografía y la información geográfica ha pasado a ser un ámbito particular con cierta relación con otros campos a ser un elemento fundamental incorporado a la mayor parte de las disciplinas, que vivimos día a día.

Es importante saber que los SIG toman elementos de muchas otras disciplinas distintas, podríamos decir que se componen de todas esta por esa razón suelen ser sistemas complejos y describe cada uno de sus componentes principales como la herramienta primordial del sector tecnológico.

Los dos softwares más conocidos y usados el día de hoy son ArcGIS y Qgis; conocidos actualmente como “la tecnología de referencia en los Sistemas de Información Geográfica” (SIG). Esta tecnología ha sido desarrollada y mejorada año

tras año por la compañía propietaria ESRI (Environmental Systems Research Institute) desde hace más de 30 años. Actualmente ofrece una plataforma a nivel escritorio, servidor, online y aplicaciones que permite una interoperabilidad completa a la hora de trabajar con los Sistemas de Información Geográfica, Como es lógico, para poder utilizar algunos de los software anteriormente mencionados es necesario un ordenador o hardware. Dependiendo de las características de esta máquina, obtendremos un mayor o menor rendimiento a la hora de realizar nuestros análisis. Dentro de las características del hardware para el análisis de información geográfica con software es indispensable mencionar al operador profesional en SIG hoy día es un perfil muy cuestionado (y demandado) en los últimos años, ya que existen muchas tareas dentro de un análisis SIG, las cuales necesitan de uno o varios profesionales, incluso profesionales temáticos.

Dentro de los perfiles SIG podemos encontrar perfiles fundamentales:

Publico: los clientes del servicio que ofrece la organización en que se implantan un SIG los cuales normalmente no presentan una gran especialización en ninguno de las variables antes mencionadas

Técnico/Analista SIG. Profesional que se encarga de realizar análisis geográficos y obtener resultados acorde con la investigación o proyecto que se esté llevando a cabo, con alta especialización en SIG, pero escasa en el ámbito de aplicación.

Profesionales ocasionales: gestores y usuarios finales, con conocimientos limitados de sig. y alta especialización en el ámbito concreto de aplicación.

Especialistas en la aplicación: expertos que conocen con detalle el SIG y también el campo de aplicación de este, se incluyen aquí los analistas sig. y las cartográficos, para cuyo trabajo se requiere un alto conocimiento de todos los elementos implicados.

Programador SIG: Desarrollador de partes funcionales de un SIG de escritorio (o de servidor) y /o de aplicativos web para la visualización de mapas. Además de eso, y dado que los SIG están creciendo tantísimo hoy en día, se pueden encontrar

perfiles como Administrador SIG, Gerentes de cuenta SIG, o directores SIG. Todo dependerá de las necesidades de los proyectos.

Un SIG exitoso opera de acuerdo con un buen diseño de reglas que son los modelos y prácticas de operación únicas para cada organización. Al igual que en todas las organizaciones relacionadas con la tecnología sofisticada, las nuevas herramientas sólo se pueden utilizar con eficacia si se integran adecuadamente en toda la estrategia empresarial de la organización. Para hacer esto correctamente, se requiere no sólo de las inversiones necesarias en hardware y software, sino también en el reciclaje y / o contratación de personal para utilizar la nueva tecnología en el contexto de la organización adecuada.

La aplicación de su SIG sin tener en cuenta el compromiso organizacional adecuado resultará en un sistema sin éxito. (GEOGRÁFICA, 2010)

## ii. Los SIG móviles

Los SIG han contribuido al desarrollo de las ciencias afines, además de modificaciones y contribuciones a otras ramas es una disciplina relacionada con la tecnología el manejo de información, ciencia dedicada al estudio de la tierra desde un punto de vista físico, social y humano, haciendo una integración de conocimientos de otros ámbitos distintos, como se menciona antes, pero la geografía sigue siendo la pieza clave de este grupo

Estos sistemas, al igual que los de cartografía automática, registran la información de la localización, forma, y atributos de las entidades geográficas, pero incluyen además la capacidad de analizar y manipular datos como apoyo para la toma de decisiones en la gestión del medio físico. Estos datos almacenan el conocimiento geográfico que se ha obtenido a lo largo de los siglos de estudio del medio físico y es independiente tanto de la estructura física del sistema como el de su estructura lógica

Es aparatos son dispositivos móviles que integran tecnología en dispositivos portátiles que permiten que el SIG se incorpore también a las fases de trabajo en

campo, el elemento tal vez más relevante en este sentido es la propia información que un sig. maneja y las características de esta la única tecnología que reside tras ellas es la propia tecnología informática, las herramientas que emplea el cartógrafo para generar un mapa son muy diferentes de las que emplea el gestor para analizar dicho mapa

iii. Usos de geo portales.

Un geo portal puede definirse como un tipo específico de portal web especializado en información geográfica y geomática. Estos servicios incorporan, entre otras funciones, acceso a cartografía web que además de la visualización, pueden ofrecer herramientas para el análisis y la edición de mapas digitales. Los geo portales son elementos clave para el uso efectivo de los Sistemas de información geográfica (SIG) y constituyen un componente básico de la Infraestructura de Datos Espaciales (IDE), por ello tienen una importancia creciente en la elaboración y compartición de la información cartográfica en formato digital. (GEOGRÁFICA, 2010)

Portales usados para el SIG de la zona Arqueológica

a) CONABIO

b) INEGI

c) USGS

d) Datos de GOB

e) INAH

f) SEDESOL

g) Atlas de naturaleza y sociedad

h) Habitad, ONU

i) Nuestro México

j) secretaria de turismo del estado

k) Comisión nacional para el desarrollo de los pueblos indígenas

l) CINVESTAV

m) Cuéntame, INEGI

## CAPITULO II.- DESCRIPCION DEL ÁREA DE ESTUDIO

---

En una de las funciones de un SIG se hace referencia a lo que se encuentra en algún lugar determinado de algún mapa. Esta localización puede describirse por distintas formas como puede ser, por ejemplo, su topología, algún código postal o alguna referencia geográfica como latitud y longitud (esta será llevada a cabo con éxito, siempre y cuando cumpla con los datos correctos y precisos).

Así mediante esta función podríamos identificar que hay alguna zona que sea de interés y al analizar sus características determinar si reúne las condiciones necesarias si y solo si las cumple.

¿Qué hay en este lugar? Esta segunda cuestión nos permite conocer que elementos se disponen en un lugar en particular. Este puede ser definido de diversas formas: con coordenadas geográficas (latitud, longitud) con una delimitación superficial (como los límites de un término municipal) con una referencia lineal, puntual o superficial.

El campo de aplicación de los sistemas de información Geográfica es muy amplio, pudiendo utilizarse en cualquier actividad con un componente espacial hoy en día se clasifican en infraestructura, medio ambiente, recursos minerales, cartografía, información de rutas, geomarketing. (Mexicano, 2017)

El rápido avance tecnológico de los sistemas de información abre un enorme campo de aplicaciones hasta ahora inabordables por los métodos tradicionales, los cuales no dejan de ser esenciales para la mayoría por no decir todas las disciplinas de aplicación.

Es obvio que pase a su propia denominación indica específicamente que los SIG desarrollan su actividad con información geográfica y esta es necesaria para el trabajo con ellos, conocer el área de estudio ayuda a pensar y procesar todo de una manera más ligera para su mayor entendimiento; para formular y generar términos entre cada evento y varios tipos de sucesos a través de los años, que generalizan

cada determinada condición sirviendo como explicación en los correspondientes eventos, tengamos en cuenta que las actividades que se manifiestan en esta tesis fueron parte de un sistema al cual nos referiremos como sistema cultural determinada por arqueólogos expertos y con procesos que podemos definir como complejos o componentes directos o indirectos que relata una o más lecciones en algún tiempo

Para esta tesis haciendo énfasis en la cartografía y estudiar la relación entre estos componentes utilizaremos el factor organizativo, aunque no perdamos de vista el hecho de que esta tesis engloba todos las variables que se mencionan con anterioridad, pero algunos en mayor y menor medida y que son igual de importantes dentro del sistema global de un SIG y dentro del estudio arqueológico

Empezare a describir el objeto de estudio seguido por los lugares que se proponen como áreas con relación y aporte a dicha investigación.

#### **i. Zona arqueológica “la Mesa” en Tehuacán.**

El sitio arqueológico de Tehuacán se ubica en el Estado de Puebla al norte del Valle de Tehuacán en la cima de una Mesa Geológica. El sitio abarco un área de 126 hectáreas. Está compuesto por plazas arquitectónicas, basamentos piramidales, unidades habitacionales, un sistema de canales hidráulicos, un posible observatorio solar y pinturas murales, entre otros elementos. (Castillo Tejero, 2014)

El sitio era un lugar donde residía y gobernaba la elite político- religiosa. Las plazas del sitios arqueológico y los espacios públicos indican que el sitio probablemente fue un lugar de peregrinación religiosa, El gran tamaño de las estructuras piramidales nos habla, posiblemente, del control y centralización de recursos; un ejemplo es el templo mayor (imagen 1). El documento histórico colonial Lienzo de Jucutacato<sup>2</sup>, indica que Tehuacán ocupaba un lugar importante en la geografía y peregrinaciones mitológicas de los pueblos de Mesoamérica.

---

<sup>2</sup> Lienzo tejido no muy fino de fibra de algodón, el cual narra la historia sagrada de los nahuas, conservado por la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística de México.

La forma de llegar es la siguiente, Se ubica en el municipio de Tehuacán, Puebla en la Carretera Federal que va a Oaxaca además durante el recorrido podemos observar un paisaje donde predominan las cactáceas, entre ellas se encuentran muchísimos cactus y biznagas (Alaman, 2018), se llega al poblado de San Diego Chalma en la meseta conocida como la mesa, en las faldas del cerro colorado y con una vista privilegiada del Valle de Tehuacán y se sigue hasta la colonia San Isidro y un poco más adelante se llega al sitio arqueológico.



---

Imagen 1: lado sur del templo mayor

La área arqueológica cuenta con las siguientes coordenadas geográficas son los paralelos  $18^{\circ} 22' 6$  y  $18^{\circ} 36' 12$  de longitud norte, y los meridianos  $97^{\circ} 15' 24$  y  $97^{\circ} 37' 24$  de latitud.

## **ii. Museo de la evolución Tehuacán.**

Carretera Federal Puebla-Tehuacán 1211 o Km. 114 San Lorenzo Teotipilco  
Col. Manantiales  
CP 75855

Tehuacán,  
Tels.: (222) 213 02 89, 234 68 21

Tehuacán,

Puebla

### **iii. San Antonio Cañada**

El municipio de San Antonio Cañada, su ubicación es en la zona sureste del estado de Puebla. Colinda al norte con los municipios de Vicente Guerrero y con Tehuacán, al sur con Ajalpan, al este nuevamente con Vicente Guerrero y al oeste una vez más colinda con el municipio de Tehuacán. Debido a su posición geográfica, San Antonio Cañada está ubicado entre las coordenadas geográficas 18° 27' 06" y 18° 35' 30" latitud norte del trópico de cáncer y entre 97° 14' 36" y 97° 19' 18" longitud oeste del meridiano de Greenwich.

El mapa general de la República Mexicana indica que el municipio de San Antonio Cañada se encuentra situado a una altitud que va de 1,500 a 2,950 metros sobre el nivel del mar.

### **iv. Ajalpan**

El área de estudio es el territorio del municipio de Ajalpan, el cual se localiza en la parte sureste del estado de Puebla, sus coordenadas geográficas son los paralelos 18° 21' 12" y 18° 30' 00" de latitud norte, y los meridianos 96° 58' 00" y 97° 18' 18" de longitud occidental. Colinda: al norte con San Antonio Cañada y Vicente Guerrero, al sur con Zinacantepec, Coxcatlán y Zoquitlán, al este con Eloxochitlán y al oeste con Tehuacán y Altepexi. El municipio tiene una extensión de 325.3 kilómetros cuadrados, que lo ubican en el lugar 24 con respecto a los demás municipios del estado.

### **v. Zinacatepec**

Es fundamental saber que el municipio de Zinacatepec se localiza en la zona sureste en el estado de Puebla. La altitud del municipio de Zinacatepec es de 1,100

metros sobre el nivel del mar, esto se debe principalmente a que está ubicado en la región del Valle de Tehuacán y en su territorio se encuentran varias elevaciones con diferentes alturas. Zinacatepec se encuentra rodeado por varios lugares y el que destaca al norte es el municipio de Ajalpan, al sur San José Miahuatlán y Coxcatlán, al oriente se encuentran nuevamente Ajalpan y Coxcatlán, finalmente en la zona poniente están los municipios de Altepexi y San José Miahuatlán.

Debido a su posición marcada en el mapa general de la República Mexicana, geográficamente Zinacatepec está situado entre las coordenadas 18° 17' 30" y 18° 23' 00" latitud norte del trópico de cáncer y entre 97° 09' 18" y 97° 15' 54" longitud oeste meridiano de Greenwich. Dicho lugar está formado por una superficie territorial total de 86.76 kilómetros cuadrados.

#### **vi. Coxcatlán**

El municipio de Coxcatlán se localiza en la parte sureste del estado de Puebla (Pue). Se encuentra rodeado por varios lugares debido a su posición en el mapa mexicano. Al norte están los municipios de Ajalpan y Zoquitlán, al sur se encuentra el estado de Oaxaca, al este Coyomeapan y al oeste lo rodean los municipios de Zinacatepec y San José Miahuatlán. La superficie total que cubre al municipio de Coxcatlán se extiende a 304.89 kilómetros cuadrados. El mapa general de la República Mexicana señala que el municipio de Coxcatlán se encuentra situado entre los paralelos 18° 07' 54" y 18° 21' 06" latitud norte del trópico de cáncer y entre los meridianos 96° 59' 06" y 97° 12' 06" longitud oeste del meridiano de Greenwich.

Es importante tomar en cuenta las diferentes elevaciones que se pueden encontrar en su territorio y debido a eso su altitud oscila entre los 900 y los 2,000 metros sobre el nivel del mar (msnm)

#### **vii. Zapotitlán.**

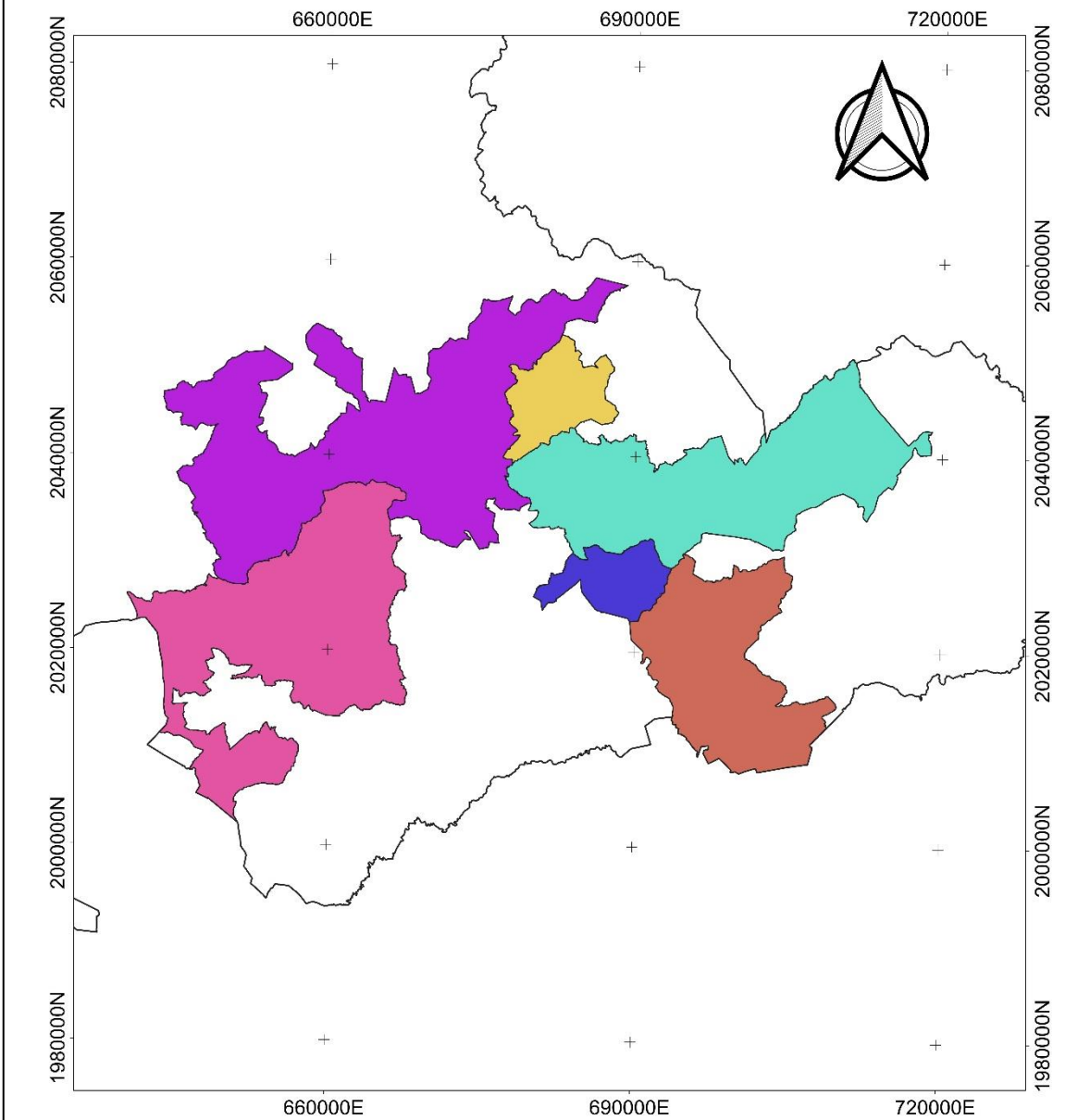
se localiza en el Municipio Zapotitlán del Estado de Puebla México y se encuentra en las coordenadas GPS:

Longitud (dec): -97.474444

Latitud (dec): *18.331944*

La localidad se encuentra a una mediana altura de 1500 metros sobre el nivel del mar.

# ÁREA DE ESTUDIO



COORDINATE SYSTEM: WGS 84 / UTM zone 14N  
CODIGO EPSG:32614  
DATUM: WGS 1984  
UNITS: METER

SIMBOLOGÍA	
MUNICIPIOS	ESTADO
Ajalpan	Puebla
Coxcatlán	
San Antonio Cañada	
Tehuacán	
Zapotitán	
Zinacatepec	

ESCALA NUMÉRICA

1:150000

ESCALA GRÁFICA



MACROLOCALIZACIÓN



## CAPITULO III INFORMACIÓN GENERAL

---

### i. LOS TOLTECAS.

Tolteca es una palabra de origen náhuatl, los toltecas eran llamados toltecah significa morador de Tula.

La cultura tolteca es una de las culturas precolombianas de Mesoamérica del periodo posclásico, su lengua era el náhuatl, la misma lengua que domina en el norte del altiplano mexicano entre los siglos X y XII

Los toltecas alcanzaron su apogeo durante este periodo, entre los años 900 y 1200 d.C fueron el grupo dominante de este estado cuya influencia se extendía hasta el actual estado de Zacatecas y al sureste en la península de Yucatán, la relación entre los toltecas y los mayas del periodo posclásico ha sido objeto de controversias.

En los escritos se plasma que los toltecas tuvieron gran influencia entre los mayas, no está comprobado que hubiera presencia militar en la península de Yucatán, ni viceversa, pero se puede hablar de una gran influencia comercial y político- religiosa de los toltecas en Chichen itza, influencia que se reflejada en la arquitectura de muchas estructuras como son el castillo, el templo de los guerreros, así como en la presencia del llamado chac. Mool típico de Tula. La incursión de Quetzacóatl como deidad es otro elemento tolteca importante reflejado en Kukulcán entre los mayas, entre los pueblos nahuas de la época de la conquista, la palabra tolteca significaba alguien sabio que denominaba las artes y artesanías y la palabra “toltequidad” equivalía a lo que llamaríamos, alta cultura.

## ii. ZONA ARQUEOLOGICA LA MESA.

La zona arqueológica de Tehuacán se ubica en una mesa volcánica que se conecta al norte con el cerro colorado, dicho cerro posee tanto ruinas arqueológicas como restos históricos de la época de la independencia. En la cima se puede observar plazas prehispánicas, basamentos piramidales y muros de una fortaleza prehispánica. Hacia el sur del cerro existe una presa cuya temporalidad aún no se determina, además la zona cuenta con gran cantidad de manantiales de aguas minerales, escurrimientos y de galerías<sup>3</sup> filtrantes de agua del subsuelo.

Las grandes dimensiones del sitio arqueológico de Tehuacán, así como algunos elementos iconográficos<sup>4</sup> como los escudos de señoríos en los murales prehispánicos de Tehuacán y la proliferación<sup>5</sup> de imágenes como el cuchillo se sacrificios nos hace pensar que Tehuacán tuvo una importancia fundamental en el control y la lucha por los recursos del valle de Tehuacán hacia el posclásico tardío.

Dado el contexto histórico del postclásico tardío, caracterizado por las guerras entre los distintos señoríos, podemos pensar que Tehuacán y su elite se encontraban en disputa por el control regional de los recursos del valle de Tehuacán y la región mixteca de los actuales estados de Puebla y Oaxaca. Uno de los señoríos rivales de Tehuacán era el de Coxcatlán en el Valle de Tehuacán.

La región del valle de Tehuacán fue parte de las transformaciones económicas, sociales y culturales ocurridas a lo largo del tiempo en Mesoamérica, se encuentran evidencias del paso de la prehistoria a la agricultura, los restos de algunas de las formas del maíz más tempranas de México en las cuevas del Valle de Tehuacán son una prueba de ellos. La agricultura le dio surgimiento de las primeras aldeas del valle de Tehuacán.

---

<sup>3</sup> Estructura subterránea construida para alcanzar un acuífero cuya estructura permeable esta diseñada con las finalidad de captar aguas subterráneas.

<sup>4</sup> Conjunto de imágenes relacionadas con un personaje o un tema y que corresponde a una concepción o a una tradición.

