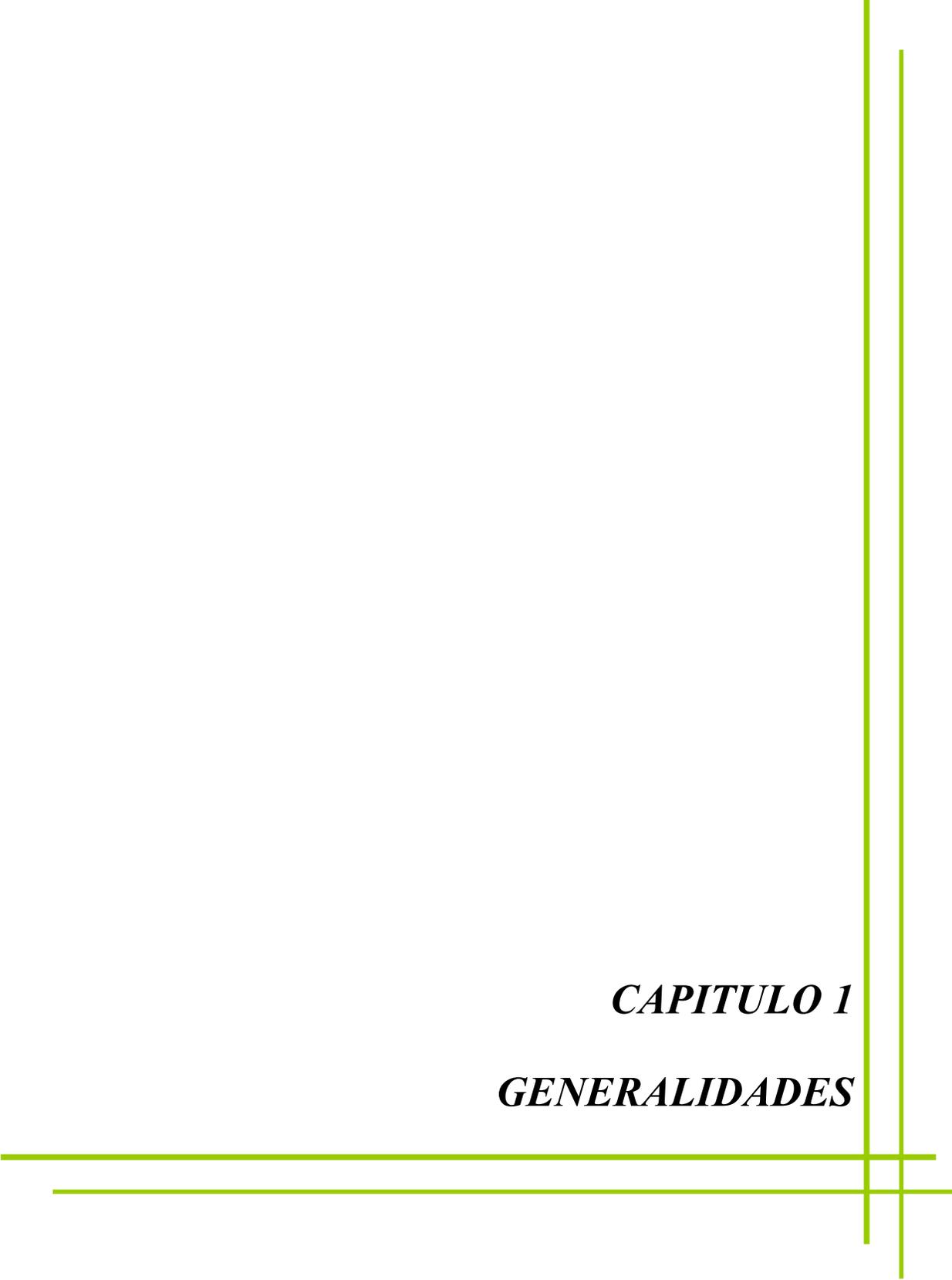


CAPITULO 1
GENERALIDADES



Este trabajo fue desarrollado con el apoyo del proyecto CONACYT 10773 “Reconstrucción paleoclimática y distribución de gimnospermas en el Jurásico de México”, el cual estuvo a cargo de la Dra. María Patricia Velazco de León, con la participación de: Ing. Javier Arellano Gil, Ing. José Luis Arcos y alumnos de Ingeniería Geológica y Biología, de la Universidad Nacional Autónoma de México.

1.1 Objetivos.

Los objetivos del presente trabajo son los siguientes:

-Describir y analizar las características litológicas y fosilíferas de la secuencia continental del Jurásico Medio localizadas en la región de Tlaxiaco, Oaxaca.

-Establecer la caracterización estratigráfica de la unidad del Jurásico Medio por medio de una columna geológica representativa.

-Elaborar el mapa geológico y una sección geológica representativa del área de estudio.

-Interpretar y elaborar un modelo conceptual del paleoambiente o paleoambientes del Jurásico Medio en el área de estudio.

1.2 Método de trabajo.

La metodología llevada a cabo para cumplir con los objetivos de este trabajo son:

1.2.1 Investigación bibliográfica.

En este punto se realizó una recolección de datos, documentos, escritos y mapas referidos a la geología de la región de Tlaxiaco, Oaxaca. Se recopilaron diferentes trabajos previos, entre ellos textos y artículos de diferentes publicaciones, además de la consulta de algunas tesis de licenciatura y posgrado. Los principales autores y sus publicaciones usadas en la elaboración de este documento se mencionan en el apartado 1.8 de este capítulo, en el que se realiza una síntesis de la información publicada.

1.2.2 Material cartográfico.

Para delimitar la zona de estudio se utilizó la carta geológico-minera de Tlaxiaco realizada por el Servicio Geológico Mexicano (SGM, 2000), y la carta topográfica elaborada por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI),

ambas con clave E14-D34 y con escala 1:50,000; se utilizaron también las imágenes digitales de Google Earth disponibles en Internet. Se tomo en cuenta las zonas donde están delimitadas unidades jurásicas, con el fin de que se pudiera medir una columna estratigráfica representativa del área de estudio.

1.2.3 Trabajo de campo.

El trabajo de campo fue realizado después de delimitar la zona de estudio, en los márgenes del río Numí y en los cortes de los caminos de terracería próximos al mencionado río; en los cual se encontraron áreas importantes con buenos afloramientos para recolectar los diferentes tipos de datos. Este trabajo de campo se realizó en 3 salidas de un día cada una. La información más importante que se obtuvo es la siguiente:

- Descripción de los afloramientos (Figura 1.1), encontrándose en buenas condiciones en la región estudiada; se describieron las características de las unidades litológicas observadas, como son: tipo de litología, composición mineralógica, color al fresco e intemperismo, estructuras sedimentarias primarias y secundarias, y el contenido fósil.



Fig. 1.1 Descripción de afloramientos en el río Numí.

- Obtención y descripción de muestras de mano orientadas, para su posterior estudio con base en láminas delgadas.

- Obtención de datos estructurales tanto de pliegues como fallas y fracturas, para su posterior interpretación.
- Descripción y tipos de estructuras sedimentarias observadas en los estratos.
- Obtención de muestras fósiles, para su posterior descripción y clasificación realizada por la Dra. María Patricia Velazco de León y sus alumnos de la carrera de biología participantes en el proyecto CONACYT 10773.
- Medición de una columna estratigráfica de la secuencia del Jurásico Medio, la cual se realizó usando cinta métrica, brújula tipo Brunton y báculo de Jacob; esta columna fue medida y descrita sobre el margen del río Numí y en el camino de terracería que bordea su margen izquierda, en donde se encuentran mejor expuestas las unidades y se tomó como base el Complejo Acatlán y como límite superior la Formación Simón. El báculo de Jacob es una herramienta elaborada con madera, que sirve como patrón de comparación para medir la secuencia en intervalos de 1.5 m., esta herramienta consiste de dos cintas o segmentos de madera de distinta longitud unidos perpendicularmente en forma de letra T o L, el segmento o cinta de mayor longitud es de 1.5 m, mientras que el otro segmento puede tener una longitud variable, en el punto de intersección entre los dos segmentos se tiene un sistema para medir la inclinación del segmento con respecto a la horizontal, lo que corresponde con el echado del plano de estratificación. Para medir una columna estratigráfica empleando el báculo de Jacob se requiere de conocer los datos estructurales de los estratos a medir, ya que la medición se realiza colocando el báculo perpendicularmente a la superficie de estratificación (perpendicularmente al rumbo de las capas) y se inclina el segmento corto hasta que sea paralelo a la línea de máxima pendiente (echado de los estratos); posteriormente el observador deberá identificar un punto en el afloramiento trazando una visual imaginaria desde la punta del segmento corto hasta el nivel estratigráfico correspondiente. Esta operación se repite desde la base hasta la cima de la unidad a medir (Figura 1.2).