<sup>5</sup> Incremento de la cantidad o el número de algo de forma rápida

Describir este lugar es describir a Xipe Tótec (nuestro señor el desollado) era uno de los dioses más importantes de la época prehispánica. Su influencia era la fertilidad, la regeneración de los ciclos agrícolas y la guerra, fue reconocida por numerosas culturas del Occidente, centro y Golfo de México, sin embargo, nunca se había encontrado un templo asociado directamente a su culto

Destacan dos altares de sacrificio, tres esculturas en piedra y diversos elementos arquitectónicos localizados en un basamento piramidal, los cuales confirman que esta antigua ciudad resguardada al primer templo dedicado a tal deidad hasta ahora descubierto en el país



---

Imagen 2: conjunto piramidal y atrás el cerro colorado

### iii. Las esculturas.

Cabeza de serpiente, hallada en el templo mayor de Tehuacán sobre una plataforma de tierra recubierta de estuco en el costado norte. El templo mayor se ubica en el conjunto central, el templo es una pirámide truncada que posee tres cuerpos arquitectónicos y mide 10 metros de altura; descansa sobre la plataforma artificial de tierra recubierta por un piso de estuco, dicha plataforma tiene 42 metros de largo por uno de alto y se ubica al centro de la plaza denominada conjunto central (imagen 3)



Imagen 3 conjunto central de Tehuacán, fuente Google maps

El templo mayor está rodeado por 12 templos pequeños y un canal que conducía el agua por toda la plaza.

La escultura de la cabeza de serpiente fue encontrada por el trabajador Martín Torres, se encontraba en un contexto de derrumbe, la escultura se encontraba a 1.15 metros del muro principal y a dos metros de la superficie bajo la superficie bajo una

Fuente: fotografía tomada por Martín Domínguez.

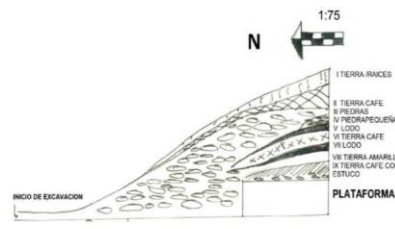


Figura 10 Corte estratigráfico en el cual se ubica a la escultura

Fuente: dibujo realizado por Martín Domínguez.

serie de estratos, cabe señalar que el derrumbe que cubría toda la plataforma norte, aparecieron también ornamentos arquitectónicos de piedras con la forma de un cilindro de una gran cantidad de fragmentos de mascarones<sup>6</sup> de estuco policromada<sup>7</sup> y pedazos rotos de incensarios de cerámica; entre estos destaca la imagen de un rostro de barro, todo esto muy probablemente se encontraban en la parte superior del templo mayor de Tehuacán. (Castellon Huerta, 2002)



---

Imagen 4 la escultura al inicio de la excavación fotografía tomada por Martín Domínguez

En el plano “TEMPLO MAYOR” se muestra el lugar donde fue encontrada la escultura

La escultura representa la cabeza de una serpiente con las fauces<sup>8</sup> abiertas y con doce imágenes en sus costados de Técpatl<sup>9</sup>, los ojos de la serpiente uno ubicado a cada laso, formados por dos ovalos horizontales, encima se observa una ceja curva y afilada, y termina en forma de V, como simbolismo de un animal predador, encima se encuentra el morro o la nariz de la serpiente. Está compuesta por tres franjas; la primera de ellas es una franja de pulmones de sacrificio, se trata de medios ovalos con otro medio ovalo a su interior, estas representaban plumas de aves cortadas y anunciaban el sacrificio humano, la segunda es una línea horizontal lisa, encima se

---

<sup>6</sup> Adorno arquitectónico que tiene forma de cara grotesca o deforme

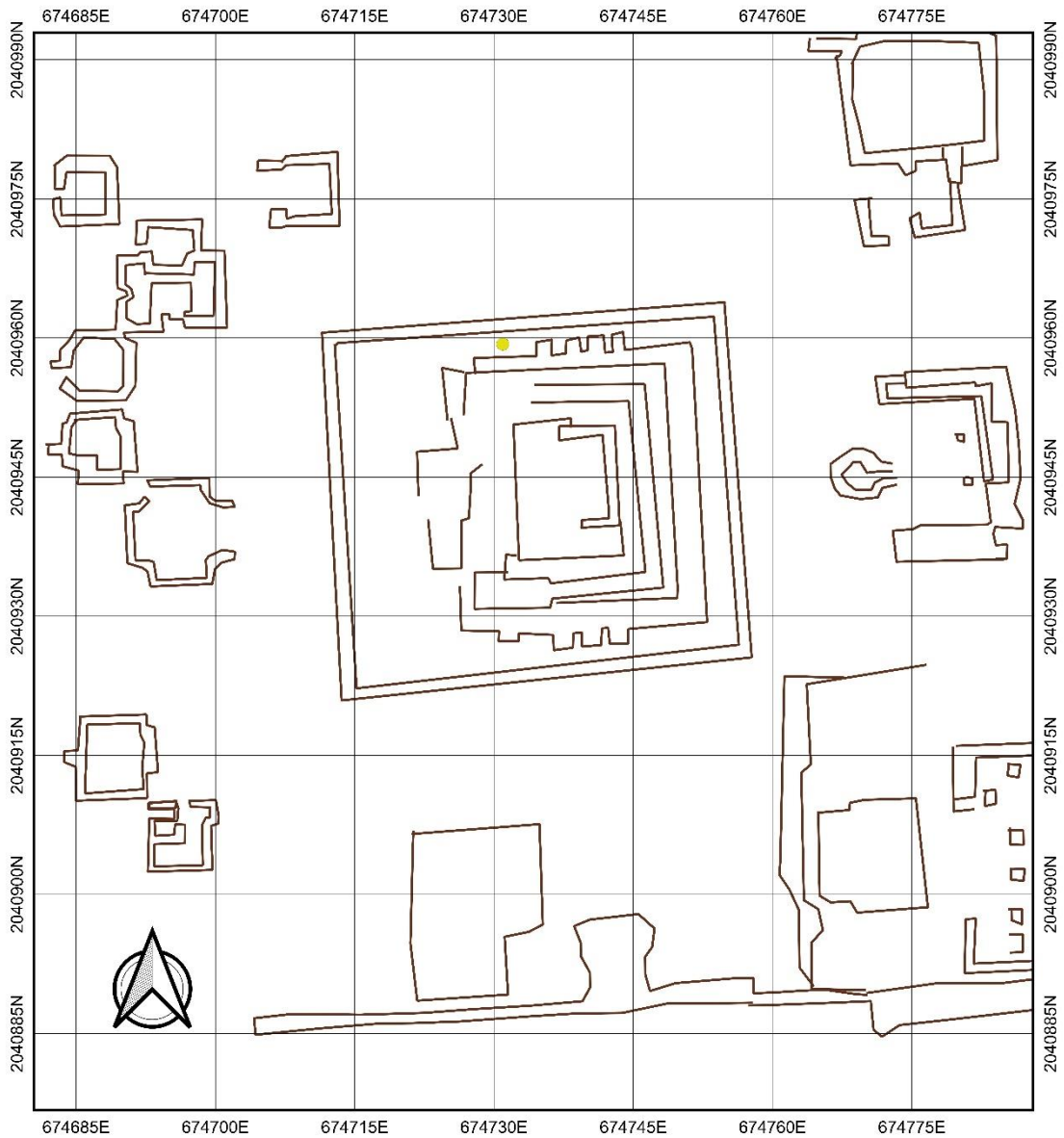
<sup>7</sup> Que está pintado de varios colores

<sup>8</sup> Parte posterior de la boca de una persona o animal

<sup>9</sup> También conocido como cuchillos de sacrificios, con este se abría el pecho de las víctimas para sacrificios humanos y extraer el corazón que habría de alimentar a los dioses.

ubica una franja ancha con dos círculos y una línea que se rompió por efectos del paso del tiempo y cuyos restos o se pudieron localizar, la boca, los labios y la mandíbula de la serpiente entran formadas por una línea doble que comienza y termina con un espiral que conecta los dos lados de la pieza. La banda horizontal central tiene cuatro plumones de sacrificio, bajo esta se observa un chalchihuite que se encuentra justo en medio de la lengua bífida. El chalchihuite es un símbolo mesoamericano por excelencia, se representa como un círculo contenido en otro., los chachihuites eran pequeñas y redondas piedras verdes que representaban gotas de lluvia y se colocaban en la boca de los muertos para que los acompañaran en su viaje al inframundo.

# TEMPLO MAYOR



SIMBOLOGÍA		
 ARQUITECTURA	 MAPA BASE	 Google Satellite
 UBICACIÓN DE ESCULTURAS	 Google.cn Satellite	
 CABEZA DE SERPIENTE		

IMAGEN GEORREFERENCIADA  
CONJUNTO CENTRAL

ESCALA GRÁFICA



En la historia mesoamericana a la serpiente siempre se le dio un especial vínculo con lo sobrenatural, la escultura de Tehuacán recrea en la piedra y a través de una serie de técnicas visuales, es un complejo de símbolos relacionados con lo sobrenatural; las imágenes esculpidas en la serpiente remiten a Técpatl dios del cuchillo de sacrificios, es probable que la escultura se estuviera empotrada en el muro de uno de los cuerpos arquitectónicos del lado norte del templo mayor. Los cuchillos de pedernal que tiene grabados la pieza en sus costados aparecieron grabados también en una escultura femenina con tocado de águila y rostro descarnado hallada en el costado norte de las escalinatas del Templo Mayor por la arqueóloga alma Olvera y su equipo; Técpatl apareció también representando en diez máscaras de estuco casi un metro de largo y que se ubica en los costados sur, este y norte en la parte exterior de Templo Mayor.



---

Imagen 5 templo mayor con alineación a la luna entre sus dos columnas

Existe también otro templo denominado el templo de las calaveras porque en sus muros laterales tiene nichos en los que se encontraron dos cráneos humanos fijados con estuco con cuatro fémures cada uno según los arqueólogos “este sería un gran avance para conocer la cultura mesoamericana, pues se conoce casi nada de esta” (Valenzuela, 2013)

Según la arqueóloga Noemi Castillo tejero directora del proyecto Sur del Estado de Puebla, asocia este templo con Xipe Tótec no solo por los cráneos sino por el edificio, que habría sido usado entre los años 1000 y 1260 d.C y que coinciden con los sitios sacrificiales descritos por las fuentes documentales, la arqueóloga también indico que junto con el arqueólogo Luis Alberto Guerrero, reconoció en la espada de la figura una serie de acabados que simulan los amarres de la piel con la que Xipe Tótec se agraviaba y un faldellín de plumas, rasgo poco frecuente en las representaciones del este dió prehispánico.

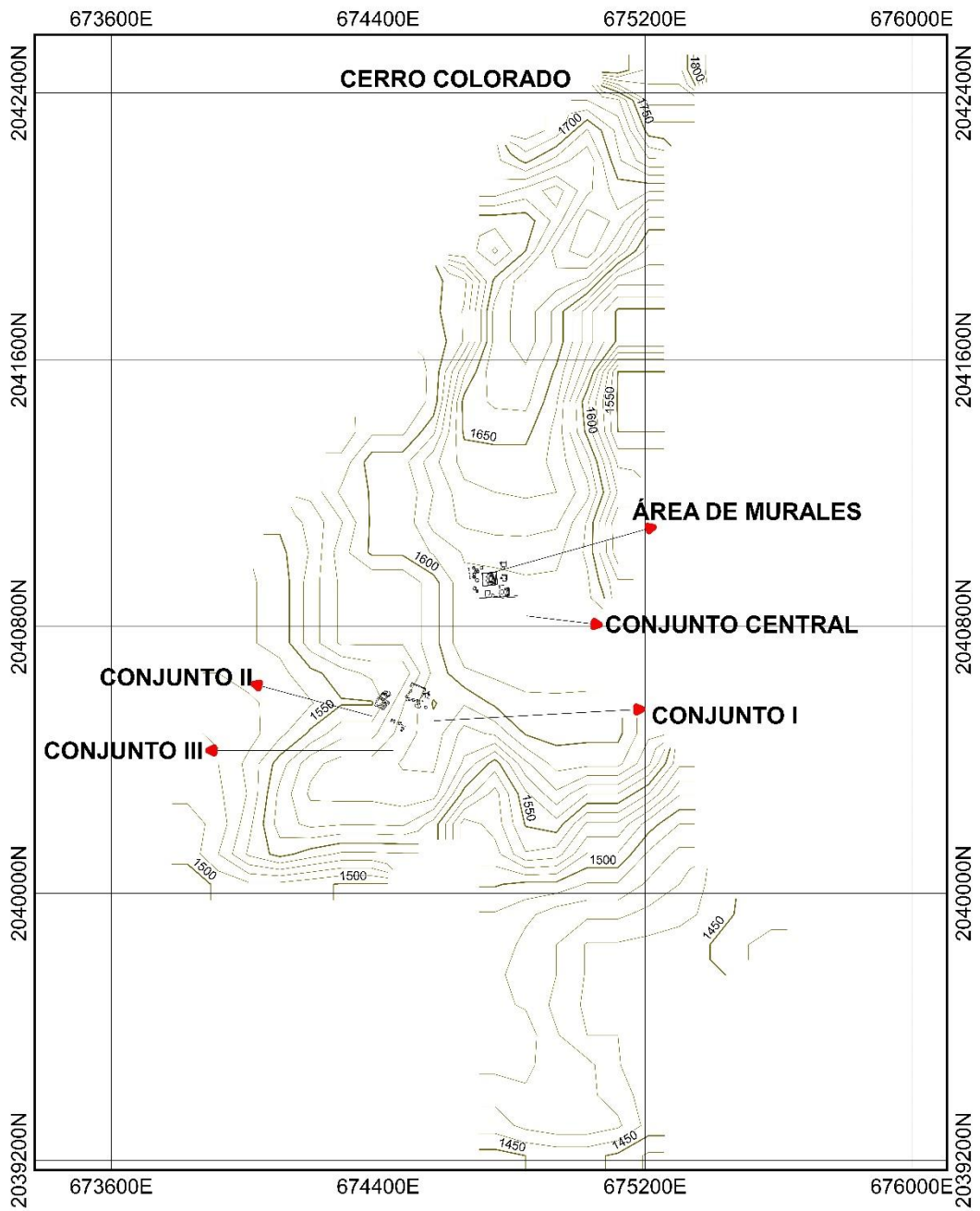
En el año 2011 fue encontrada una escultura de la diosa citalicue o citlalinicue, diosa de la falda de estrellas. Esta diosa era en la mitología prehispánica la madre del cuchillo de pedernal, cuando este nació causo tanto terror que fue arrojado al cielo, al caer al mundo se partido en cuatrocientos pedazos y dio origen al resto de los dioses. Por otra parte, la escultura se caracterizaba por tener la falda con el símbolo de las estrellas que es el ojo celeste, por poseer estos símbolos en diferentes partes del cuerpo como la cara y por tener en la cintura en la parte de atrás una serpiente amarada a modo de cinturón.



---

Imagen 6 conjunto piramidal, en el centro, el templo mayor

# ZONA ARQUEOLÓGICA "LA MESA"



## SIMBOLOGÍA

CURVAS DE NIVEL	MAPA BASE	MDE	CORTE 1
— PRINCIPALES	Google.cn Satellite	MDE ORIGINAL	■ -4
— SECUNDARIAS		■ 1437	■ 4593
ARQUITECTURAS		□ 1838	

ESCALA NUMÉRICA

1:5500

ESCALA GRÁFICA



iv. Museo de la evolución, Tehuacán.



La historia se palpa como en ningún otro lugar de México. Admirar sus fósiles, zonas arqueológicas, cactáceas y edificios coloniales.

El museo de la evolución es una zona en la ciudad con enorme estructura moderna alberga secretos más recónditos del universo, desde el big bang hasta la aparición del hombre moderno. Es el ABC de minerales, plantas y animales que nos asombran y tratamos de

entender. (Ortiz, 2018)

---

Imagen 7 fachada, museo de la evolución

El museo cuenta con cuatro salas

Sala 1. Origen del universo y evolución de la vida.

Sala 2. Los gigantes del Mesozoico

Sala 3: La expansión de los mamíferos

Sala 4: Evolución y biodiversidad

Estas cuatro salas muestran un recorrido en la historia de esta región del estado que cuenta con un amplio acervo natural y cultural.

Todas sus salas son didácticas y recreativas, además muestra la transformación del maíz, fundamentalmente en la alimentación del mexicano, y cuenta con un jardín etnobotánico



---

Imagen 8 replica de un t-rex, museo de la evolución Tehuacán

v. San Antonio cañada

Antiguamente se denominó Tepetlán, lugar de asentamientos nahuas

La iglesia parroquial dedicada a San Antonio Padua que data del siglo XVI, ubicada en la cabecera municipal y de la cual parte la fiesta patronal del 13 de junio, donde festejan con típicas danzas denominadas los tecuanis y doce pares de Francia y se puede disfrutar de artesanías con tejido de palma y carrizo

vi. Ajalpan

Su fundación se remonta a la época prehispánica por grupos Popolocas, chochos y mixtecos, que buscaron en el Valle de Tehuacán, su asentamiento. Fue cuartel general del revolucionario constitucionalista, Francisco Barbosa. Su territorio perteneció al antiguo Distrito de Tehuacán y en 1895 se constituyó como municipio libre. La cabecera municipal es la Villa de Ajalpan.

El municipio pertenece a la cuenca del Papaloapan, es recorrido de noreste a suroeste por tres ríos permanentes, el Comulco y el Zinacastla, provenientes de las áreas septentrionales de la Sierra de Zongolica y el Tehuacán.

El Río Tehuacán proveniente de los manantiales cercanos a Santa María del Monte en la Sierra de Zapotitlán, corre a lo largo del Valle de Tehuacán y recorre el extremo suroeste del municipio, recibiendo las aguas del Comulco y el Zinacastla. El Río Tehuacán o Salado, es uno de los principales formadores del Papaloapan.

Existen numerosos arroyos intermitentes que recorren el municipio y son tributarios de los ríos mencionados: del Parteaguas de la Sierra de Zongolica hacia el oriente, parten arroyos del municipio que se unen al Río Tonto, otro gran formador del Papaloapan.

Tiene yacimientos de piedra de cantera y arena en el lugar llamado Cerro Colorado a 5 kilómetros de la cabecera.

Iglesia Parroquial del siglo XVI dedicada al señor del Caculco, la parroquia de San Juan Bautista, la Hacienda Buenavista y Rancho La Trinidad, ubicados en la cabecera municipal

Se hacen tejidos de palma y de carrizo; también se practica la alfarería y jarciería<sup>10</sup>

#### vii. Zinacatepec.

Iglesia Parroquial dedicada a San Sebastián que data del siglo XVI, en el cual antecede un patio arbolado y jardineado con barda almenada de arcos invertidos.

Capilla de la Soledad, data del siglo XIX.

En su portada principal de dos cuerpos, el acceso muestra arco de medio punto con columnas salomónicas a sus lados; la ventana coral es rectangular remetida, flanqueada por columnas toscanas; el remate lo constituye un remate triangular con tabique aparente en su tímpano.

---

<sup>10</sup> Jarcería: Conjunto de objetos de uso doméstico elaborados con fibra.

En ambos lados de la portada se levanta una torre de tres cuerpos y remate; la del lado sur aloja al campanario y la del lado norte al reloj público; las dos son cuadrangulares en sus dos primeros cuerpos y el tercero octagonal, donde se alteran vanos con arco de medio punto y arcos ojivales ciegos; además de que sirve de apoyo a los capulines que las cubre.

Su planta arquitectónica es de cruz latina con coro y sotocoro cubierto con bóveda de lunetos y cúpula de gajos sobre tambor y pechinas; estas últimas se decoran con pinturas de las imágenes de San Lucas, San Marcos, San Juan y San Mateo.

El retablo principal tiene características neoclásicas que se hace notar por el uso de columnas jónicas, entablamento y frontón triangular en el remate. Destaca al centro el ciprés que aloja a San Sebastián, patrón de la población.

Además, el parque de la revolución también es un atractivo turístico el cual es un agradable sitio, en el centro de la población, con áreas jardineadas y arboladas, donde predominan jacarandas, laurel de la india, chicozapote, framboyán y buganvillas.

Al poniente del kiosco en forma octagonal, se encuentra el busto de Don Benito Juárez y al oriente el monumento a Don Miguel Hidalgo y Costilla, padre de la patria.

Coletho, es un platillo típico de la región que contiene: chivo, col, garbanzo, azafrán, espinazo y chicharrón de matanza, que es carne seca de chivo. Mole de guajolote, picadillo, tlaxcales (tortillas de elote), chito de chivo, esquites, tempexquixtles, guajes, pan colorado, pan de barro y mole de camarón.

#### viii. Coxcatlán

Nombre azteca formado de "cuzcatl", sarta de joyas, piedras o gargantilla de cuentas; "tlán" cerca, junto (lugar); Cozca-tlán, quiere decir "Lugar de (los que usan) collares o gargantillas.

El municipio de Coxcatlán se localiza en la parte sureste del estado de Puebla. Sus coordenadas geográficas son los paralelos 18° 07'54" y 18° 21'06" de latitud norte, y los meridianos 96° 59'06" y 97° 12'06" de longitud occidental.

Colinda al norte Ajalpan y Zoquitlán, al sur el estado de Oaxaca, al este con Coyomeapan y al oeste con Zinacatepec y San José Miahuatlán.

a. Iglesia parroquial

Iglesia Parroquial dedicada a San Juan Evangelista data del siglo XVI, ubicada en la cabecera municipal.

- b. Cueva del Maíz: ahí se encontraron restos que comprueban el origen primitivo del maíz, se encuentra aproximadamente a 10 kilómetros al sureste de Coxcatlán, y a 5 kilómetros de la carretera que conduce de Tehuacán a Teotitlán de Flores Magón, Oaxaca, para hacer más rápida su Localización debe llegarse al poblado de Guadalupe Victoria (Pueblo Nuevo), se toma una brecha que parte de este poblado hacia el este y el cual lleva directamente a la Barranca del "Muchil", pasando esta hay dos caminos uno a la izquierda y otro a la derecha debiendo tomar el segundo.

La cueva se encuentra al pie de una barranca, al norte de un Cerro llamado "Agujerado", que se encuentra en la falda de la Sierra Madre Oriental; la cueva en sí mira al norte y esta al centro de la base de un acantilado aproximadamente de 200 metros de largo y 50 metros de alto.

La covacha es larga y estrecha, de 30 a 40 metros de longitud aproximadamente y de 2 a 11 metros de profundidad, 500 metros antes de llegar se localiza a simple vista. Actualmente se encuentra protegida por barandales.

La Cueva del Maíz a 3 kilómetros de la cabecera, el balneario Mosqueda ubicado en la cabecera y las ruinas a 600 metros de la cabecera



---

Imagen 9: vista de la entrada a la cueva del maíz, Coxcatlán

ix. Zapotitlán.

El nombre de Zapotitlán proviene de los radiales "xapotl" o "xapanatl", cacique del señorío de cutla, pueblo primitivo de la familia de los Popolocas, y de "titlane", triunfante, victorioso; vocablo Popoloca. Significa "Señor Victorioso, Ganancioso e Invencible".