Figura 1.2. Medición de la columna estratigráfica utilizando el Báculo de Jacob, en el río Numí

1.2.4 Trabajo de gabinete

Después de haber obtenido los datos a partir del trabajo en campo, descritos en el apartado anterior, se procedió al trabajo de gabinete, haciendo uso de esa información para la obtención de resultados y su posterior interpretación. Este trabajo consistió en:

- Elaboración del mapa geológico. Para su realización nos basamos en la carta geológica del Servicio Geológico Mexicano, con clave E14-D34 y el estudio de afloramientos y contactos en el campo dentro del área de estudio.
- Elaboración de las columnas estratigráficas. Al momento de la medición de la columna estratigráfica se fue dibujando en papel milimétrico una columna con la simbología adecuada para posteriormente realizar un mejor diseño utilizando un programa de dibujo en la computadora. Se utilizó el programa de computo AUTOCAD 2010 y se editó en CorelDraw 2009.
- Análisis y clasificación de las litologías por medio de láminas delgadas. Se identificaron las texturas, los minerales y su porcentaje contenido en cada muestra, además de la redondez y tamaño de los clastos, el porcentaje de matriz contenida, la relación entre los clastos y la fábrica. Las muestras se caracterizaron de acuerdo a la clasificación de Dott (1964) modificada por Pettijhon (1974).

- Interpretación del paleoambiente sedimentario, se elaboró un modelo tomando como base a las facies encontradas a partir del análisis litológico de las unidades medidas en la columna estratigráfica.

1.3 Ubicación.

El área de estudio se localiza en el municipio de Tlaxiaco, el cual se encuentra en el noroeste del Estado de Oaxaca, aproximadamente a 180 km de la Capital del Estado. Las coordenadas geográficas del municipio son $17^{\circ} 16'$ latitud norte y $97^{\circ} 41'$ longitud oeste, con una altitud promedio de 2,040 metros sobre el nivel del mar (Fig. 1.3 y Fig.1.4). La zona de estudio se encuentra entre las coordenadas UTM 627000-641500 mE y 1908000-1920000 mN.

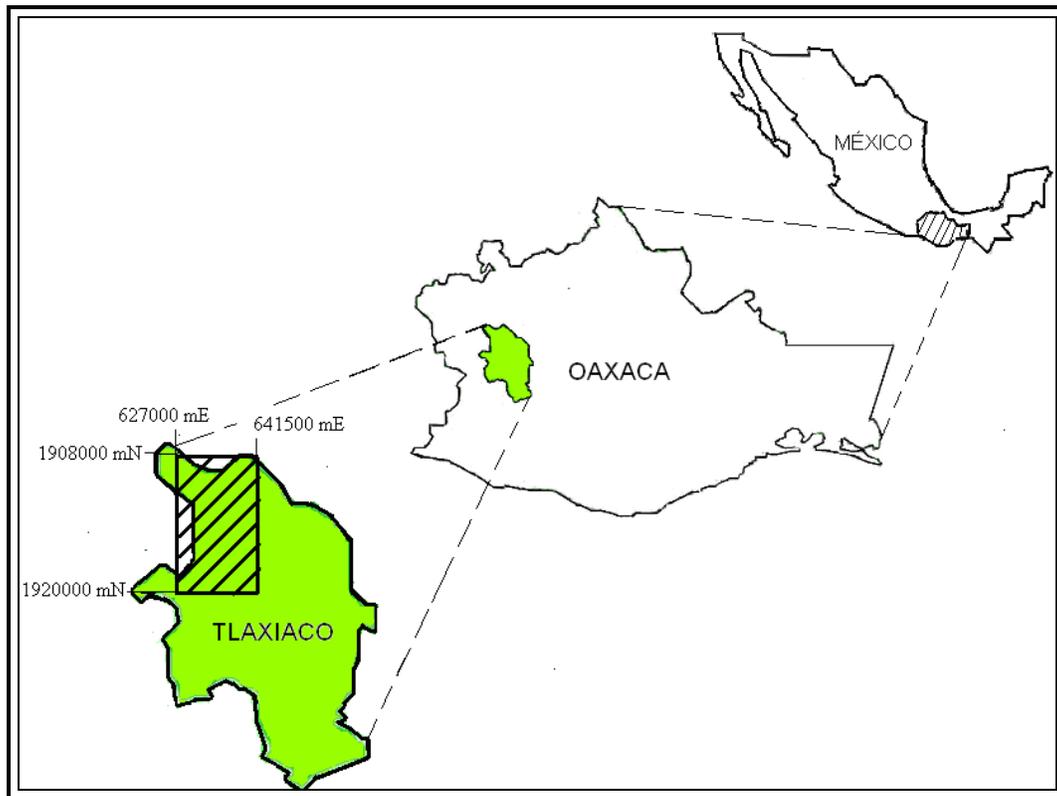


Fig.1.3 Localización del área de estudio.

El municipio de Tlaxiaco se ubica en la región conocida como Mixteca Alta, comprendiendo el territorio las siguientes poblaciones: Santa María, San Isidro, San Pedro, Llano Grande, Juan Escutia, Plan de Guadalupe, Agua Zarca, San Miguel del Progreso, San Felipe Tindaco y Joya Grande.

El municipio limita al norte con los municipios de San Juan Mixtepec, Santiago Nundiche, Santa María del Rosario y Santa Catarina Tayata; al sur con lo municipios de San Antonio Sinacahua, San Miguel El Grande, San Esteban Atatlahuaca y Santo Tomás Ocotepec; al oeste con Putla Villa de Guerrero, San Martín Itunyoso y San Juan Mixtepec; y al este con San Cristóbal Amoltepec, Magdalena Peñasco y San Antonio Sinicahua.



Fig. 1.4 Área de estudio cuyos limites están en el recuadro blanco, en cuyos vértices se indican en coordenadas UTM. Tomada de Google Earth (2011).

1.4 Vías de comunicación

Se tienen diferentes rutas de acceso al municipio de Tlaxiaco, aunque el acceso principal es sobre la carretera federal 190 que comunica a Huajuapán de León con la capital del Estado de Oaxaca, al llegar al km 61.4 de esta carretera, después de pasar los municipios de Huajuapán de León y Tamazulapán, se tiene una desviación al sur, la cual corresponde a la carretera federal 125, en el km 56 de ésta se encuentra dicho municipio (Fig. 1.5).

Otra ruta de acceso se tiene por el municipio de Huajuapán de León, por una desviación que pasa por los poblados de Tezoatlán y Mixtepec antes de llegar al municipio de Tlaxiaco.

Una ruta más de acceso al área de estudio se tiene desde la carretera federal 150 México-Veracruz, después se toma la desviación a la carretera federal 135 (Tehuacán-Oaxaca) hasta antes de llegar al municipio de Nochixtlán, donde se entronca con la carretera federal 190 rumbo al municipio de Huajuapán de León; por lo que, se llega a la desviación de la carretera federal 125 pasando por el poblado de San Juan Teposcolula, antes de arribar al municipio de Tlaxiaco.

Finalmente desde el poblado de Tlaxiaco, se toma el camino de terracería que conecta a los poblados de Santiago Nundiche y Guadalupe Mirasol, hasta llegar a un puente que cruza con el río Numí. En los cortes de la terracería y en el mencionado río es donde se localizan los mejores afloramientos del área de estudio, estos se encuentran a aproximadamente 9 kilómetros al noreste del municipio de Tlaxiaco.