- a. Iglesia parroquial dedicada a San Martín Obispo de Tours, Francia (comúnmente se le conoce como San Martín Caballero) data del siglo XVI.

En los archivos históricos de la Diócesis de Tehuacán aparece que la parroquia de Zapotitlán Salinas (1578) es la más antigua, dándose después otras fundaciones parroquiales, sobre todo en el siglo XVIII. El calvario, construido después del templo parroquial, su característica es de haber sido edificado sobre rocas ígneas.

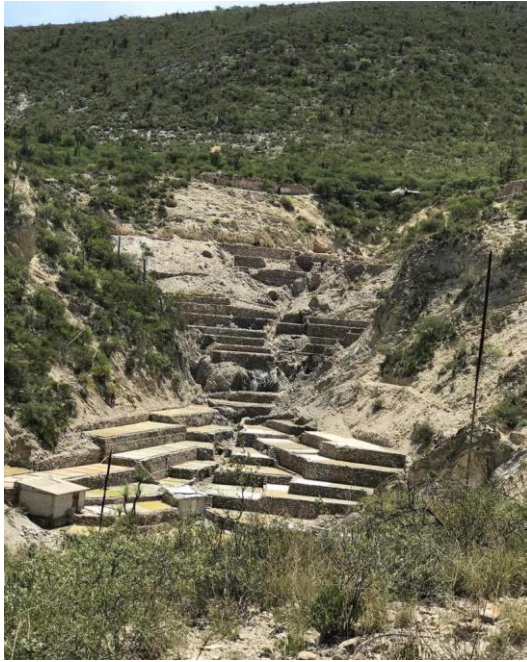
- b. Las ruinas de la antigua cultura Popoloca en las inmediaciones del cerro de Cutha.

Las capillas en las cuatro juntas auxiliares datan del siglo XVIII- XIX.

Manantial de la Huerta. Cuenta la historia que fue el lugar donde Martín Xopanath el primer cacique de la población, hace muchos años, llevó a su esposa, originaria de Coxcatlán a conocer su pequeño huerto. Su suegro posteriormente le llevó una planta exótica que hasta la fecha existe, conociéndose como "la flor de huerta". Inicialmente fue el lugar donde la población se abastecía totalmente del vital líquido que nace entre rocas sedimentarias. Actualmente el Ayuntamiento Municipal 1996-1999 lo está rescatando para formar un centro turístico vacacional, donde por una mínima aportación para su mantenimiento podrán disfrutar de alberca, chapoteadero, juegos infantiles, áreas verdes y de esparcimiento, estacionamiento y canchas deportivas.

En los alrededores de Zapotitlán hay increíbles vestigios arqueológicos, entre los que destacan la Capilla Enterrada, las tumbas y ruinas del Cerro de Cutha, las legendarias piletas y pozos de Salinas, así como las minas de extracción de ónix en la comunidad de La Venta. Los Resumideros (dan la impresión de un cráter), la zona de piedras basálticas de 5 a 7 metros de altura (que se encuentran en el lugar denominado Cañada de León), las pisadas de los dinosaurios, el Cerro del Chacateca y otras bellezas naturales más.

Desde el punto de vista edáfico, en la mayor parte del área los suelos son someros,



---

Imagen 10, 11 y 12: salinas grandes

pedregosos y muestran diferentes niveles de alcalinidad y salinidad, producto de la influencia de los diferentes substratos geológicos presentes en el sitio. Las principales unidades de suelos citadas para la región son: litosoles, cambisoles cálcicos y xerosoles cálcicos derivados de evaporitas del Cretácico Inferior y Medio,

complementados con regosoles y fluvisoles calcáricos formados por materiales transportados, derivados de sedimentos aluviales (martin paredes flores, 2006)

- c. En zapotitlan podemos encontrar pozos, con su brocal de piedras y escaleras, no hay memoria de su construcción, los pobladores cuentan que para ingresar a ellos y sin que pase ningún riesgo es vital ofrendar y pedir permiso a los dioses antes de ingresar



---

Imagen 13: fotografía de picada de los pozos en zapotitlan

- d. jardín botánico “Helia Bravo Hollis”

El Jardín Botánico debe su nombre a la Dra. Helia Bravo Hollis, pilar de la botánica mexicana del siglo XX quien estudió en la Facultad de Medicina y de Altos Estudios, para convertirse en 1927 en la primera bióloga graduada en México.

Cerca del 10 por ciento de la extensión territorial de Jardín está destinado al área de exhibición e infraestructura de servicios para los visitantes. Incluye un área con plantaciones de algunas especies representativas del Valle de Zapotitlán.

En el otro 90 por ciento del espacio crecen las especies en su ecosistema natural donde existen senderos interpretativos con cédulas y torres-mirador.

Son particularmente llamativas las cactáceas columnares de la especie llamada localmente tetecho (*Neobuxbaumia tetetzo*), alcanzan más de 10 metros de altura y más de 200 años, formando bosques que cubren las colinas y planicies.

El visitante puede apreciar distintos tipos de cactáceas, magueyes o agaváceas, nolináceas, como el sotolín o pata de elefante, que tienen la capacidad de almacenar agua en sus tallos, hojas o raíces en forma de jugos mucilaginosos (viscosos) para poder sobrevivir en ambientes secos durante mucho tiempo.

En este Jardín podemos encontrar gran variedad de especies como la gallinita, el maguey de mezcal, la candelilla, cola de borrego, biznaga de piñita, lechuguilla, sangre degradado, entre otras.



---

Imagen 14: vista panorámica, jardín botánico

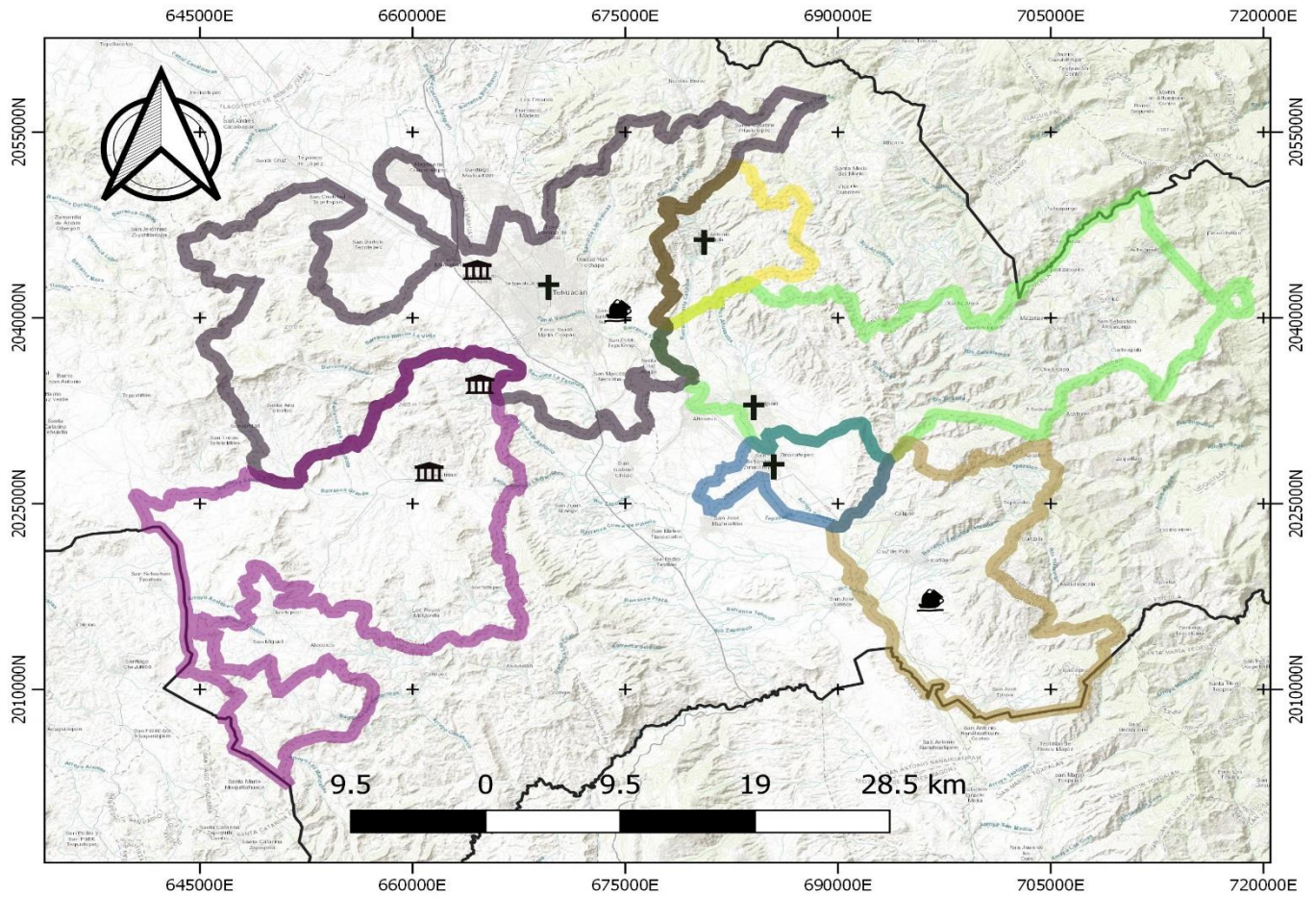
#### e. paleo parque las ventas en Zapotitlán salinas

cabe mencionar que este lugar es un centro de divulgación científica, en donde se explica detalladamente la historia de la vida, su evolución y nuestra actualidad, además de dar a conocer huellas de dinosaurios y fósiles marinos que alguna vez existieron en el Municipio de Zapotitlán. (Flores, 2020)

El Paleo parque Las Ventas te ofrece una exhibición de cactáceas únicas en el mundo las cuáles fueron descubiertas por los botánicos además de un recorrido guiado en dónde podrás admirar:

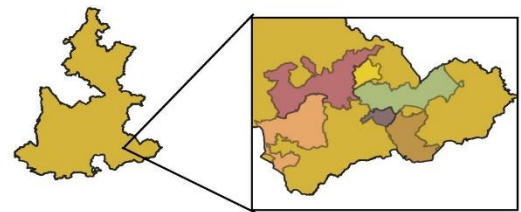
- Exhibición paleontológica y biológica del mixteca poblana sendero interpretativos de la vida prehistórica con diagramas y de vidas extintas en un marco natural.
- Salinas prehispánicas. Una actividad ancestral heredada de tradición en tradición dándole uso a lo que nos ofrece la naturaleza.
- Canteras de ónix, el cuál era una actividad por más de medio siglo que se extraía este material, el cuál era considerado por nuestro culturas prehispánicas semiprecioso dando el sustento diarios a nuestra gente.
- Capilla enterrada En Las Ventas, Zapotitlán Salinas Puebla. Conocida como "La Capilla Enterrada", unas ruinas de una capilla que aparentemente se encuentra sepultada.

# LUGARES PROPUESTOS



MACROLOCALIZACIÓN

SIMBOLOGÍA	
<b>ESTADO</b>	Zonas Arqueológicas
Puebla	Iglesias
<b>MUNICIPIOS</b>	Museos
<b>NOMBRES</b>	<b>MAPA BASE</b>
Ajalpan	ESRI Topo
Coxcatlán	
San Antonio Cañada	
Tehuacán	
Zapotitlán	
Zinacatepec	



ESCALA NUMÉRICA

1:450000

COORDINATE SYSTEM: WGS 84/  
UTM ZONE 14  
CODIGO EPSG: 32614  
DATUM: WGS 1984  
UNITS: METER

## CAPITULO IV.- PROCESOS DE LOS TRABAJOS REALIZADOS

---

Para poder entender el procesamiento primero hay que entender que son

i. Los programas informáticos.

Los programas de manipulación de sistemas de información geográfica (SIG) constan de herramientas y funcionalidades necesarias para almacenar, analizar y visualizar información geográfica

Para esta tesis utilice Qgis, que es la nueva generación de SIG que viene a integrar bajo una misma arquitectura de programas como view, editor y multitud de herramientas de análisis de consulta y presentación de datos mejorando la toma de decisiones.

Para esta tesis decidí utilizar un software libre porque en primera nos vemos beneficiados como personas por el tema económico, cualquier usuario puede consultar el trabajo realizado sin ninguna limitación, en opinión propia considero que tiene los mismos alcances en comparación con otros softwares que son de paga.

ii. Datos.

Los datos representan el principal activo de cualquier sistema de información geográfica (SIG), lo que significa que su eficiencia se mide por el tipo, la calidad y la vigencia de los datos con los que opera, previo a la utilización de cualquier herramienta SIG es recomendable plantearse donde y como se obtendrá la información que integrara la base de datos, es decir estudiar la disponibilidad de datos geográficos con la que se cuenta.

iii. Modelo vector

En el modelo vector, la información sobre puntos, líneas y polígonos se almacena como una colección de coordenadas (x, y)

iv. Modelo ráster.

En los sistemas ráster el mapa representa a base de celdas o píxeles de formas rectangulares o en células rectangulares o cuadradas, a cada una de las cuales se le asigna un valor.

v. Servicios web

Es la interfaz capaz de recibir una petición, activar unos procesos y devolver los resultados, la comunicación entre los diferentes entornos del web services se realiza mediante XML

vi. Servicio de mapas

El servicio se SASplanet produce mapas de datos espaciales referidos de forma dinámica a partir de la información geográfica producida. La información geográfica se genera en forma de un archivo de imagen digital conveniente para la exhibición en una pantalla de ordenador

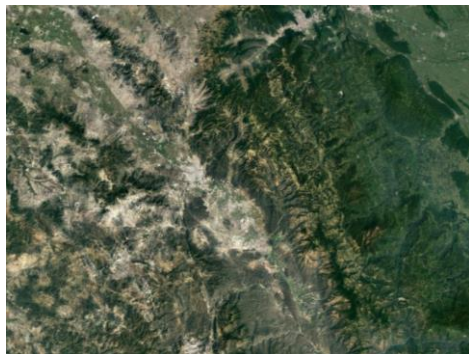
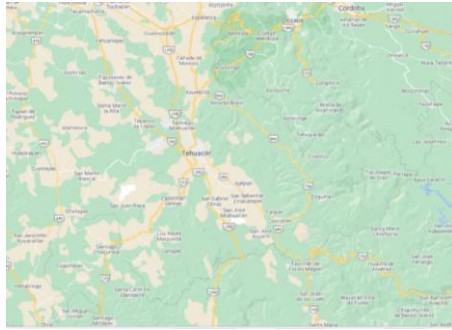
vii. Mapas base

Los mapas base se utilizan en las aplicaciones web GIS para la referencia de ubicaciones, ofreciendo un marco en el que los usuarios superponen o combinan sus capas operacionales, realizan tareas y visualizan información geográfica.

Las características de estos servicios son:

Sistema de coordenadas y sistema de proyección: WGS 1984 Web Mercator,  
Unidades de medida: Metros

Se han escogido tres distintos ya creados y servidos gratuitamente.

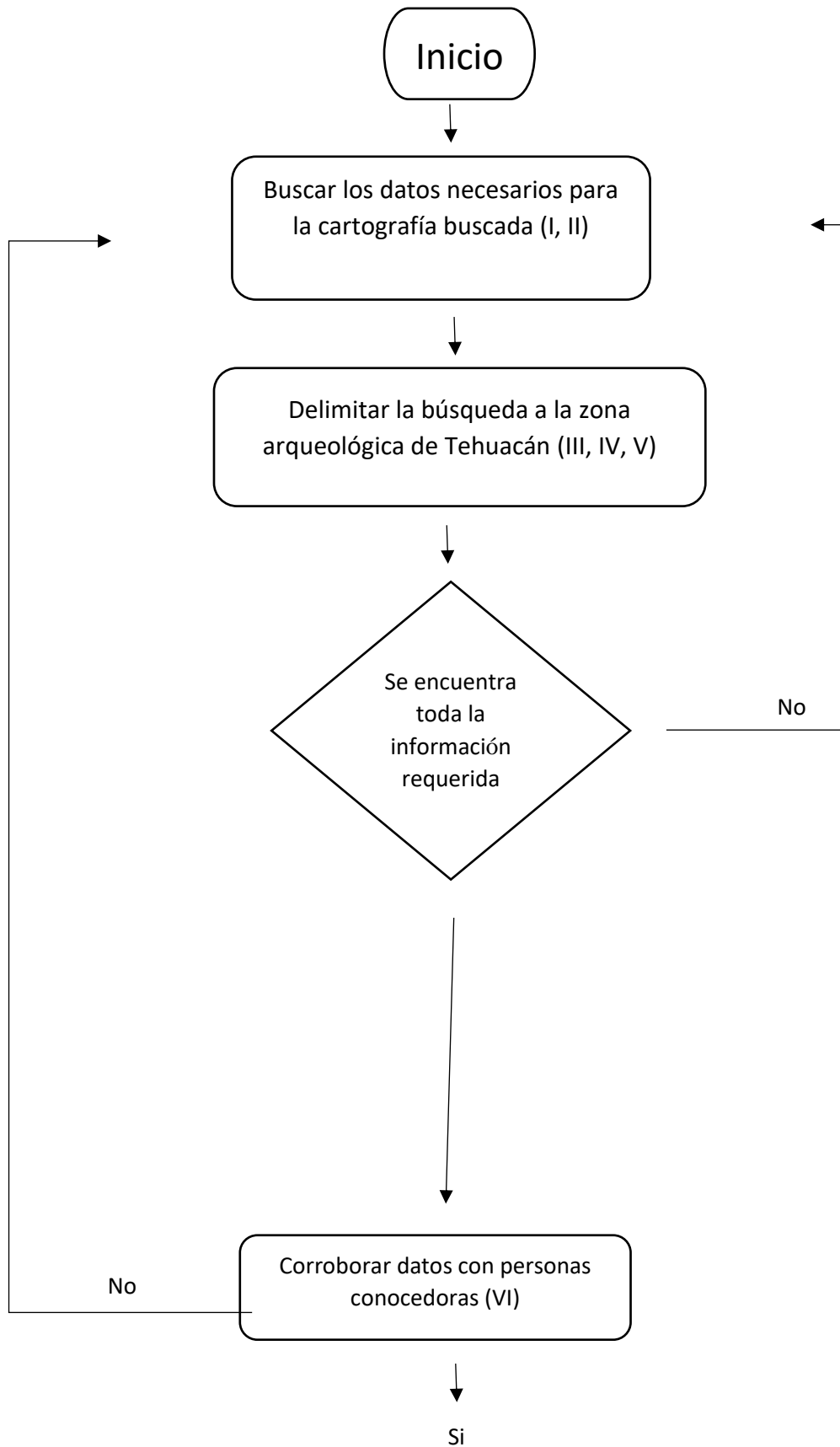


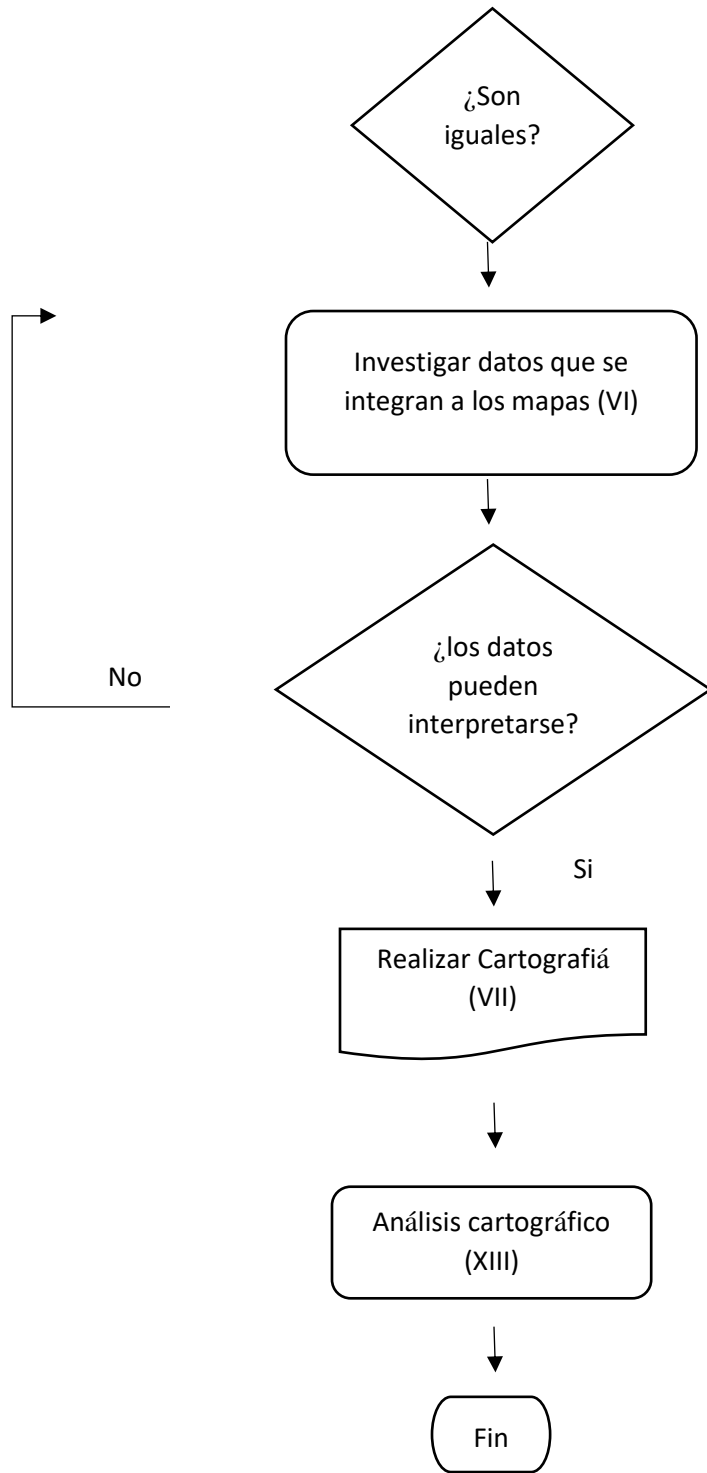
## **viii. METODOLOGIA.**

- ¿Cómo se hará?

El procedimiento para realizar la cartografía de la zona arqueológica de Tehuacán lleva el siguiente orden, posteriormente se presentan algunos datos extras que se pueden agregar para mejorar la presentación de datos.