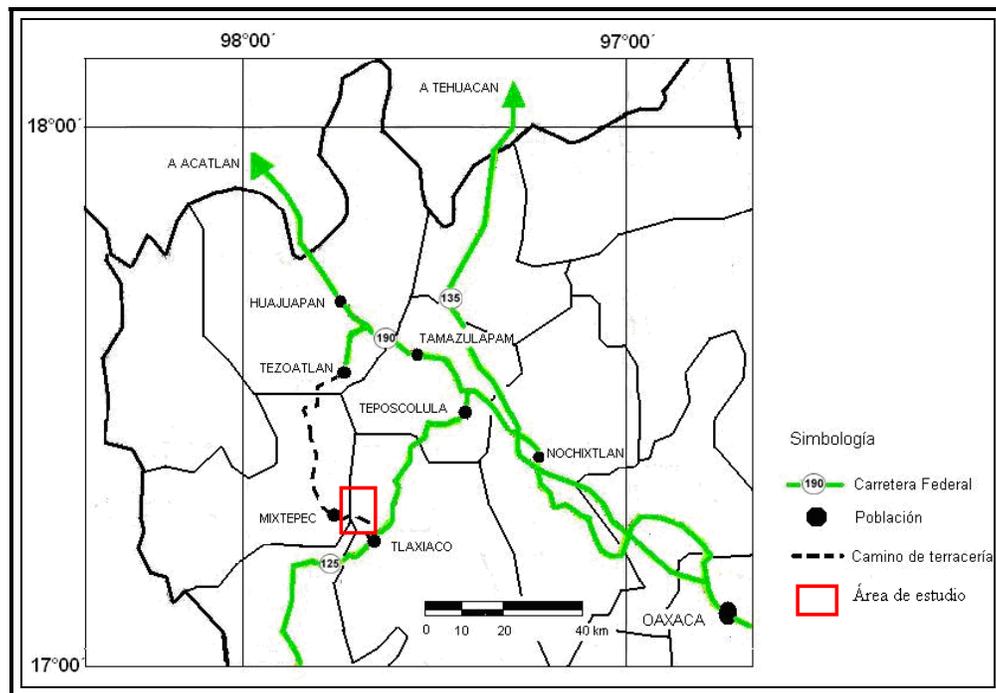


Fig. 1.5 Vías de comunicación.

1.5 Orografía

La zona de estudio se encuentra dentro de la provincia fisiográfica de la Sierra Madre del Sur (Fig. 1.6), dicha provincia limita al norte con el Eje Neovolcánico, al oeste con el Océano Pacífico, al oriente con la Llanura Costera del Golfo Sur y al sur con la Sierra de Chiapas; comprende los estados de Jalisco, Colima, Michoacán, México, Morelos, Puebla, Guerrero, Veracruz y Oaxaca. Guarda una relación importante con la

placa de Cocos que se manifiesta con una fuerte sismicidad en la zona, se presentan extensos terrenos irregulares con climas semisecos y semifríos y zonas montañosas húmedas (INEGI, 2010).

Esta provincia fisiográfica dentro del territorio oaxaqueño se divide en dos subprovincias: Sierras Plegadas del Noreste y Tierras Altas de Oaxaca (INEGI, 1989). Se caracteriza por cadenas montañosas que están disectadas por profundos cañones fluviales, siendo importantes por los intensos procesos erosivos y la formación de lomeríos, planillanuras, planicies y ambientes sedimentarios deltaicos y litorales (Instituto de Ecología, 2010).