- a. Diagrama de flujo





- I. Comenzar buscando datos del país estado, municipio Tehuacán, para ellos se buscará en fuentes como INEGI, Datos generales del estado y descargamos un programa llamado “Qgis” delimitamos la zona de estudio.
- II. Delimitar la zona de estudio y datos relevantes para la zona de Tehuacán y lugares aledaños que son de interés para una excursión
- III. Con la información obtenida en el punto II realizamos una búsqueda de información de fuentes confiables como la NOAA o el USGS o bien INEGI.
- IV. Se realizará entrevista a los habitantes de lugar, comerciantes y gobernadores o bien conocedores del área como arqueólogos o personas eruditas del tema, donde se les preguntara sobre la experiencia el tipo de siembra, clima etc. además si recuerda cómo se veía el paisaje antes de la reconstrucción y si creen o bien han presenciado algún cambio que nos haga referencia de una cambio climático.
- V. Después de las referencias y datos obtenidos se procede a descargar en formato shape con extensión .shp del año 1997 y 2016 que corresponden a la serie 1 y 6 de CONABIO estos años son importantes porque es el lapso donde se dio la transición del descubrimiento de la zona de interés
- VI. Para una mejor comprobación de datos descargamos las cartas topográficas de la base de geo información que es un

apartado con el que cuenta la página del INEGI es fundamental porque teniendo las dos fuentes corroboramos la información obtenida y comprobamos que ambas coincidan, hasta este punto se sigue corroborando que la información de los datos sea veras y efectiva.

- VII. Procedemos a realizar la cartografía con los datos obtenidos en el apartado IV. A través de un programa llamado Qgis juntamente con Google Barth Pro, esto para siempre llevar puntos de control y no crear datos innecesarios o redundantes
  
- VIII. Con la cartografía que se ha generado hasta este punto se hace una representación visual de las zonas de interés y las zonas de estudio
  
- IX. Como los datos que necesitamos tienen que ser en tiempo real y la plataforma de CENAPRED aun no maneja esta información es necesario descargar imágenes satelitales y se realizara a través de una página que nos ofrece la NASA llamada libra. develomentseed, y otra que nos ofrece el servicio geológico de Estados Unidos (USGS) en esta página se encuentran todas las imágenes obtenidas a través de variados satélites, pero para obtener una sola imagen de un lugar en específico se tiene que descargar datos en formato de bandas.

- X. Estas bandas pueden ser ocho algunas pueden traer 12 bandas diferentes que al combinarlas muestran un aspecto en específico del espacio geográfico a trabajar.
- XI. Se extraen las imágenes obtenidas en VII y se les da un tratamiento de combinación de bandas a través del mismo programa llamado Qgis
- XII. Se procede a realizar la cartografía de la misma forma que se menciona en el punto VI, pero ahora con la combinación de bandas que se realiza.
- XIII. Por último, se agrega una serie de datos de información al mapa para su mejor interpretación

En esta tesis se muestran tres tipos de mapas vectoriales con extensión .shp mapas con imágenes satelitales y mapas de elevación.

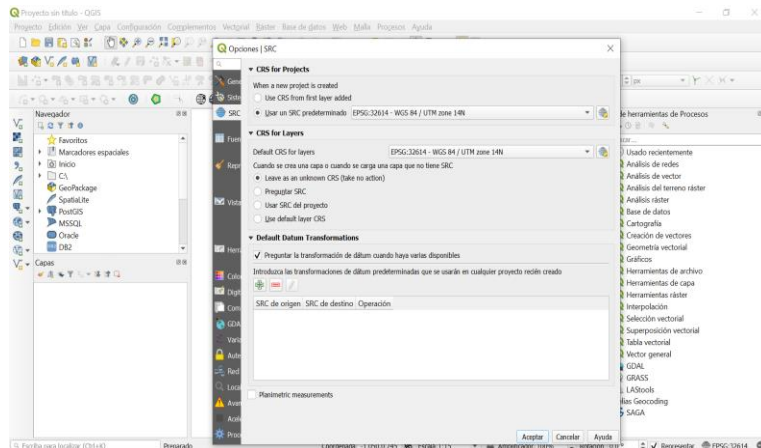
A continuación, se enuncia el procedimiento uno de cada uno, pero a lo largo de la tesis se muestran diferentes tipos de mapas cada uno contiene datos diferentes o bien variados, pero el procedimiento sigue siendo el mismo.

En los tres utilizamos el software Qgis versión 3.10.10 y 3.10.11 por actualización de software, pero funciona de la misma forma siendo esta la versión libre a largo plazo.

Empezaremos por configurar el lienzo de cualquier tipo de trabajo

Para este ejemplo y cualquier otro es importante configurar de primera instancia las coordenadas que se usaran para el área de estudio de esta tesis o cualquier trabajo.

Una vez abierto el software, en las pestañas del proyecto escogemos configuración personalización de la interfaz emerge una nueva ventana y de lado derecho en la tira de opciones escogemos SRC <sup>11</sup> seguido de usar un SRC predeterminado y escogemos el código EPSG<sup>12</sup>, para elegir correctamente el código EPSG debemos conocer bien la proyección con la que queremos trabajar; para el estado de Puebla en la proyección UTM para la zona 14 el código es 32614 una vez definido esto, terminamos por aceptar los cambios



<sup>11</sup> Acrónimo de Sistema de referencia de coordenadas

<sup>12</sup> Acrónimo de European Petroleum Survey Group, organismo formado por especialistas en geodesia, topografía y cartografía, desarrollo un repositorio de parámetros geodésicos que contiene información sobre marcos de referencia antiguos y modernos, proyecciones cartográficas y elipsoides de todo el mundo.

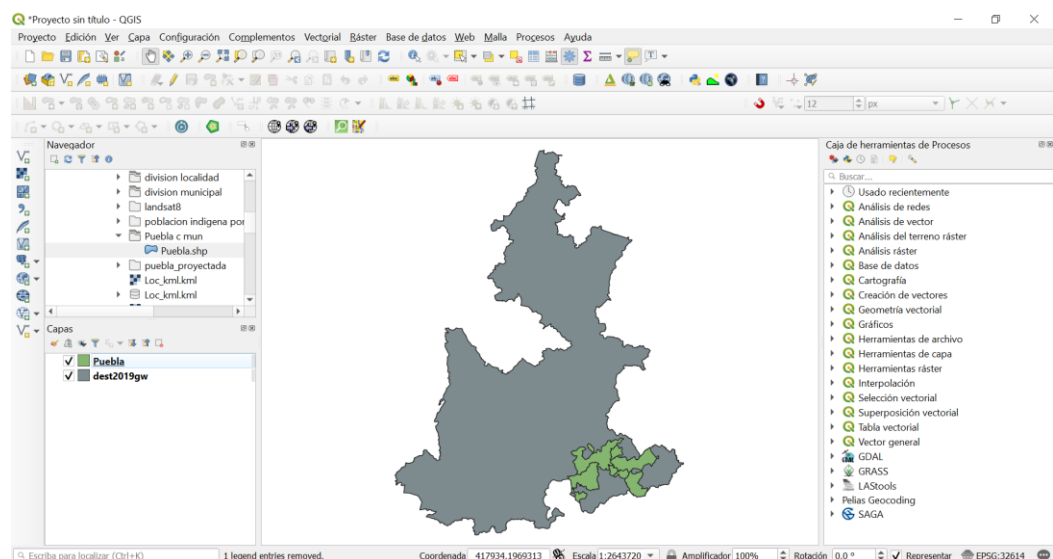
## b. Tipos de mapas

### 1. Mapas vectoriales

Con Datos previamente descargados de la fuente que más convenga, (para este ejemplo usaremos los geo portales de INEGI y CONABIO principalmente) se procede a abrir un nuevo lienzo ya georreferenciado, se agregan los archivos de tipo .shp,

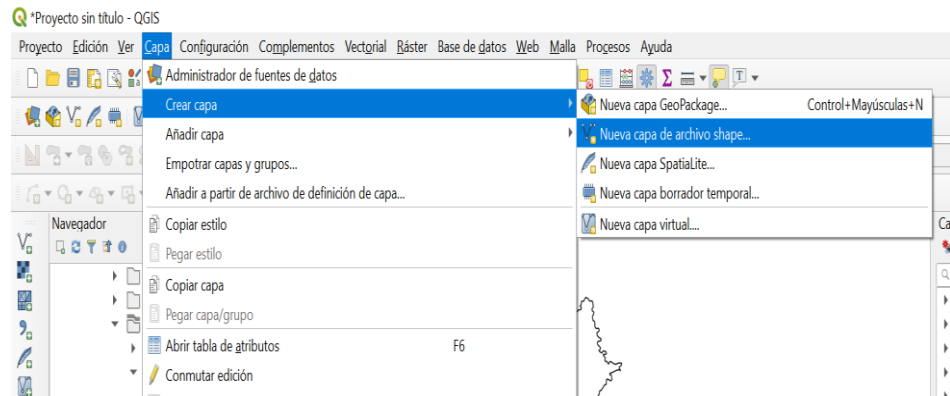
Para realizar esta tarea de lado izquierdo de la ventana, en la parte titulada como navegador se busca la ubicación (donde se guardaron al momento de la descarga) de los archivos y estos se arrastran a la parte inferior izquierda correspondiente a capa o bien dando doble clic en el mouse; Hecho esto, en la ventana correspondiente a capas que generalmente se encuentra en la parte inferior de la ventana general, damos clic izquierdo en una de las capas seleccionadas esto nos abrirá una serie de opciones como: propiedades de la capa, cambiar color, o bien cambiar coordenadas

Con el roll del ratón podemos ajustar el zoom según nuestras necesidades, ahora vamos a agregar formatos vectoriales como puntos, líneas y polígonos.

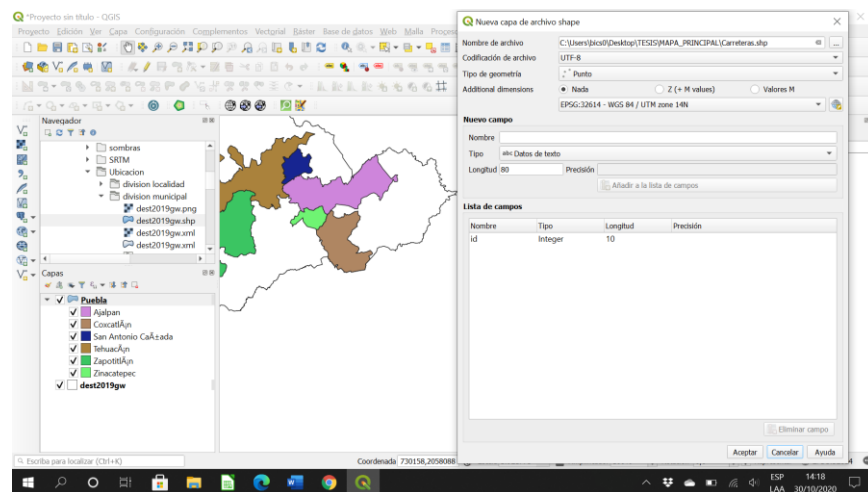


Como agregar una geometría tipo vectorial, como puntos líneas o polígonos.

En las diferentes pestañas en la parte superior de la ventana nos dirigimos a las opciones de capa seguido de crear capa, nueva capa de archivo shp y abre una nueva ventana esta la vamos a configurar para agregar una geometría de tipo punto



en la opción de “nombre” clic y escogemos el lugar en la computadora donde se va a almacenar, clic seguido en guardar, en tipo de geometría escogemos la de nuestra preferencia punto, línea y polígono y terminamos por aceptar, hecho esto crea una nueva capa con el nombre que nosotros elegimos guardar



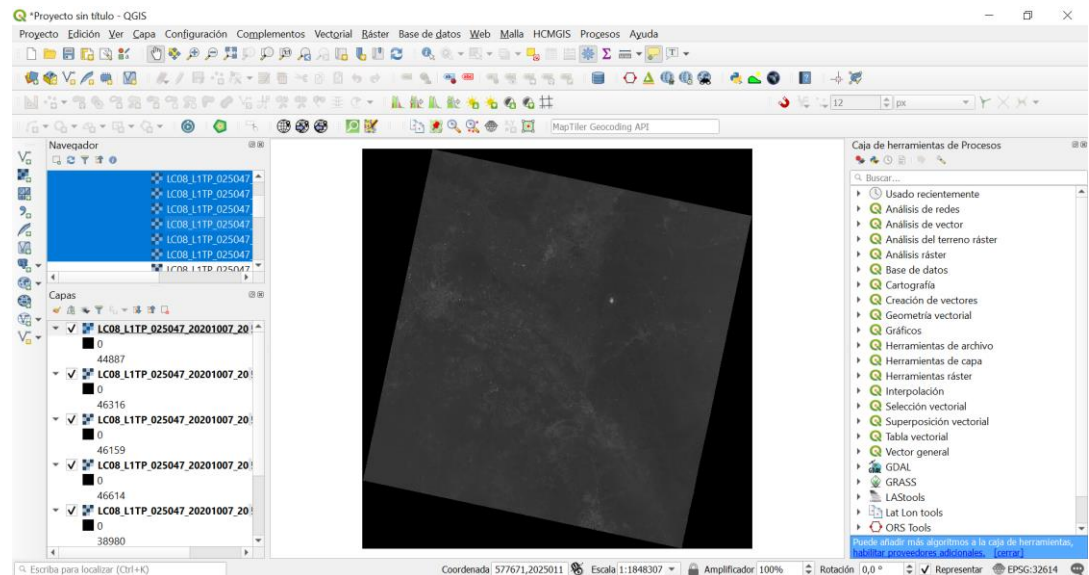


## 2. MAPAS CON IMÁGENES SATELITALES.

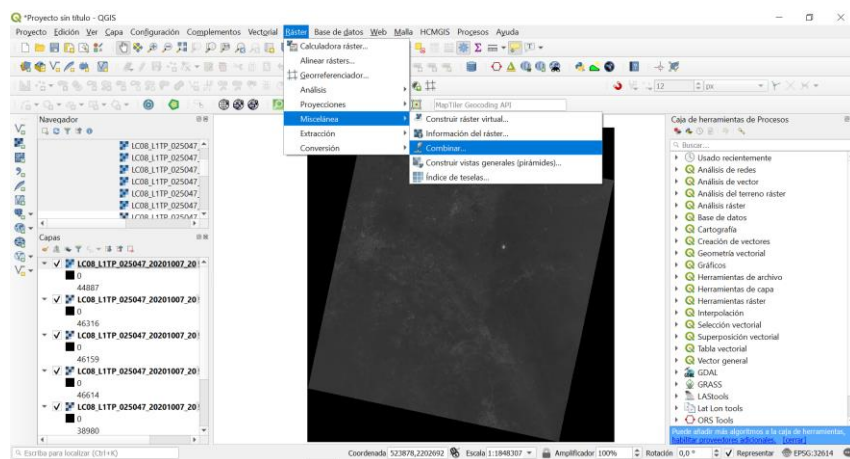
Para empezar a elaborar este tipo de mapas es necesario descargar una serie de bandas satelitales, tenemos a nuestra disposición diversos sitios de internet donde podemos obtener estas, solo por mencionar algunas se encuentra el servicio geológico de los estados unidos USGS, sentinel entre otros, como usuarios públicos podemos obtener de forma gratuita estos servicios.

Una vez descargadas las bandas con las que vamos a trabajar nos dirigimos a qgis, y con el lienzo georreferenciado procedemos a cargar las bandas de la misma manera que un archivo tipo .shp, pero ahora en formato con terminación .TIFF para este ejercicio se ocuparon las bandas 1 al 9

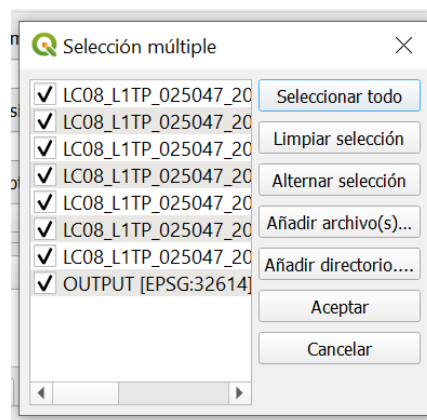
Una vez cargadas las bandas se visualizan de modo monocromático



para fines prácticos es preferible tener toda la información de las bandas en un solo archivo (una sola capa) es decir hacer una compilación de todas las bandas con las que vamos a trabajar, (no importando si ocupamos todas o no al momento) para esto en las pestañas que tenemos como opciones para trabajar y que nos ofrece el software elegimos ráster seguido de miscelánea escogemos la opción de combinar y abre una nueva ventana

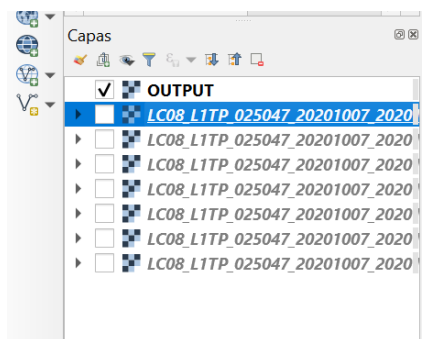


en la ventana generada a través de las opciones que elegimos con anterioridad nos solicita ingresar capas de entrada le damos clic y abre una nueva ventana, nos dirigimos a la opción “seleccionar todo” y aceptamos.



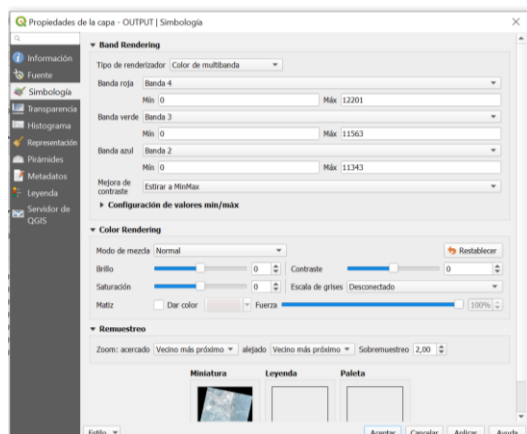


una vez ingresada esta información, ejecutamos y cerramos la ventana, como proceso finalizada podemos observar que en las capas aparece un nuevo archivo el cual pertenece a la compilación de todas las bandas, y podemos apagar las otras ya que por el momento no nos serán de utilidad.



Como realizar la combinación de bandas.

En el archivo que se acaba de generar una capa llamada "OUTPUT" clic derecho y seleccionamos la opción de propiedades de la capa en la tira de opciones que esta de lado izquierdo seleccionamos la opción de "simbología" en esta ventana tenemos que configurar varias opciones en "tipo de renderizado" seleccionamos "color multibanda", para este ejemplo haremos la combinación de color natural que corresponde a la combinación de bandas 4, 3 y 2, entonces en la banda roja, seleccionamos banda 4 en banda verde "banda tres" y en banda azul "banda dos" aplicamos y aceptamos.

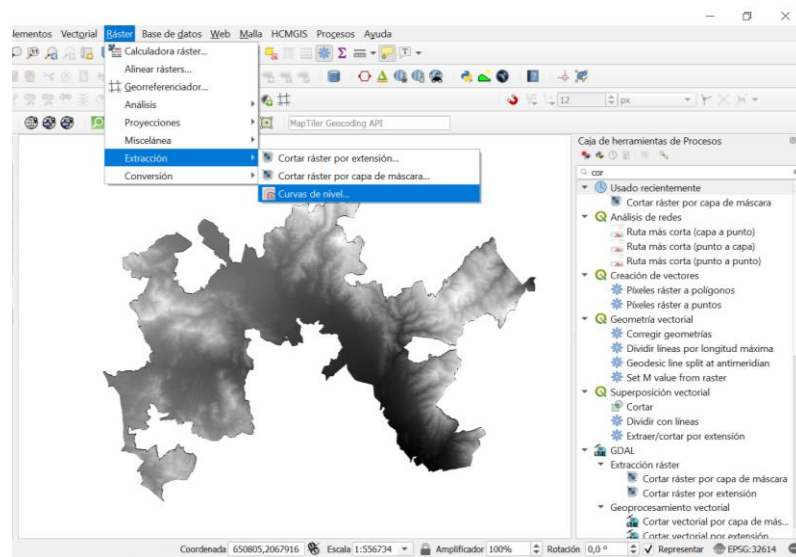


Es el mismo procedimiento para cualquier combinación de bandas que podamos realizar debemos tener en cuenta que esto depende del tipo de satélite que ocupamos para la descarga de bandas en este ejemplo se utilizó landsat 8

### 3. Mapas modelos digitales de elevación (MDE)

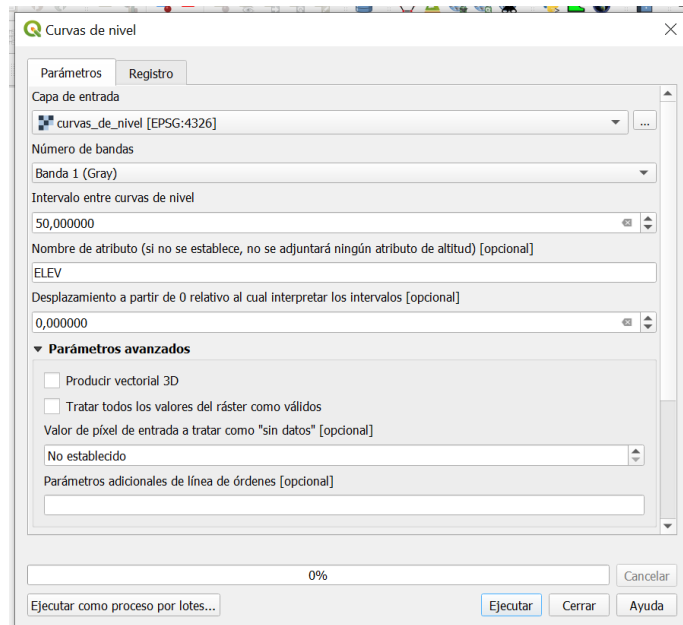
Para este ejemplo utilizaremos los contornos, curvas de nivel o isolíneas, ¿Cómo lo generamos?

En Qgis en un lienzo en limpio y configurado a las coordenadas correctas y ya con los modelos de elevación descargados en la tira de opciones seleccionamos “ráster”, “extracción” y “curvas de nivel” esto abrirá una nueva ventana llamada curvas de nivel



En la “capa de entrada” ingresamos la capa que contiene los datos de elevación en “intervalos de curva de nivel” vamos a seleccionar 50 (en el proceso de los mapas se explica el porqué de esta distancia), “nombre de atributos” ELEV, “desplazamientos” a partir 0, ejecutamos y cerramos.

Podemos observar como el resultado es una capa nueva donde se guardan los datos de las curvas de nivel.



## CAPITULO V.- ANALISIS DE MAPAS

---

Es importante aclarar que esta tesis está enfocada a la parte una de todo un proceso que conlleva el trabajo de los arqueólogos, siendo el primer acercamiento a una área arqueológica puede ser a través del estado de mapas que la incluyen, por lo que siempre resultara útil el disponer conocimientos cartográficos.

La capacidad de integración y manejo de la información cartográfica y atributiva de los sistemas de información geográfica permite la compilación de coberturas variadas del mismo espacio, actualmente las coberturas generadas para su uso en SIG vienen documentadas con metadatos que informan el cumplimiento de estándares de calidad o se han obtenido de mapas de papel mediante escaneo y digitalización conviene tener en cuenta la fecha de elaboración y la escala del mapa original, la metodología y medio utilizados la posible verificación o contraste de sus datos, y el sistema de coordenadas y datum utilizado. En resumen, un esfuerzo de ajuste y comprobación para evitar los errores de propagación y de conexión de datos de campo y digitalizados.

Para un análisis topográfico a través de mapas es necesario mostrar o anunciar datos tales como vías de acceso, poblados más cercanos, nombre, entre otros más, generalmente estas formas se llenan al hacer el recorrido del área en estudio y para hacerlo suelen consultarse diversas fuentes.

Para este tipo de trabajos cartográficos es obligatorio anotar el alcance y que hace corresponder la distancia en la carta con la distancia en el terreno; así una escala 1:25000 significa una relación tal que un centímetro medido en el mapa representa 25 000 cm (250 m), o también, un metro representara 25 000 m.

La comprensión de un documento cartográfico y la elaboración de un plano tanto como de un estudio arqueológico, son actividades de naturaleza sustantiva en el quehacer arqueológico relacionado a la protección y conservación del patrimonio, esto constituyen una de las mejores herramientas inferencias que determinan de manera definitiva la explicación de la formación de un contexto arqueológico y la

evolución correlacionada de los artefactos y estructuras que ahí se depositan. (Arturo, 1978)

El rigor técnico permitirá confrontar la práctica con la teoría tantas veces como sea necesario, la representación fiel del relieve permitirá hacer algunas delimitaciones de sectores del terreno que el arqueólogo puede utilizar como unidades de recolección de material de superficie.

El plano de un área arqueológica puede proporcionar datos tan diversos como las relaciones espaciales de los grupos que habitaron, registrar la posible área de sustentación de una aldea o más específicamente, la localización de los puntos que hayan sido saqueados.

El conocimiento del relieve de un sitio puede llevar a establecer también el posible origen del material arrastrado por los factores naturales que alteran un contexto arqueológico o bien, elegir un área más apropiada para hacer una excavación. Es importante mencionar que las técnicas topográficas que permitan localizar con exactitud los estratos y el material arqueológico.

Las escalas utilizadas.

Las escalas utilizadas en la presente tesis son medidas gracias a la resolución actual de las imágenes con objeto de ofrecer un detalle suficiente para ser útiles en la consulta con objetos científicos de ámbito concreto o como herramienta de gestión territorial, pero presenta en su mayoría un problema de campo visual, esta limitación impide expresar las tendencias de distribución de las cubiertas vectoriales esto se presenta mayormente en territorios extensos, esto provoca generar mapas de síntesis a escalas más pequeñas.

## i. MAPA “CURVAS DE NIVEL”

Son líneas cerradas (isolíneas) que unen puntos de igual altura y permite identificar diferentes formas de terreno. Las curvas de nivel tienen las siguientes características:

1. Líneas cerradas de trazo regular y uniforme
2. Cuando están más cerca entre si indican una pendiente más pronunciada y viceversa
3. No se cruzan entre si
4. La línea de máxima pendiente entre dos curvas de nivel es aquella que las une mediante la distancia más corta.

Equidistancia entre curvas de nivel.

Indica la separación entre planos paralelos que cortan la superficie a una distancia establecida, se tienen las siguientes consideraciones respecto a la escala y posición vertical y horizontal, para generar curvas de nivel es importante que la precisión vertical del modelos de representación DEM Y TIN sea igual a un tercio de equidistancia entre curvas de nivel.

Para la equidistancia de curvas de nivel, según la escala

La equidistancia es la distancia vertical entre los diversos planos con que se corta imaginariamente el terreno, es decir, la distancia entre dos curvas de nivel. Esta relacionada con la escala, siendo normalmente 5 metros para 1:15 000, 10 metros para 1:25 000 y 20 metros para 1:50 000.

Las curvas de nivel raramente son paralelas entre su, sino que tienen continuas inflexiones, recodos, irregularidades, etc. Cuyo único fin es reflejar la variedad de la superficie del terreno

Curvas índices e intermedias.

- A) Índices: son las líneas más gruesas que para simplificar el conteo, indican la altura en número como guía válida para todos los puntos de esta curva. Cada

5 curvas se traza una curva maestra para facilitar la interpretación de la lectura del plano.

B) Intermedias: son líneas finas en las que no lee la altura, pero que podemos averiguar fácilmente tomando como referencia las líneas más gruesas y la equidistancia según la escala del plano.

Existe otro término llamada suplementarias, que son líneas entrecortadas dentro del plano, no guarda equidistancia normal, por lo tanto, deben ir acotados

Curvas de nivel en la arqueología.

La arqueología, ha sufrido cambios a lo largo de su historia, influenciada por la incorporación de avances tecnológicos muchas veces surgidos fuera de ella.

En este contexto, un puntal básico es la topografía arqueológica que proporciona las técnicas de los métodos geométricos para posicionar, dimensionar, analizar, representar gráficamente y manejar tridimensionalmente de forma precisa las formas y dimensiones del terreno, de las estructuras construidas y elementos presentes de los restos arqueológicos tanto en planta como en elevación, conocer estos métodos permiten resituar en el espacio los elementos contenidos en planos existentes, ya que para comprender la excavación en su totalidad, es necesario definir lo mejor posible, la morfología del terreno, curvas de nivel, vaguadas. (García San Juan Leonardo, 2011)

El relieve del terreno puede representarse en un plano por medio de líneas como se menciona con anterioridad, pero estas pueden dar una idea bastante aproximada de las irregularidades del terreno.

Las curvas de nivel que se muestran se encuentran interrumpidas para situar en sus intervalos el número corresponde a la altura de los puntos sobre el cual se encuentran trazadas.

Aunque generalmente es más deseable el uso de las curvas que se describe, las diferencias de nivel también pueden ser representadas por otros medios como lo es

el del uso de tintas hipsométricas, es decir, otorgando tonos al plano que corresponden a un intervalo de nivel determinado.

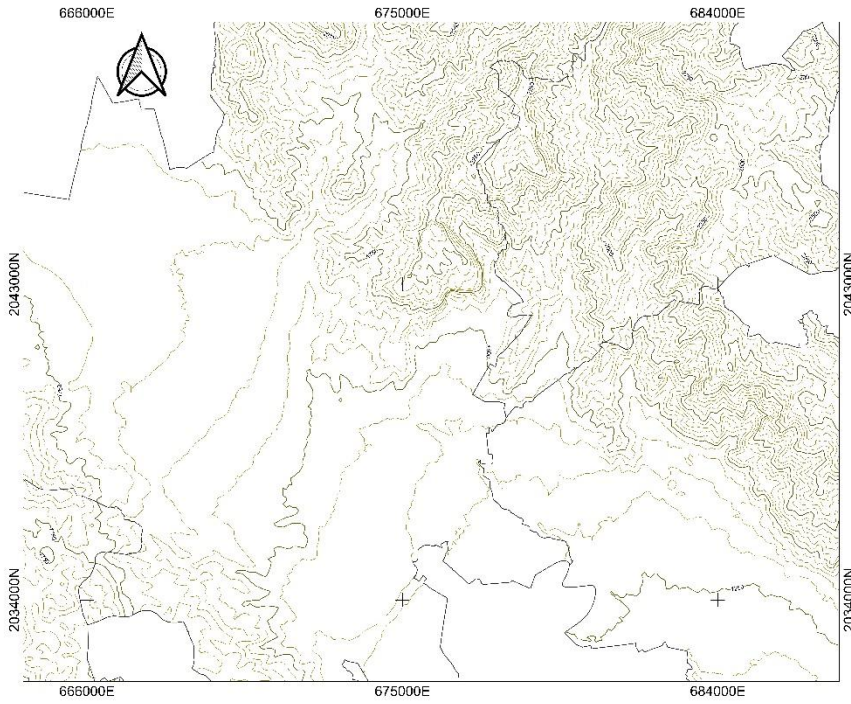
Se puede elaborar un esquema que representa el perfil de un rumbo (cualquier de las direcciones de la rosa náutica) a partir de un plano topográfico; para ello basta señala las diferentes alturas que corta la línea con la que se ha representado el plano perpendicular al sitios.

La escala vertical puede aumentarse para conseguir que el esquema no sea demasiado plano como ocurre sobre todo cuando la escala original es muy pequeña.

En conclusión las curvas de nivel sirven para dar una idea de las propiedades y clasificación del terreno básicas para un análisis arqueológico, este puede ser monte, cima, laderas vaguada o impluvio, divisoria o displuvio.y en cuestión de patrimonio las técnicas de registro topográfico en este caso curvas de nivel son una obligación, ya que el arqueólogo cuando escaba o cuando restaura están alterando el estado original del yacimiento o del edificio donde intervienen, en la medida en que el estado original no podrá repararse, es preciso recurrir a las técnicas más rigurosas en cuestión de registro geométrico para así obtener el mejor testimonio posible de lo que hubo antes de intervenir

Por ultimo los mapas de curvas de nivel permite obtener productos gráficos atractivos que servirán a la difusión del patrimonio entre el gran público.

# MAPA CURVAS DE NIVEL



## SIMBOLOGÍA

### ESTADO

□ PUEBLA

### TIPO DE CURVAS

EQUIDISTANCIA A 50 METROS

— PRIMARIAS

— SECUNDARIAS

### MDE

ALTURAS

■ 827

2909

## ESCALA GRÁFICA

1 0 1 2 km

## ESCALA NUMÉRICA

1:40000

## ii. MAPA COLOR NATURAL

El satélite landsat- 8 fue lanzado el 11 de febrero de 2013; es un satélite óptico de resolución media cuyo objetivo es proporcionar información para actividades relacionadas con la agricultura, la educación, los negocios, la ciencia y también en el ámbito de ordenamiento territorial.

El satélite contiene dos sensores el sensor operacional de imágenes de tierra (OLI) y el sensor infrarrojo térmico (TIRS).

OLI está formado por nueve bandas espectrales que van desde lo visible pasando por los infrarrojos hasta el espectro de radiación con bajas ondas. Con imágenes de resolución espacial, que oscilan entre los 15 y 30 m

TIRS está compuesto por dos bandas espectrales, las cuales detectan infrarrojos térmicos, una herramienta imprescindible para medir la temperatura de la superficie de la tierra.

### Información general del satélite LANDSAT – 8

Orbita a una altitud de 705 km y una inclinación a 98.2 grados, y completa una órbita terrestre cada 99 minutos. El satélite tiene un ciclo de repetición de 16 días con un tiempo de cruce ecuatorial 10:00 am +/- 15 minutos

Landsat 8 adquiere alrededor de 740 escenas por día en el sistema de ruta también conocido como sistema de referencia mundial – 2 (WRS- 2) , que es un sistema de notación global para datos landsat y que permite consultar sobre imágenes del mundo el WRS ha demostrado ser valioso para la catalogación, la referencia y el uso diario de las imágenes transmitidas desde el sensor (Jeffrey, 2017), el tamaño de una escena landsat 8 es de 185 km x 180 km

6 DE FEBRERO 2020



---

Imagen 15: imagen satelital obtenida con Landsat 8

Un SIG implica información informática, se alimenta de última instancia exclusiva de datos digitales, los datos geográficos digitales tienen una ventaja frente a los analógicos y suponen un salto cualitativo importante y podemos resumir estos beneficios en:

- a) Sencillez de actualización: la cartografía digital es editable y esto simplifica la introducción a cambios
- b) Facilidad de distribución: resulta más sencillo y menos costoso distribuir cartografía digital que analógica
- c) Espacio de almacenamiento: un soporte digital puede almacenar una enorme cantidad de estos ocupando una fracción del espacio físico
- d) Facilidad de mantenimiento: aunque no se introduzcan modificaciones y no se actualicen los datos, el formato digital hace más fácil su conservación

Para la realización de este mapa ocupamos imágenes obtenidas mediante percepción remota o los datos obtenidos con posicionamiento satelital con imágenes obtenidas a través de Landsat 8 dedicado a la observación de la Tierra gestionado por la USGS y la NASA, siendo esta la última misión de continuidad de

datos se puso en marcha el 11 de febrero de 2013 es un satélite óptico de resolución media cuyo objetivo es proporcionar información para actividades relacionadas con la agricultura, la educación, los negocios, la ciencia y también en el ámbito estatal, este sensor contiene dos sensores, el sensor es un instrumento que detecta distancia de un objeto o una propiedad de objetos, este satélite contiene el sensor operacional de imágenes de tierra (OLI) y un sensor de infrarrojos térmicos (TIRS) (USGS, 2017)

Las imágenes para los productos fueron obtenidas de paginas disponibles hasta hoy día llamada "EarthExplorer"

Donde las bandas se clasifican de la siguiente manera:

Operatioal Land Imager (OLI): construido por Bell Aerospace and Technologies Corporation

Contiene nueve bandas espectrales, incluida una banda panorámica

- Banda 1 visible (0.43 – 0.45  $\mu\text{m}$ ) 30 m
- Banda 2 visible (0.45 – 0.51  $\mu\text{m}$ ) 30 m
- Banda 3 visible (0.53 – 0.59  $\mu\text{m}$ ) 30 m
- Banda 4 roja (0.64 – 0.67  $\mu\text{m}$ ) 30 m
- Banda 5 infrarrojo cercano (0.85 – 0.88  $\mu\text{m}$ ) 30 m
- Banda 6 SWIR 1 (1.57 – 1.65  $\mu\text{m}$ ) 30 m
- Banda 7 SWIR 2(2.11 – 2.29  $\mu\text{m}$ ) 30 m
- Banda 8 Pancromática (PAN) (0.50 – 0.68  $\mu\text{m}$ ) 15 m
- Banda 9 Cirrus (1.36 – 1.38  $\mu\text{m}$ ) 30 m

(EOS, 2020)

OLI captura datos con precisión radiométrica mejorada en un rango dinámico de 12 bits, lo que mejora la relación señal /ruido en general. Esto se traduce en 4096 niveles de gris potenciales, en comparación con 256 niveles de gris en los

instrumentos Landsat 1- 7 de 8 bits. El rendimiento mejorado de señal a ruido permite una mejor caracterización del estado y la condición de la cubierta terrestre.

Los datos de 12 bits se escalan a números enteros de 16 bits y se entregan en los productos de datos de nivel 1. Los productos se escalan 55,000 niveles de gris y se pueden escalar a la reflectancia y /o resplandor de la parte superior de la atmosfera (TOA) utilizando los coeficientes de cambio de escala radiométricos proporcionados en el archivo de metadatos del producto.

Sensor infrarrojo térmico (TIRS): Construido por el centro de vuelo espacial goddard de la NASA.

Dos bandas espectrales:

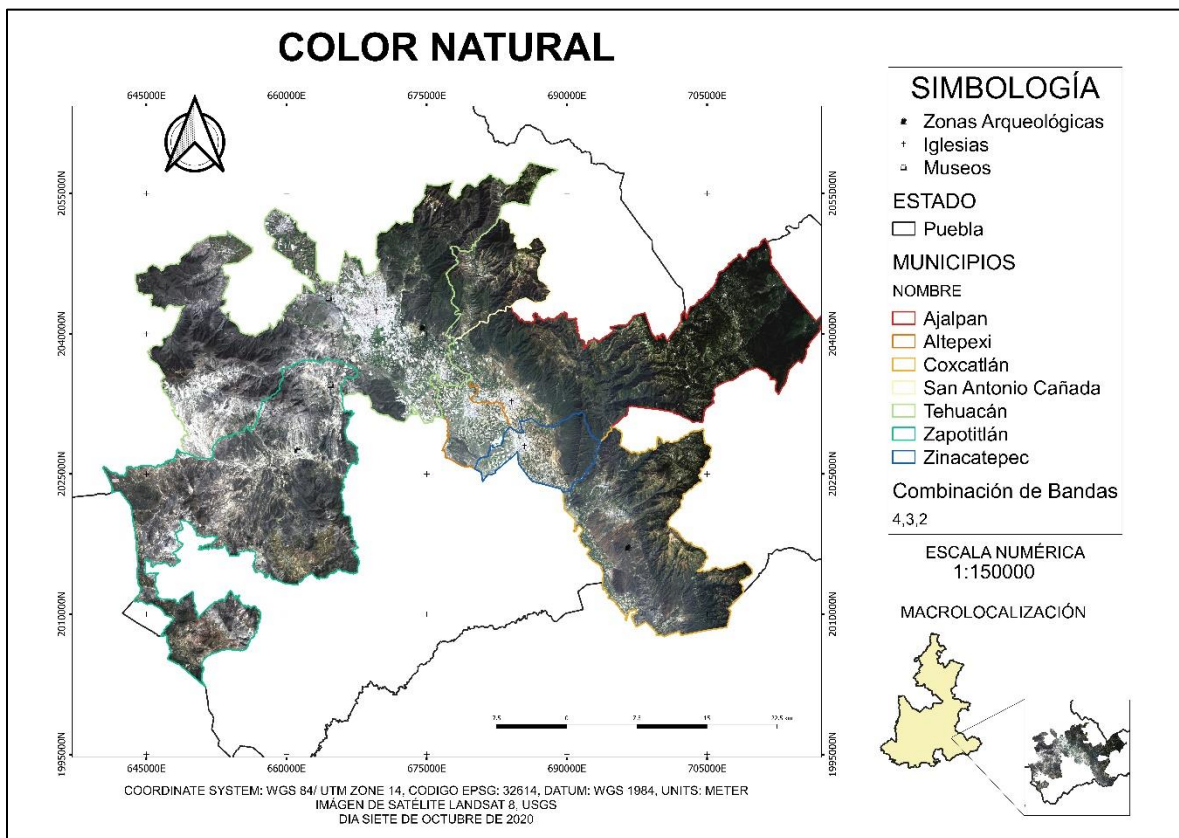
- Banda 10 TIRS 1 (10.6- 11.19  $\mu\text{m}$  ) 100 m
- Banda 11 TIRS 2 (11.5- 12.51  $\mu\text{m}$ ) 100 m

La combinación del mapa que se presenta es una combinación que suele llamarse “ color natural” pues involucra a las tres bandas visibles y se le asigna a cada una de ellas su verdadero color, resultando una combinación que se aproxima a los colores naturales de la escena. Esto se consigue combinando la bandas 4,3 y 2 (Diego, 2019)

En el mapa muestran una imagen en tres rangos diferentes, usando un color primario diferente para cada uno, cuando combinamos estas tres imágenes el resultado es una imagen en color natural y es aquel que representa toda la naturaleza y su forma en un mapa, por ejemplo, ríos, relieves, montañas, zonas llenas de arboles y otras. Este mapa plantea la realidad natural de una zona y sirve mucho para ubicarse y tomar puntos de referencia, el color de cada píxel que se representa está definido por la variación en las proporciones de rojo, verde y azul (RGB).

Una imagen de composición de color natural muestra una composición de bandas rojas, verde y azules visibles con los correspondientes canales rojos, verdes y azules, La composición de color natural corresponde a la forma en que vemos el mundo.

La interpretación de este mapa es: la vegetación aparece verde, el agua de azul a negro y la tierra desnuda y las superficies impermeables gris claro y marrón, este mapa es útil para percibir en detalle. Pero también pueden ser de bajo contraste y algo imprecisas debido a la dispersión de la luz azul en la atmosfera, esta combinación permite analizar el estado de los cuerpos del agua y los procesos de sedimentación, así como distinguir agua, las nubes aparecen en el mismo tono blanco.



### iii. MAPA DE VEGETACIÓN

Es importante representar cartográficamente la vegetación que rodea a la zona, aunque esta labor no esta siempre al alcance de los investigadores y en muchas casos debemos recurrir al material ya publicado por diversas instituciones.

Cada mapa representa la presencia o ausencia de un determinado gremio dentro de cada una de las zonas que se indican, en caso de ausencia, en cuadro queda vacío, constituye una fuente documental y una herramienta básica en trabajos científicos y técnicos, exige tener en cuenta cuales han sido los métodos, las ideas dominantes y las limitaciones técnicas, propias de la información contenida en este mapa

Aunque son poco precisos, resultan muy visuales y fáciles de manejar y suelen ser suficientes cuando se trabaja en escalas.

#### Representación de la cubierta vegetal

El mapa de vegetación potencial representa una atracción que ignora las trasformaciones producidas por las actividades agrarias o por la urbanización, son interesantes si lo que se desea destacar la relación entre la vegetación y los demás elementos del medio físico (en particular y gran importancia el clima)

En sentido estricto no se trata de una cartografía biogeográfica<sup>13</sup> aunque contiene una información muy precisa sobre la extensión de los principales tipos de formaciones vegetales, es importante mencionar que, una vez delimitada las unidades de vegetación, esta labor de campo resulta sencilla (Ibera, 2006)

Cuando se habla de cartografía de la vegetación, objeto del presente capitulo, se entiende generalmente la representación simplificada, sobre un mapa topográfico, o al menos en un contexto georreferenciado, de la posición, forma, extensión y contenido de las comunidades vegetales de un territorio.

---

<sup>13</sup> Distribución de un grupo determinado en un área geográfica

El mapa de vegetación puede interpretarse desde un punto de vista ecológico, medioambiental o de conservación siendo esta última el propósito de el mapa ya que estos medios que se representan son los formadores de los ecosistemas y por lo tanto podemos considerar que el mapa de vegetación representa un patrón básico de distribución de los ecosistemas para los municipios de Tehuacán y sus alrededores

El mapa de vegetación es además la base sobre la que se sustenta una notable cantidad de cartografía temática variada, como los mapas de riesgo de incendio, mapas de idoneidad de hábitat para especies animales, mapas de suelos, de riesgo erosivo, de calidad y recursos naturales solo por mencionar algunos pero sobre todo en las actividades cuyo proyecto se plantea la actualización del medio natural como lo es bien un proyecto arqueológico y que cabe mencionar es el tema de estudio de esta tesis.

Con el mapa generado y proyectándolo a un par de años se puede enfrentar a un primer lugar de si existe realmente el objeto que se pretende cartografiar, y poder generar un tema de debate sobre la existencia o no de discontinuidades en la vegetación natural y la alternativa de las transiciones continuas pues cualquier observador atento, en nuestro entorno geográfico, detecta la existencia de cambios en la componente vegetal del paisaje debido a los cambios al relieve que este proyecto arqueológico implique.

Lo que si se puede entender desde un principio es que el paisaje pasa por una amplia transición y faltaría por estudiar las transiciones entre diferentes comunidades vegetales, climatológicas y urbanísticas, es increíble ver como alterando un sistema en este caso el vegetativo llega a modificar muchos otros y es importante el estudio que se debe dar, siendo este no nuestro objeto de estudio, pero un simple mapa nos puede mostrar mucho a partir de otro igual.

Para la interpretación de este mapa debemos recordar que se trata de una hipótesis más o menos simplificada, el científico botánico Ozenda 1986 comenta la tendencia a confundir la cartografía de la vegetación potencial con lo que él llama mapas de

vegetación teórica, es decir mapas en los que se intenta mostrar la vegetación que se supone que existe por el tipo de suelo y factores climáticos, en cualquier caso al examinar la información y contenido de un mapa es conveniente diferenciar entre la utilidad y el valor del tema cartografiado

El mapa de vegetación que se presenta representa la cobertura vegetal existente en la fecha de trabajo cartográfico que data del año 2010.

Los dos mapas de vegetación a escala que presentan responden a dos diferentes visiones y han sido documentados de referencia hasta la actualidad

El primer mapa es una serie de descargas complementarios, en la leyenda se usan nombres comunes para las especies dominantes, la interpretación y el uso correcto de la información necesita cierto dominio de conceptos

#### HABLEMOS DE LEYENDA.

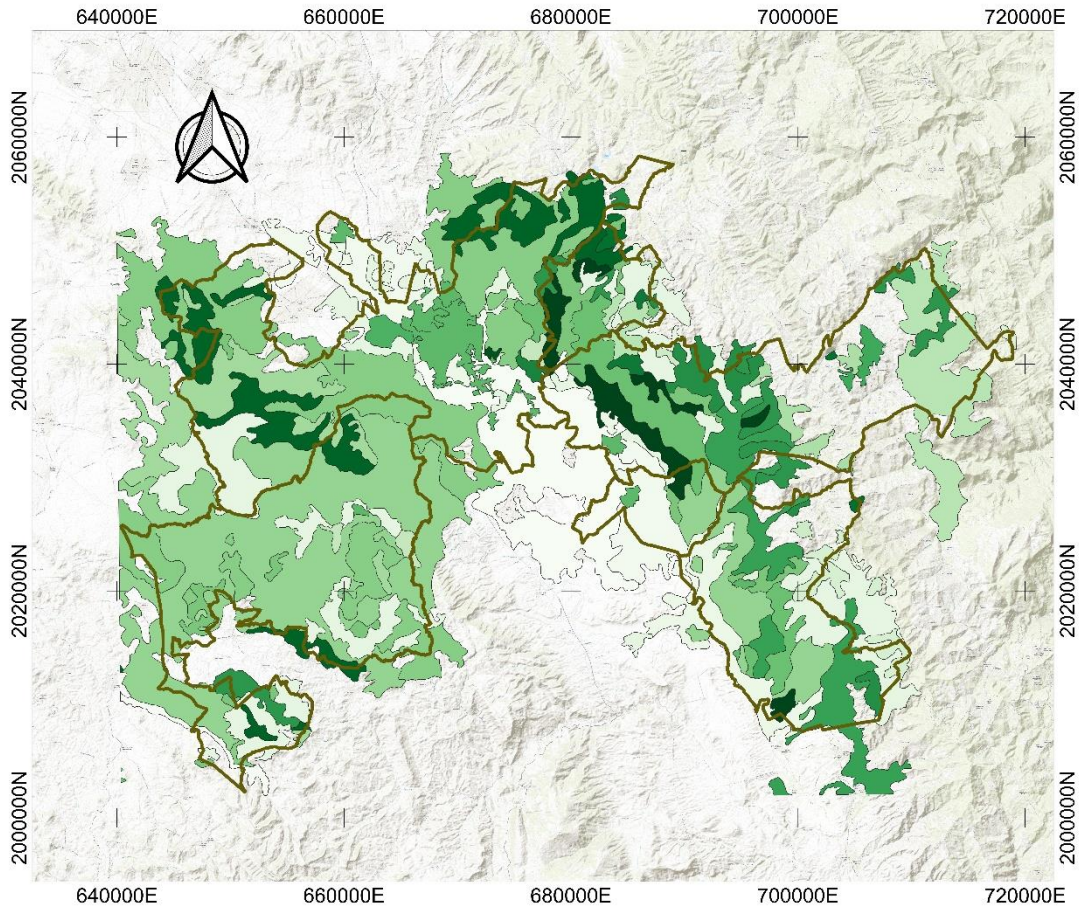
La leyenda es el conjunto de la clase de vegetación (tipos de comunidad vegetal) cuya existencia hemos identificado y reconocido en la zona , de forma que todo polígono delimitado debe poder asignarse a una de las clases establecidas y que se muestran en el mapa esto fue establecido por el trabajo previo del reconocimiento del terreno y correcto conocimiento de su vegetación, una leyenda correcta debe cumplir una serie de condiciones debe ser, completas las clases no puede solaparse y estas deben distinguirse, las clases deben distinguirse en las teselas por cualquier observador, deben ser coherentes.

La estructura interna de la leyenda puede ser de tipo simple, es decir un listado de unidades con sus respectivas definiciones es decir estructurada en clases generales que se subdividen en subcategorías y que a su vez pueden subdividirse atendiendo a un criterio.

Las categorías deben ser definidas con descripciones que permitan su identificación por parte de especialistas, pero, teniendo en cuenta que los mapas de vegetación

se usan en un amplio abanico de actividades es necesario utilizar un lenguaje que facilite la comprensión de lectores de diferentes ámbitos profesionales

# MAPA DE VEGETACIÓN



## SIMBOLOGÍA

MAPA BASE  
ESRI Topo

MUNICIPIOS

■ LÍMITES

VEGETACIÓN

TIPO

- AGRICULTURA DE RIEGO ANUAL
- AGRICULTURA DE RIEGO ANUAL Y SEMIPERMANENTE
- AGRICULTURA DE RIEGO SEMIPERMANENTE
- AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL
- AGRICULTURA DE TEMPORAL PERMANENTE
- BOSQUE DE ENCINO
- BOSQUE DE ENCINO-PINO
- BOSQUE DE MEZQUITE
- BOSQUE DE PINO
- BOSQUE DE PINO-ENCINO

- CHAPARRAL
- MATORRAL CRASICAULE
- MATORRAL DESÉRTICO ROSETÓFILO
- PASTIZAL INDUCIDO
- SELVA BAJA CADUCIFOLIA
- URBANO CONSTRUIDO
- VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBÓREA DE BOSQUE DE MEZQUITE
- VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBÓREA DE BOSQUE DE PINO-ENCINO
- VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBÓREA DE SELVA BAJA CADUCIFOLIA
- VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE ENCINO
- VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE ENCINO-PINO
- VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE MEZQUITE
- VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE PINO
- VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE PINO-ENCINO
- VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE CHAPARRAL
- VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE MATORRAL DESÉRTICO ROSETÓFILO
- VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA BAJA CADUCIFOLIA

ESCALA GRÁFICA



ESCALA NUMÉRICA

1:175000

#### iv. Mapa INFRARROJO.

Una imagen infrarroja es aquella que toma un satélite en el canal o banda infrarroja (mismo satélite que se menciona a lo largo de esta tesis). Las longitudes de onda IR, a las cuales son sensibles los sensores del satélite, son del orden de los 10 – 12 micrómetros. En dicha zona del espectro electromagnético los sensores detectan estructuras nubosas, terrestres o marítimas que emiten señales en dichas longitudes de onda.

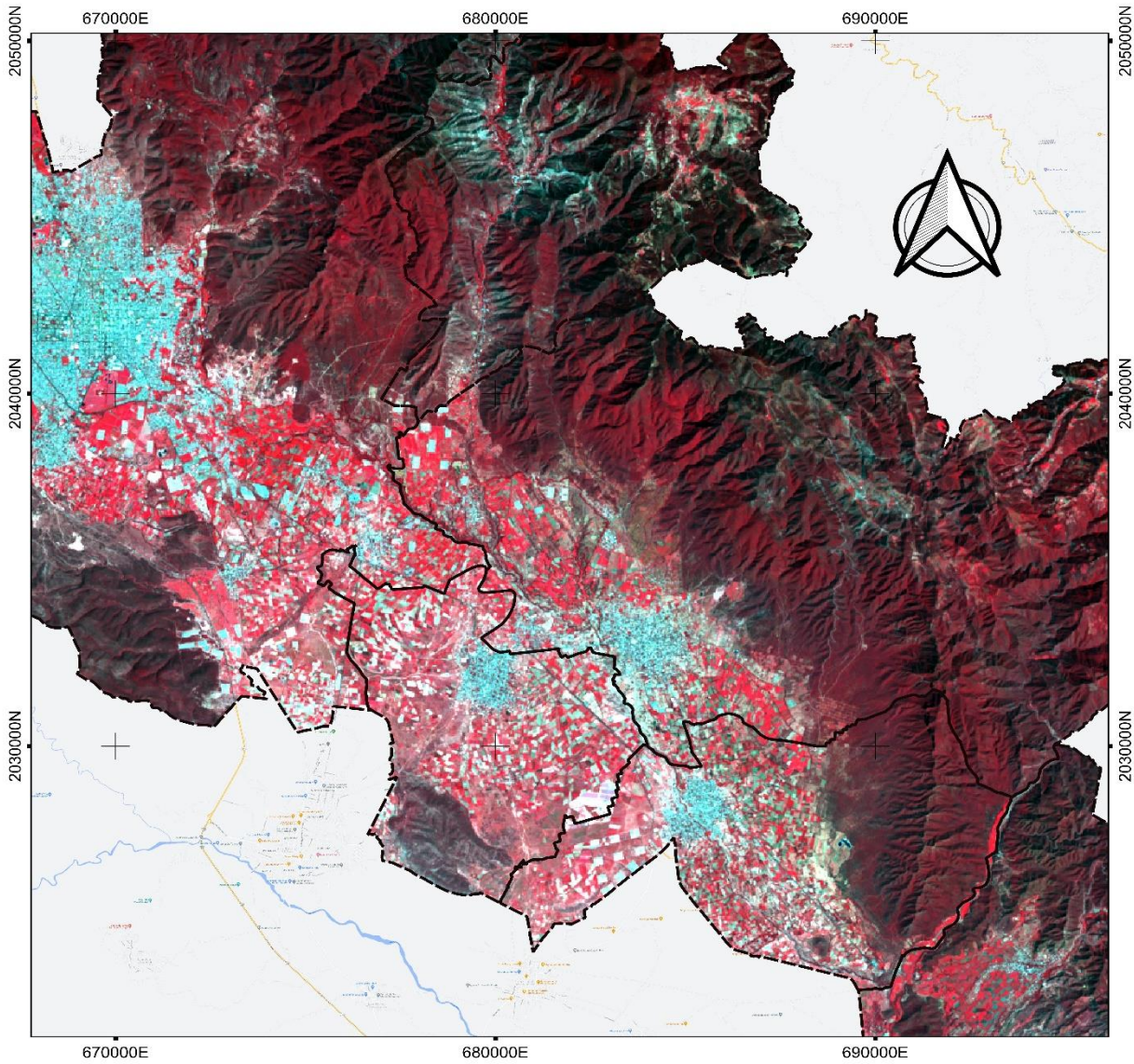
El canal IR se basa en un principio básico de la física nos dice que: “todo cuerpo que se encuentre a una temperatura determinada emite una radiación electromagnética que depende de dicha temperatura de emisión. A esta temperatura se le denomina temperatura de brillo del cuerpo emisor”

El sol emite una temperatura de brillo equivalente a 6000 °C la tierra y un observador en el espacio como lo es el satélite emiten una temperatura de brillo de 17 a 20 °C, ósea un cuerpo como el sol emite más energía que la tierra y esta energía esta repartida en un espectro de longitudes de onda visible, infrarroja, ultravioleta, rayos X, por lo tanto los satélites en el canal infrarrojo detecta focos térmicos en el sistema tierra- atmosfera (METEOSAT, 1991)

En esta combinación de bandas la vegetación aparece en color rojo, y cuando mas sana este la vegetación mas brillante es su color. Es más fácil distinguir entre diferentes tipos de vegetación que con una imagen en color natural, esta es una combinación de banda muy usada en observación remota cuando se observa la vegetación, cultivos y pantanos. Esta interpretación puede parecer bastante extraña pero la vegetación se muestra mas brillante debido a que la vegetación verde refleja fácilmente la energía de la luz infrarroja.

La vegetación se puede observar en tonos rojos, los suelos varían de marrón oscuro a marrón claro y las áreas urbanas son de color azul o a veces pueden aparecer amarillas o grises, dependiendo de la composición, el agua clara se muestra en azul oscuro y el agua turbia en azul más claro

# INFRARROJO



## SIMBOLOGÍA

### MODELOS DE COLOR

- ARBUSTOS
- AGUA
- ESCASA O NULA VEGETACIÓN
- VEGETACIÓN MENOS DENSA
- ZONA DE TRANSICIÓN
- VEGETACIÓN DENSA

### TIPOS DE CULTIVO

- PITAYA
- GRANADA
- MAÍZ
- AMARANTO

### MUNICIPIOS

▬▬▬▬▬▬▬ DIVISIÓN MUNICIPAL

### COMBINACIÓN DE BANDAS

5,4,3

### MAPA BASE

Google.cn Normal

### ESCALA NUMÉRICA

1:54052

### ESCALA GRÁFICA



### MACROLOCALIZACIÓN



COORDINATE SYSTEM: WGS84/ UTM ZONE 14, CODIGO EPSG: 32614, DATUM: WGS 1984, UNITS: METER  
 IMÉGEN SATÉLITAL LANDSAT 8, FUENTE USGS  
 DIA SIETE OCTUBRE DEL 2020

v. Mapa de áreas naturales protegidas.

Reserva de la biosfera Tehuacán Cuicatlán (RBTC), esta tenía una superficie de 490,186-87-54.7 ha abarca 18 municipios de Puebla y 32 de Oaxaca

Las áreas naturales protegidas son esenciales para conservar la biodiversidad natural y cultural y los bienes y servicios ambientales que brindan son esenciales para la sociedad, las áreas protegidas son importantes para el desarrollo sostenible de comunidades locales, especialmente pueblos indígenas que dependen de ellos para su supervivencia (Gutierrez, 2008) como el caso principalmente de la reserva de la biosfera.

La importancia de las áreas protegidas es reconocida en el convenio sobre diversidad biológica, y pueden ser creadas para proteger bellezas escénicas, diversidad biológica y cultural, para educación científica y para educación cultural.

El objetivo es conservar la biodiversidad de la provincia florística manteniendo la continuidad de los procesos ecológicos y evolutivos que ahí se desarrollan, así como el patrimonio cultural e histórico asociado a ellos, mediante la implementación de políticas, medidas y estrategias de protección, manejo y restauración a través de procesos de conocimiento cultural y gestión que permita alcanzar el desarrollo sustentable de las comunidades que ahí habitan (Objetivos del área natural protegida, 2013)

Existen dos áreas donde se puede catalogar un área protegida como reserva y parque naturales para este caso se muestran la reserva natural, en México contamos con 7 de las 44 reservas de la biosfera en el mundo

En este mapa se ocupó el archivo shp descargado de los metadatos de conabio, en este mapa se quiso evitar el exceso de información de las áreas naturales protegidas, lo cual comunica de manera inmediata lo que se encuentra representado.

Para este mapa se busca representar un elemento fundamental para la búsqueda de sustentabilidad económica, social y ambiental en los diversos sitios del área de estudio de Tehuacán y sus alrededores. En diversos documentos del INAH se habla sobre la importancia que tuvo esta zona con civilizaciones antiguas y la importancia que tuvo el surgimiento de la agricultura en el desarrollo de estas sociedades a nivel cultural económico y cronológico, además fue cuna de diversas especies vegetales como el amaranto, el aguacate, el ayocote el cacao, la calabaza, la chíá, el chile, el frijol, el jitomate, el tomate y desde luego el maíz. Para Richard MacNeish, notable investigador concluye que entre el sur de Puebla y el norte de Oaxaca es donde se dieron las condiciones climáticas idóneas para encontrar las evidencias del desarrollo de la agricultura en Mesoamérica (Francisco Vidargas, 2019)



Habitante de Los Hornos, Matamoros, Zapotlan, Puebla. (BPH)



Bromelia. (DHC)



Canyon en Zapotlan, Puebla. (BPH)

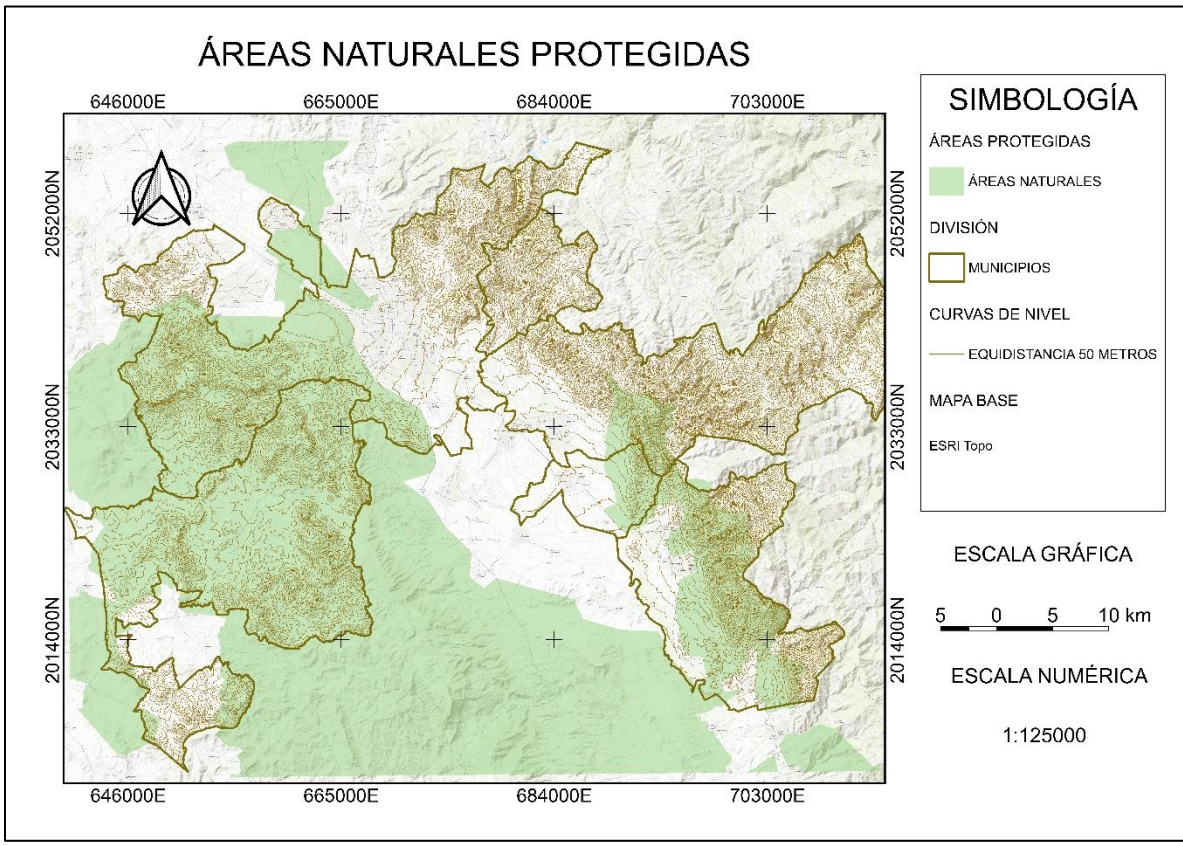


Caída de agua cascada en un valle de Olla, San Antonio Tencas, Zapotlan.



Coatlicue de Coxcatlán (1325-1521 d.C.), escultura mexicana en el Museo Nacional de Antropología. Fue descubierta en Coxcatlán, Valle de Tehuacán, Puebla. Testimonio de la presencia nahua en el área de la reserva.

# ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS



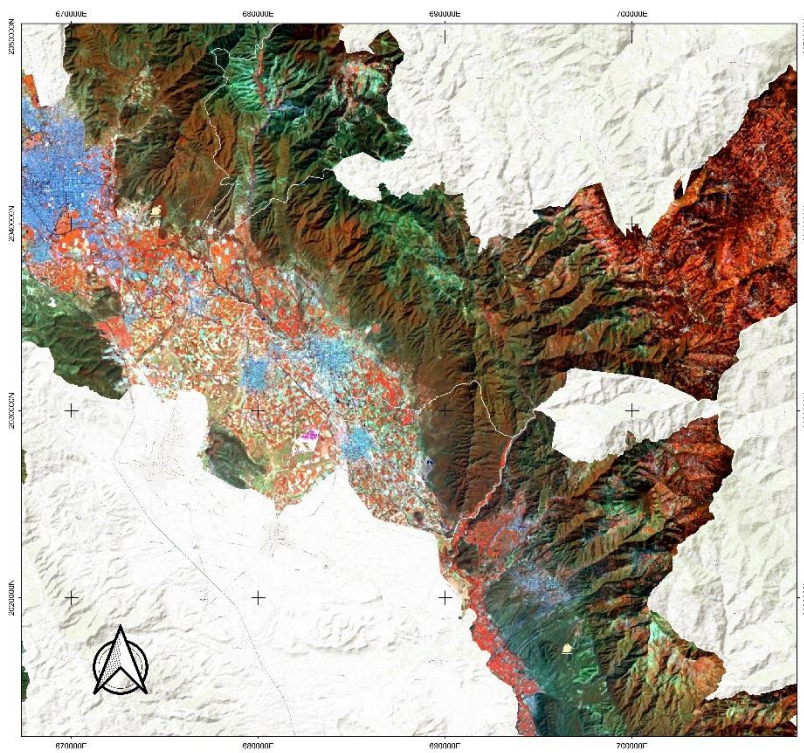
vi. Mapa masas de agua.

Esta combinación de bandas resalta los límites tierra- agua y detalla detalles que no son evidentes en las bandas visibles. Con esta combinación el tipo de vegetación y la condición se muestran como variaciones de matices (marrón, verdes, naranjas) así como en el tono. Y demuestra la diferencia de humedad y es útil para el análisis de las condiciones del suelo y la vegetación, cuanto más húmedo es el suelo, más oscuro aparece, debido a las capacidades de absorción infrarroja del agua, con la combinación 564

Esta combinación proporciona una interpretación “natural” mientras que también penetra partículas atmosféricas y humo.

La vegetación sana tendrá color verde brillante y se saturará en las estaciones de gran crecimiento, los pastizales se verán verdes, las áreas rosadas representan el suelo estéril, las naranjas y los cafés marrones representan áreas escasamente cubiertas de vegetación. La vegetación seca será anaranjada y el agua azul (Grullon, 2018)

# MASAS DE AGUA



## SIMBOLOGÍA

- zonas arqueológicas
  - masas de agua
- MODELOS DE COLOR
- URBANIZACIÓN
  - MASAS DE AGUA
- MUNICIPIOS
- Puerto
  - DIVISIÓN MUNICIPAL
- COMBINACIÓN DE BANDAS
- 5.6.4
- MAPA BASE
- ESRI Topo

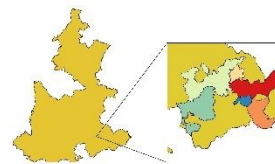
## ESCALA NUMÉRICA

1:75000

## ESCALA GRÁFICA



## MACROLOCALIZACIÓN



COORDINATE SYSTEM: WGS84 / UTM ZONE 14  
CODIGO EPSG: 32614  
DATUM: WGS 84  
UNITS: METERS  
IMAGEN SATELITAL LANDSAT 8, FUENTE:  
USGS  
DIA SIETE DE OCTUBRE DEL 2020

vii. Mapa de pendientes.

El objeto primero en arqueología es el estudiar y conocer el pasado, eso sí, a través de sus objetos materiales. Las piezas y arquitectura es un vehículo para conseguir la información, no cabe duda entonces que los objetos, aunque como digo no sean el fin último de la excavación arqueológica, son aspecto importante del trabajo y estos se encuentran en un yacimiento arqueológico para que sean encontrados y la composición y orientación de pendientes que se encuentran en el terreno debería ser la fuente primaria para el comienzo de estas piezas o cimientos.

Para poder llevar a cabo esta labor es esencial primero hacer una prospección arqueológica que consiste en explorar y analizar una extensión de terreno con el objeto de localizar yacimientos humanos o restos de actividad humana pasados con el objeto de poder caracterizar su potencial patrimonial, si bien hay muchos hallazgos arqueológicos que son fruto de la casualidad en otras ocasiones los hallazgos arqueológicos son fruto de una prospección arqueológica que fue diseñada y concebida de forma totalmente planificada y en esta parte es donde los arqueólogos empiezan a elaborar “una prospección de superficie” esta búsqueda tiene una fase de investigación en los que se analizan eventos como la toponimia o la geografía y en este punto tan clave y primordial es donde entra el mapa de pendientes, recordemos que la pendiente es una característica fundamental del territorio, pues influye directamente en elementos tan importantes como la vegetación o la construcción de edificaciones dicho en palabras mas sencillas la pendiente es la inclinación de una superficie con respecto al horizonte.

Este mapa representa mediante colores zonas del territorio con pendiente semejante y muestra diferentes cambios de elevación, además también sirve como base de estudio ambiental basados en el relieve de la zona de Tehuacán y como mencionamos con anterioridad es importante para los arqueólogos notificar el cambio de suelo que sucede tras la reconstrucción de la zona, entonces un mapa de pendientes es ideal para utilizar como una herramienta mas para el estudio y archivo temporal de esta zona.

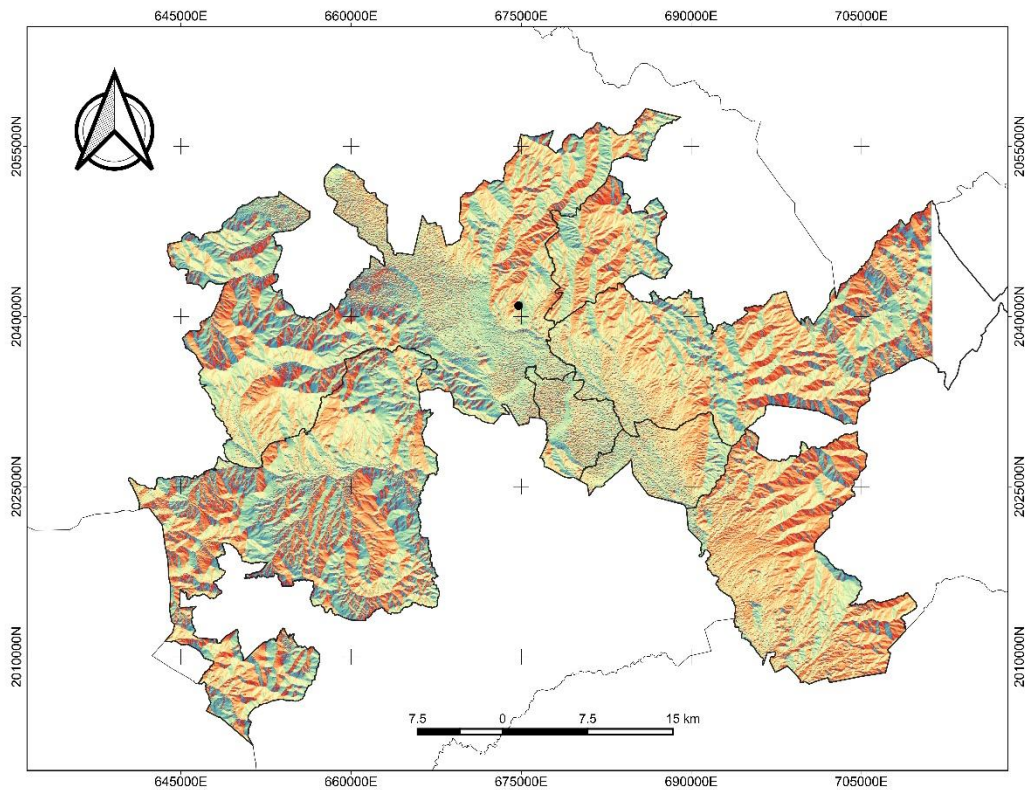
El propósito del mapa de pendientes es hacer útil la representación de las pendientes obtenidas sobre un modelos digital de terreno

La pendiente de un terreno suele ser expresada en metros por kilómetro y/o porcentajes, en ambos casos puede calcularse midiendo la distancia que separa las curvas de nivel, si el intervalo del plano es demasiado amplio, ejemplo cada 100 m este valor no será útil para conocer los detalles del terreno, que no quedaran representados. Esta distancia puede ser convertida a porcentaje y a si por ejemplo una distancia de 85m entre curvas de nivel cuya diferencia es de 50 m, corresponderá lo siguiente:  $85:50 = 100:x$

$$X= 58.8\%$$

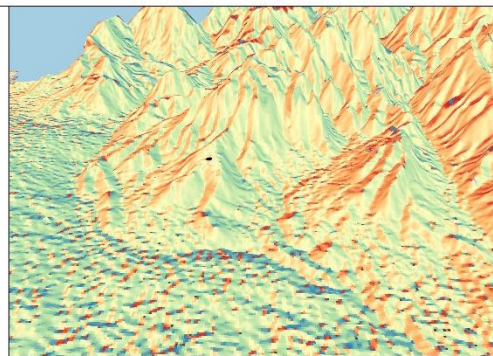
La representación más fiel del terreno es aquella que integra el sistema de curvas de nivel por lo cual se insiste a lo largo del presente trabajo en la toma de datos suficientes y precisos para incluir la altimetría en los levantamientos de áreas de interés arqueológico

# MAPA DE PENDIENTES

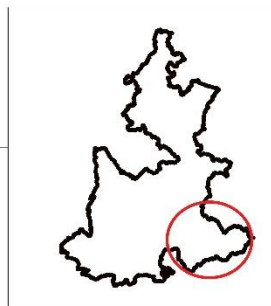


## SIMBOLOGÍA

• ZONA ARQUEOLÓGICA	MUNICIPIOS
ACIMUT DE ORIENTACIÓN	▭ LIMITES
GRADOS	▭ ESTADO
0	▭ PUEBLA
89.9	MAPA BASE
179.8	Google.cn Satellite
269.7	
359.7	
ALTURA	
MDE	
▬ 624	
▬ 4503	



## MACROLOCALIZACIÓN



## ESCALA NUMÉRICA

1:175000

COORDINATE SYSTEM: WGS84/ UTM ZONE  
14

CODIGO EPSG: 32614

DATUM: WGS 1984

UNITS: METERS

MODELO DIGITAL DE ELEVACION :SPACE

SHUTTLE RADAR TOPOGRAPHY MISSION

MODELO 3D APLICADO 2 VECES MÁS

## viii. Mapas de sombras

Permiten mostrar la superficie del territorio a través del sombreado de laderas, el contraste de sombras por el territorio genera un efecto de profundidad en los mapas cuando son utilizados como mapa base

Este tipo mapas muestra a través del contraste de sombras por el territorio genera un efecto de profundidad en los mapas cuando son utilizados como mapa base o en combinación con imágenes áreas.

En estos mapas usamos la posición del sol en horas específicas para generar a entrada de luz de manera manual, para esto se introdujeron parámetros aleatorios próximos a las condiciones reales del territorio desde la plataforma sunearthtools se identificaron los valores de posición del sol posicionando la zona geográfica de análisis. Una sencilla tabla muestra los valores de elevación y azimut que se podrán emplear para generar los mapas de sombras en el entorno SIG.

Es importante mencionar los grandes errores en los mapas de sombras pues las sombras de luz en una u otra dirección pueden hacer visualizar la geografía de manera diferente foto interpretando el territorio de manera inversa, es decir se puede ver la misma imagen bajo dos o más perspectivas de rotación ejemplo, confundir un valle con una montaña, un aspecto fundamental que han desarrollado los arqueólogos y según ellos se adquiere con la practica es trabajar el cerebro cuando visualiza entradas de luz en los mapas.

Pero la pregunta que debe responder este mapa es.

¿Cómo un mapa de sombras ayuda o aporta información al estudio de la arqueología?

Es interesante conocer y analizar como un mapa hecho con sistemas SIG se relaciona tanto con tantas ciencias y un de ellas es la astronomía pues en este mapa se busca conocer el sentido o significado de los alineamientos y ejes de simetría del lugar en torno a la astronomía posicional y al paisaje en cuestión.

Como se menciona con anterioridad los arqueólogos argumentan que los alineamientos de las estructuras fueron consagradas a ciertas familias calendáricas de intervalos de días plenamente identificados en Mesoamérica relacionados con los solsticios y con los equinoccio temporales; si bien esta teoría no se puede comprobar debido a que no se tiene suficiente evidencia por parte de los estudiosos del tema si podemos empezar a colaborar con el conocimiento y con pruebas de dicho planteamiento y una de ellas es el mapa de sombras que a continuación se muestra en esta tesis.

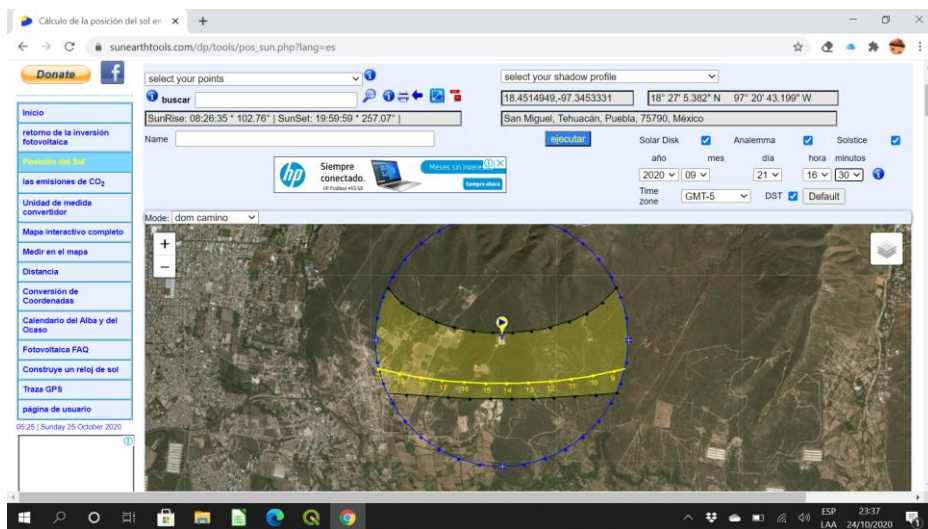
¿Porque es importante conocer el motivo de consagración de las edificaciones? La respuesta más sencilla que hay es porque el lugar fue el punto de unión entre el pasado y lo que los creían del futuro donde se cree que la astronomía posicional, por el horizonte local y las estructuras del asentamiento, siendo de esa manera la memoria sagrada de un pueblo y recordemos que se menciona que la posibilidad de encontrar un monumento astronómico es una gran probabilidad.

¿Qué fechas se ocuparon para la realización del mapa y por qué?

Se eligieron estas fechas por que necesitábamos una orientación acimutal que da paso a un periodo conocido como síntesis de las arqueoastronomía, en el cual se puede confirmar la existencia de patrones bien definidos de convergencia hacia pequeñas regiones angulares del horizonte y de este modo se confirmaría que en la planificación de la ciudad existieron consideraciones de principios astronómicos y calendáricos. También se ha planteado la necesidad de generar una metodología más ordenada y definida, donde sea considerado las alturas angulares y los elementos del horizonte, así como pendientes, para poder generar esta metodología se ocuparon fechas que podrían ser de relevancia para los antiguos toltecas

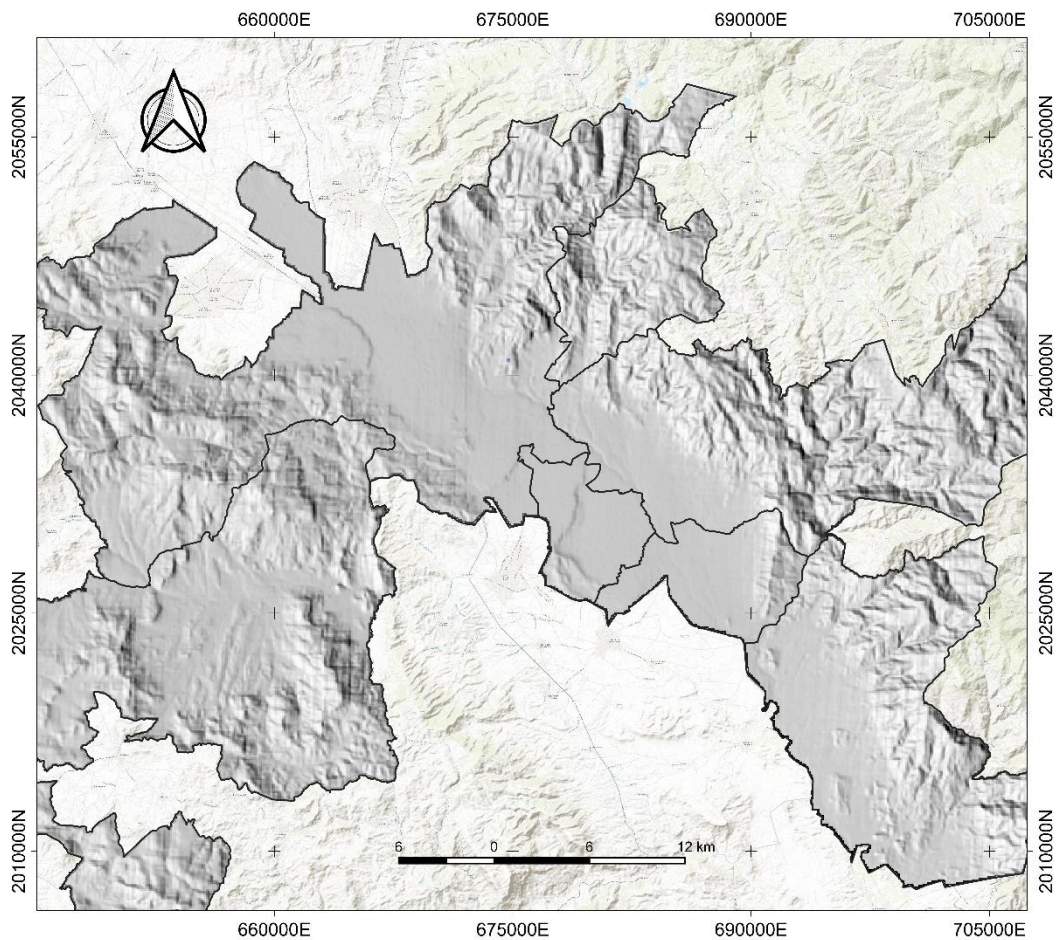
1. La primera es el 21 de septiembre del 2020 Esta relación se llevó a cabo por la influencia que tuvieron los toltecas con la cultura teotihuacana además de que la zona arqueológica la mesa ha sido comparada muchas veces con la zona arqueológica de Tehuacán se cree que su influencia fue mucha y debido a que en esta fecha ocurre

un evento astronómico en la pirámide principal buscamos esta analogía y se tomó la dedición de escogerlo como una primera fecha, de hecho hasta antes de la década de 1940, se pensaba que los toltecas eran quienes habían edificado el gran centro de Teotihuacán, así para la gran mayoría de los estudiosos , las dos designaciones, “teotihuacano y tolteca” significaban realmente lo mismo. Como es natural, los historiadores que escribieron sobre esta meterían antes de la década de los 1940 nos dicen casi siempre que los toltecas fueron creadores de Teotihuacán y aunque hoy sabemos que no fue así, no deja de ser interesante analizar cómo llegaron a formular sus correspondientes teorías sobre lo que se consideró que había sido un idéntico periodo



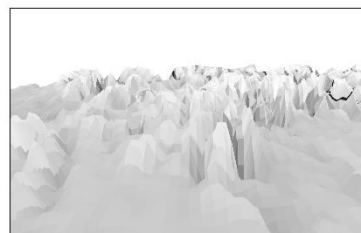
sol <sup>o</sup> posición 	Elevación	Azimet	latitudes	longitudes
21/09/2020 16:30   GMT-5	53.74°	243.49°	18.4514949° N	97.3453331° W
crepúsculo 	Sunrise	Puesta de sol	Azimet Sunrise	Azimet Puesta de sol
crepúsculo -0.833°	08:18:14	20:25:55	89.29°	270.5°
crepúsculo civil -6°	07:56:25	20:47:40	87.55°	272.22°
Náutica" crepúsculo -12°	07:31:04	21:12:59	85.48°	274.27°
El crepúsculo astronómico -18°	07:05:38	21:38:23	83.3°	276.43°
la luz del día 	hh:mm:ss	diff. dd+1	diff. dd-1	Mediodía
21/09/2020	12:07:41	-00:01:03	00:01:02	14:22:04

# MAPA DE SOMBRAS 21 DE SEPTIEMBRE 2020



## SIMBOLOGÍA

• ZONA ARQUEOLÓGICA	MUNICIPIOS
ESTADO	□ LIMITES
■ PUEBLA	ALtura
MAPA BASE	MDE ORIGINAL
ESRI Topo	■ 831
	— 2915
	MDE RECORTE
	■ 22
	■ 255



ESCALA NUMÉRICA  
1:125000

MACROLOCALIZACIÓN



COORDINATE SYSTEM: WGS84/ UTM ZONE 14  
CODIGO EPSG: 32614  
DATUM: WGS1984  
UNITS: METERS

MODELO DIGITAL DE ELEVACIÓN: SPACE SHUTTLE RADAR TOPOGRAPHY MISSION  
MODELO 3D AMPLIFICADO 2 VECES MÁS

## 2. Mapa de sombras 23 de mayo de 2020

este mapa se fundamenta en los eventos astronómicos que suceden en Chichén Itzá, pues el 23 y 24 de mayo registran en el Castillo se permite verificar que el paso cenital del sol se presenta en este sitio maya, donde los arqueólogos lo describen como “la máxima energía” y que, para las culturas prehispánicas, el paso cenital del sol era un fenómeno de mayor importancia que los equinoccios;

para las culturas prehispánicas, el paso cenital del sol era un fenómeno de mayor importancia que los equinoccios; recientes observaciones en la pirámide conocida como el Castillo han permitido verificar que este evento astronómico se presenta al amanecer en el eje de su esquina noreste y en la escalinata noreste al ocaso, los días 23 de mayo y 19 de Julio, elijo este día para representar las sombras ya que es la máxima energía del sol corresponde al paso del sol por el cenit y no a los equinoccios y los antiguos moradores de estas ciudades construyeron observatorios especiales para apreciar el paso cenital del sol misma que se cree existe en el valle de Tehuacán, otros ejemplos de esta fecha tan importante podrían ser en Monte Alban, en la pirámide edificio P, en su interior construyeron una cámara oscura para lograr el mismo efecto que en Xochicalco, una chimenea que permite la entrada de luz de manera espectacular (Montero, 2012)

hablemos de la cultura maya – tolteca

Chichén - Itza constituye el legado conjunto de dos desarrolladas civilizaciones precolombinas: la maya y la tolteca.

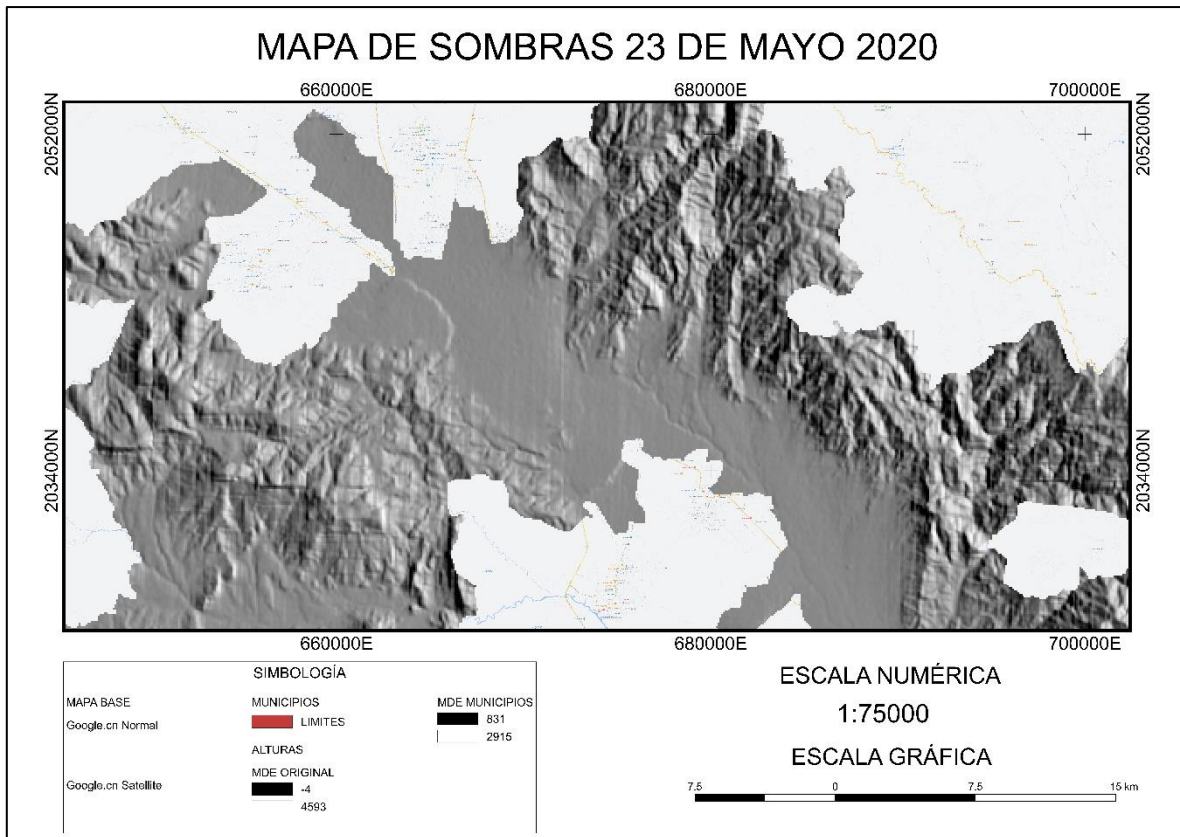
En el siglo X cuando los toltecas ocuparon Chichén - Itza y se inició una segunda época de prosperidad que duró dos siglos, tras la que comenzó la desintegración de la civilización maya.

La síntesis más completa de Chichén Itza de las culturas maya y tolteca se encuentra en tres grandes edificaciones: la pirámide escalonada llamada “ El Castillo”, principal construcción del conjunto , “El Caracol” y por último “El Templo de

los guerreros”, junto al que se encuentra el bosque de las mil columnas, se cree que el edificio conocido como el caracol, construido a finales del periodo clásico, sirvió como observatorio astronómico, y está compuesto por una torre elevada sobre plataformas de planta cuadrangular, recibe este nombre por la escalera en espiral dispuesta en el interior de la torre. En cuanto al templo de los guerreros, se trata de una pirámide escalonada de cuatro cuerpos que esta conectada con el llamado bosque o templo de las mil columnas, una plaza que servía de conexión entre los edificios del complejo.

The screenshot shows the sunearthtools.com website interface. The main content area displays a map with a location marker and a circular path. The table below provides detailed solar data for the specified date and time.

sol <sup>o</sup> posición	Elevación	Azimut	latitudes	longitudes
23/05/2020 09:18   GMT-5	31.86°	76.57°	18.4479667° N	97.3475075° W
crepusculo	Sunrise	Puesta de sol	Azimut Sunrise	Azimut Puesta de sol
crepusculo -0.833°	06:53:24	19:59:13	67.8°	292.31°
crepusculo civil -6°	06:29:42	20:22:54	65.79°	294.32°
Náutica <sup>o</sup> crepusculo -12°	06:01:40	20:50:59	63.12°	297.01°
El crepusculo astronómico -18°	05:32:54	21:19:48	59.97°	300.17°
la luz del día	hh:mm:ss	diff. dd+1	diff. dd-1	Mediodía
23/05/2020	13:05:49	00:00:33	-00:00:36	13:26:18



### 3. Mapa de sombras 21 de marzo

Este mapa al igual que los dos anteriores tiene la misma razón de ser creado solo que para este caso ocupamos el día 21 de marzo que es el paso del equinoccio que se desarrolla del 21 al 24 de marzo pues para la cultura Popoloca tiene una gran relevancia y es interesante saber cómo se proyectan las luz del sol a este lugar siendo un espectáculo de luz y sombras a medida de la ascendencia del sol y por su relación en cuanto a construcción y en cuanto a sus grandes calzadas y su corroboración de como tomaban a sus muertos

Cálculo de la posición del sol en

sunearthtools.com/dp/tools/pos\_sun.php?lang=es

Time zone: GMT-5 DST: Default

Mode: dom camino

Unidad de medida convertidor

Mapa interactivo completo

Medir en el mapa

Distancia

Conversión de Coordenadas

Calendario del Alba y del Ocaso

Fotovoltaica FAQ

Construye un reloj de sol

Traza GPS

página de usuario

18:00 | Friday 05 November 2020

Obtén PayPal para negocios

Insert this map tool in your site

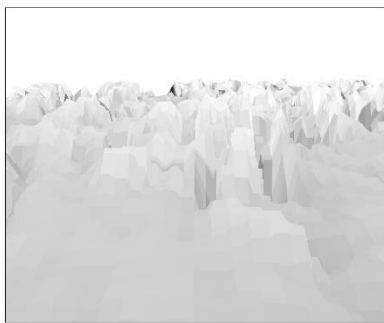
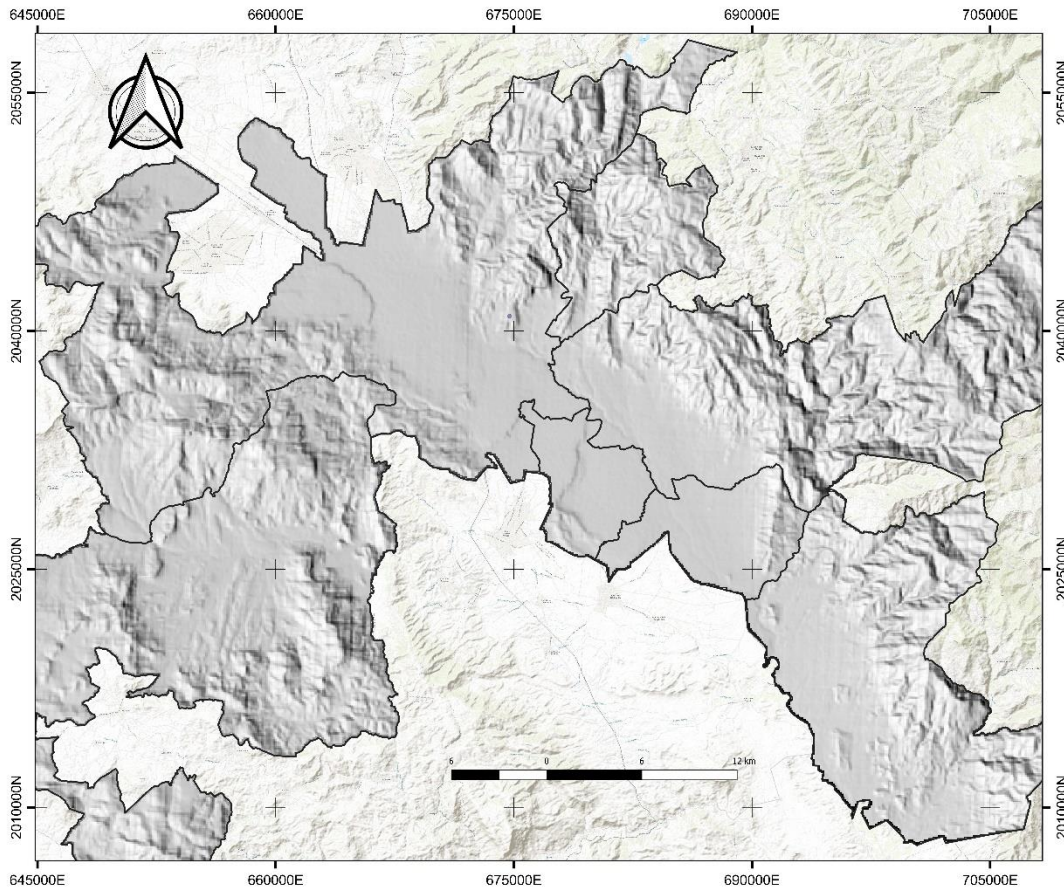
volver contenido | Datos + Map | Gráfico Polar | Gráfico Cartesiano | Tabla | Trayectoria de sol anual | sombra | download PDF

Bold line:  Transparent background:  Months path:  ejecutar

ESP 13:07  
LAA 06/11/2020

sol <sup>o</sup> posición	Elevación	Azimet	latitudes	longitudes
21/03/2020 16:30   GMT-5	56.92°	240.69°	18.4514949° N	97.3453331° W
crepúsculo	Sunrise	Puesta de sol	Azimet Sunrise	Azimet Puesta de sol
crepúsculo -0.833°	08:32:10	20:40:47	89.15°	271.06°
crepúsculo civil -6°	08:10:22	21:02:33	87.42°	272.8°
Náutica <sup>o</sup> crepúsculo -12°	07:45:02	21:27:55	85.36°	274.88°
El crepúsculo astronómico -18°	07:19:37	21:53:22	83.19°	277.07°
la luz del día	hh:mm:ss	diff. dd+1	diff. dd-1	Mediodía
21/03/2020	12:08:37	00:01:02	-00:01:04	14:36:28

# MAPA DE SOMBRAS 21 DE MARZO 2020



**ESCALA NUMÉRICA**  
1:125000

COORDINATE SYSTEM: WGS 84/ UTM ZONE 14 N  
 CODIGO EPSG: 32614  
 DATUM: WGS 1984  
 UNITS: METERS  
 MODELO DIGITAL DE ELEVACIÓN: SPACE SHUTTLE  
 RADAR TOPOGRAPHY MISSION  
 MODELO 3D AMPLIFICADO 2 VECES MÁS

## SIMBOLÓGIA

- |                     |              |
|---------------------|--------------|
| • ZONA ARQUEOLÓGICA | ALTURAS      |
| ESTADO              | MDE ORIGINAL |
| □ PUEBLA            | ■ 831        |
| MAPA BASE           | □ 2915       |
| ESRI Topo           | MDE RECORTE  |
| MUNICIPIOS          | ■ 37         |
| ■ LÍMITES           | □ 255        |



## CAPITULO VI. – ESQUEMA DE LOS TRABAJOS Y RESULTADOS DEL ESTUDIO

---

### CONCLUSIONES

Este trabajo demuestra como la tecnología usada a través de los SIG combinada con conocimientos de cartografía pueden llegar a proporcionar información que hace los conocedores del tema echen un vistazo atrás y reevalúen los conceptos y teorías que se creían de los Popolocas.

En esta tesis se intentó y se logró demostrar que los SIG son útiles siempre y cuando sean bien planteados, la prueba: un área arqueológica casi desconocida, además una ciencia de difícil adscripción e interpretación de una cultura que sigue causando misterio y más incógnitas; Las imágenes obtenidas a través de los SIG nos permite reafirmar e identificar características que solo se creían por la similitud con otros, nos ayuda a posicionar con exactitud lugares, esculturas y a conocer los alrededores en una sola imagen, como se observa en el mapa “templo mayor” y posicionamiento general como en el mapa “ zona arqueológica la mesa”

Si bien es cierto que no se pudo realizar la ubicación de cada monumento por falta de información y por las limitantes mencionadas, se puede inferir todo lo que se puede hacer con un solo ejemplo el cual nos proporciona mucha información.

Que teorías se pueden proponer con esta investigación.

Como se menciona a lo largo de la redacción de esta tesis los Popolocas, tuvieron gran influencia sobre la cultura maya, aún se desconoce porque dejaron este lugar llamado “la mesa” pero lo que puedo proponer es que al igual que los mayas ellos creían en tres lugares el cielo, la tierra y el inframundo, recordemos que el inframundo no se parece nada al infierno cristiano ya que en el infierno cristiano se concibe como un lugar que está lleno de tortura y castigo para los pecadores y lleno de fuego, el inframundo para los toltecas es un sitio de la muerte, donde se dan las almas de los difuntos, oscuro, frio y sin ventanas pero ahí están los tesoros vegetales, las semillas que proveen y además hay mitos que nos hablan del origen

de los seres humanos a partir de los huesos de los antepasados que están colocados en el inframundo, ósea el inframundo es un lugar de muerte y vida y una posible razón por la cual eligieron habitaron este lugar es porque al llegar al valle se percataron de que había todos los elementos necesarios para adorar a una deidad pero principalmente a la deidad del inframundo, en los mapas podemos encontrar agua, huesos de animales prehistóricos y cuevas los cuales hacían referencia a la entrada al inframundo, por las investigaciones que ha llevado a cabo el arqueólogo y gran investigador Guillermo de Anda en Chichén Itzá, dice que para adorar a un dios del inframundo estos tres elementos eran claves pues ellos servían para las ofrendas, esto lo podemos unir con el maíz encontrado en la cueva de Coxcatlán el cual diversas fuentes creen que llegó ahí por algún animal pero ahora podemos pensar que al encontrarse en una cueva hace referencia a la entrada del inframundo cerca de manantiales y de restos de fósiles probablemente constaba de más cosas como una ofrenda pero sin demasiada evidencia ya que los saqueadores no pasan desapercibidos.

Esta teoría se deja a “juicio abierto” para los arqueólogos, con evidencias que abren una ventana al conocimiento.

Además, me parece importante mencionar la importancia de nuestra área en el mundo de la ciencia, ya que poco se habla de ello.

La arqueóloga Noemi Castillo cita un uno de sus reportes sobre el proyecto Tehuacán Puebla “no se cuenta con una persona especializada para generar la cartografía del lugar entonces el arquitecto a cargo es la persona dedicada a realizar esta labor ...” (Tejero, 2020) por tal pongo a disposición esta tesis y al servicio de la comunidad que le sea de interés con el fin de complementar investigaciones o simplemente para tener el conocimiento inicial y una prueba de las transformaciones que va a sufrir el terreno tras la reconstrucción de la zona arqueológica porque para entender de forma integral el desarrollo de la región es necesario recurrir a las fuentes cartográficas y así ampliar el conocimiento, la mayoría de los pueblos mencionados corresponden al área que ocuparon los Popolocas y cualquier indicio

que presenten estos lugares para conocer mas de su cultura es relevante e importante.

Que conocimos con los SIG

Podemos observar cómo es tan importante y fundamental representar el terreno de forma legítima para comparar un antes y un después, para los arqueólogos es conocer y posteriormente hacer similitudes para nuevos lugares que se han descubierto con el paso de los años, solo por mencionar uno de sus usos

Que servicios se obtuvieron con la tesis desarrollada

Dentro de la asistencia de los sig. se realizan los siguientes servicios.

1. Establecer una red de referencias para el registro arqueológico
2. Registro (puede ser en 3d) de las figuras por métodos satelitales ( se adjuntas imágenes y un recorrido al final)
3. Forma de registro más inmediata

Cabe destacar que no es necesario medir todo para registrar correctamente cada elemento, esta parte puede ser seleccionada y tomar en cuenta solo lo necesario, es un modo de reducir los datos a procesar y generar modelos mucho más ligeros En la disciplina arqueológica, los sistemas de información geográfica han sido utilizados principalmente como plataformas para la integración de información espacial.

La aplicación de los SIG en arqueología ha supuesto una importante racionalización y sistematización de los criterios de representación espacial del registro arqueológico.

Sin embargo, su máximo potencial radica en la combinación de diversas herramientas y técnicas tanto de registro como de análisis espacial, cuya aplicación abarca desde la documentación de diversas herramientas y técnicas tanto de registro como de análisis espacial, cuya aplicación abarca desde la documentación del patrimonio para su puesta en valor y el análisis de distribuciones simples y los

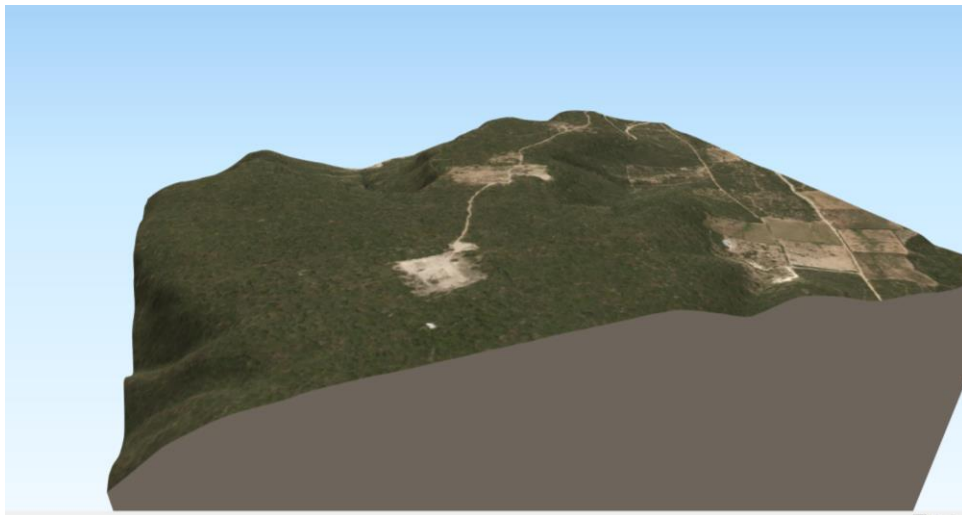
contextos espaciales arqueológicos, hasta la resolución de preguntas complejas en temas de investigación.

Esta tesis se orienta a destacar las potencialidades que ha demostrado la aplicación de los sistemas de información geográfica al tratamiento de problemas en diversos campos o actividades entre otros: medio ambiente y recursos naturales.

Al realizar esta tesis comprendí hay al menos tres ámbitos del tratamiento del registro arqueológico de superficie en los que los SIG han supuesto una importante aportación metodológica:

1. La cartografía de la evidencia arqueológica y su georreferenciación precisa
2. La combinación de datos obtenidos mediante procedimientos de observación distintos

La tesis cumple con los objetivos planteados evadiendo situaciones como limitación presencial a zonas total o parcialmente, esta herramienta puede ser tan perfecta como uno lo desee, puede ser una buena propuesta de diseño y de atracción turística.





## CAPITULO VII.- BIBLIOGRAFIAS

---

### Bibliografía

- Alaman, R. P. (30 de Noviembre de 2018). conoce Tehuacán. *Nuestro Ambiente*, 4-8. Obtenido de <https://view.publitas.com/secrete/nuestro-ambiente-30/page/4-5>
- Arturo, G. S. (1978). *Topografía básica para arqueólogos*. México: INAH.
- Castellon Huerta, B. (2002). *Cumulo de símbolos, La serpiente emplumada*. México : Arqueología Mexicana.
- Castillo Tejero, N. (2014). *Proyecto arqueológicosur del estado de Puebla, Área central Popoloca*. México D.F: Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- Diego, A. (2019). *MappingGIS*. Obtenido de <https://mappinggis.com/2019/05/combinaciones-de-bandas-en-imagenes-de-satelite-landsat-y-sentinel/>
- EOS. (2020). *OBSERVING, SYSTEM EARTH*. Obtenido de <https://eos.com/es/natural-color/>
- Espinosa, A. G. (2006). *dmdocuments- popolocas*. Obtenido de <http://www.cdi.gob.mx/dmdocuments/popolocas.pdf>
- Flores, J. A. (2020). *Los fósiles del estado de Puebla* . Tehuacan: CONCYTEP.
- Francisco Vidargas, P. F. (2019). Patrimonio de la Humanidad Cultural y Natural . En P. F. Francisco Vidargas, *Tehuacán - Cuicatlán* (pág. 68). Ciudad de México, México: Instituto Nacional de Antropología e Historia .
- García Sanjuan Leonardo, W. W. (2011). *Los SIG y el análisis espacial en arqueología*. Sur de España.
- Grullon, Y. R. (Octubre de 2018). *SEDATU*. Obtenido de mosaico del territorio mexicano del año 2000 Y 2018: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/412978/P2\\_201\\_LANDSAT\\_2000\\_2018\\_web.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/412978/P2_201_LANDSAT_2000_2018_web.pdf)
- Gutierrez, N. S. (2008). Mapa areas naturales protegidas federales de México. *SCIELO*. Obtenido de SCIELO.
- Ibera, C. (2006). *Como Cartografiamos la vegetación*. Madrid, España: Museo nacional de ciencias naturales.
- Jeffrey, M. G. (2017). *NASA*. Obtenido de Ciencia Landsat: <https://landsat.gsfc.nasa.gov/about/worldwide-reference-system>
- López Austin, A. (2002). Breve historia de la tradicion religiosa mesoamericana. (UNAM, Ed.) *Antropología e historia antigua de México 2*.

- MacNeish, I. y. (s.f.).
- Martín Paredes Flores, R. I. (2006). Estudio Etnobotánico de Zapotitlán Salinas. *SCIELO*, 13- 61.
- METEOSAT. (1991). *Atlas de imágenes de METEOSAT*. Instituto Nacional de Meteorología.
- Mexicano, S. G. (22 de Marzo de 2017). *Servicio Geológico Mexicano*. Obtenido de [https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/SIG/Introduccion-SIG.html#:~:text=Los%20datos%20SIG%20representan%20los,usos%20del%20suelo%2C%20altitudes\).&text=El%20campo%20de%20aplicaci%C3%B3n%20de,actividad%20con%20un%20componente%20espacial](https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/SIG/Introduccion-SIG.html#:~:text=Los%20datos%20SIG%20representan%20los,usos%20del%20suelo%2C%20altitudes).&text=El%20campo%20de%20aplicaci%C3%B3n%20de,actividad%20con%20un%20componente%20espacial).
- Montero, A. (23 de mayo de 2012). *Instituto Nacional de Antropología e Historia*. Obtenido de <https://www.inah.gob.mx/boletines/1760-registran-fenomeno-astronomico-en-chichen-itza>
- Nava, P. F. (2019). El surgimiento de la agricultura en el Valle de Tehuacán, Puebla. Las investigaciones de Macneish y García Cook. *Arqueología Mexicana*, núm. 155, 49- 55.
- Objetivos del área natural protegida. (2013). En M. G. Mayen, *Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlan* (pág. 18). México: SEMARNAT.
- Olaya, V. (16 de Octubre de 2014). *OSGeo Journal*. Obtenido de OSGeo: [file:///C:/Users/bics0/Desktop/TESIS/Libro\\_SIG\\_loyola.pdf](file:///C:/Users/bics0/Desktop/TESIS/Libro_SIG_loyola.pdf)
- Ortiz, A. (2018). Acércate al mundo de los dinosaurios en el Museo de la Evolución. *México desconocido*, 10-11.
- Puebla, J. G. (1997). Los Sistemas de Información Geográficos: Origen y Perspectivas. *Revista General de Información y Documentación*, Vol. 7 , 94- 97.
- Tejero, N. C. (2020). *Cartografía de sitios mencionados en fuentes históricas del área del Valle de Tehuacán, Puebla*. Xalapa, Veracruz: INAH.
- USGS. (17 de Julio de 2017). *USGS*. Obtenido de [https://www.usgs.gov/core-science-systems/nli/landsat/landsat-8?qt-science\\_support\\_page\\_related\\_con=0#qt-science\\_support\\_page\\_related\\_con](https://www.usgs.gov/core-science-systems/nli/landsat/landsat-8?qt-science_support_page_related_con=0#qt-science_support_page_related_con)
- Valenzuela, A. R. (2013). Templo dedicado a Miclantecuitli . *CC NEWS*, 16.
- View, A. (2019). Observando la Tierra con Satélites Landsat. *Geociencia del Espacio*, 5.