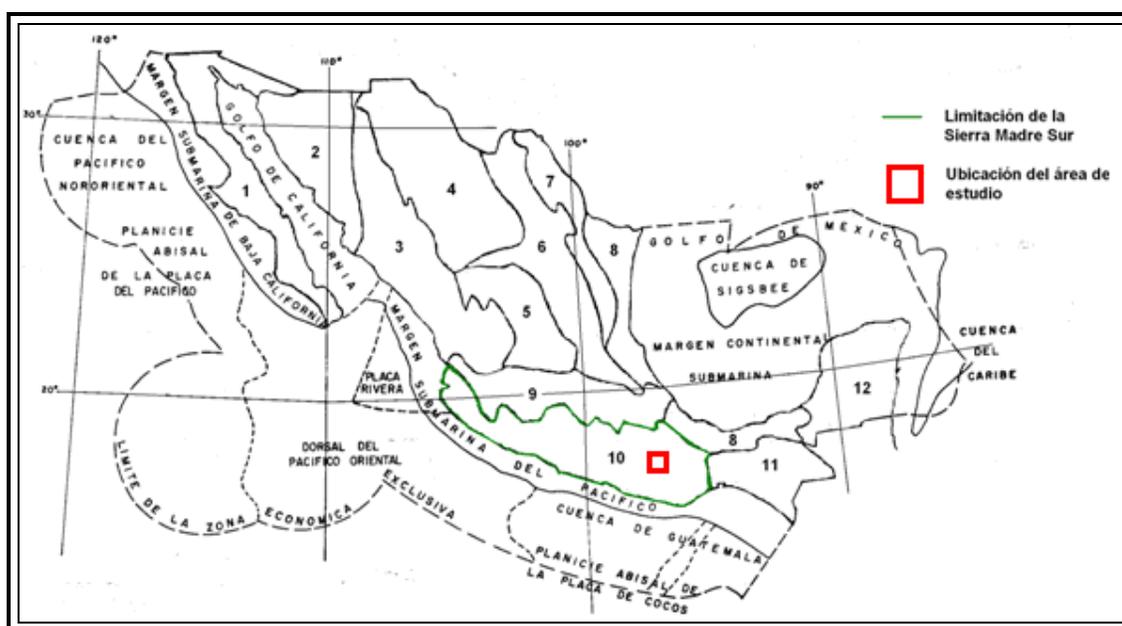


Fig.1.6 Provincias fisiográficas de México 1.Baja California, 2.Sonora, 3.Sierra Madre Occidental, 4.Sierras y Valles, 5.Mesa Central, 6.Sierra Madre Oriental, 7.Planicie de Norteamérica, 8. Planicie Costera, 9.Sistema Neovolcánico Transmexicano, 10.Sierra Madre Sur, 11. Chiapas, 12.Plataforma de Yucatán (tomada de Moran Zenteno, 1982).

De manera particular, el municipio de Tlaxiaco está ubicado en un pequeño valle rodeado por un sistema montañoso (Sierra Mixteca), presentándose dos elevaciones importantes, el Cerro Negro y el Cerro Yucunino, con una altitud de 2875 metros sobre el nivel del mar; además de otras elevaciones menores entre ellas el cerro del Tambor, del Coyote, el Jabalí, y otros.

Carrasco (1981), dividió la zona en dos unidades fisiográficas informales:

-Zona de las montañas escarpadas: son sierras que constituyen la parte occidental, donde afloran rocas metamórficas.

-Zona montañosa compuesta: se trata de una serie de lomeríos, mesas y cerros abruptos formando la parte central y oriente, se presentan secuencias sedimentarias, derrames andesíticos y rocas piroclásticas.

En el área de estudio, en la parte occidental, aflora el Complejo Acatlán, como lomeríos con pendientes entre 9° y 33° , aunque con un promedio de 26° , con elevaciones de hasta los 2420 m; destacan Cerro Tres Cruces, Loma de Tibia y Cerro el Yucutioco. Las elevaciones están separadas por cañadas y barrancas (Fig. 1.7).



Figura 1.7. Relieve del área de estudio.

En la parte central se presentan las secuencias continentales jurásicas y la unidad del Cretácico. Las secuencias jurásicas presentan elevaciones hasta los 2220 m.s.n.m., representadas por lomeríos con pendientes entre los 11° y 18° , y por cañadas y barrancas, destacando la formada por el río Numí. La unidad cretácica presenta pendientes menores a 9° , con un relieve más suave y menos abrupto que en las demás unidades.

En la parte oriental afloran las unidades volcano-sedimentarias y volcánicas del Cenozoico. Presenta elevaciones de hasta los 2600 m, destacando el Cerro del Tambor; esta parte esta representada por lomeríos y cañadas; las elevaciones tienen pendientes entre los 5° y 33° .

En general el área de estudio se encuentra conformada por lomeríos con cotas de hasta 2600 m.s.n.m., junto con cañadas y barrancas; con pendientes desde 5 ° hasta 33 ° (Fig. 1.8).



Figura 1.8. Modelo digital del relieve del área de estudio. Tomado de Google Earth (2011).

1.6 Hidrografía

Las corrientes de agua superficiales que circulan en la zona son parte de la Cuenca Hidrológica del Balsas, esta cuenca está presente en los estados de Jalisco, Michoacán, Guerrero, México, Morelos, Tlaxcala, Puebla y Oaxaca (Fig. 1.9).

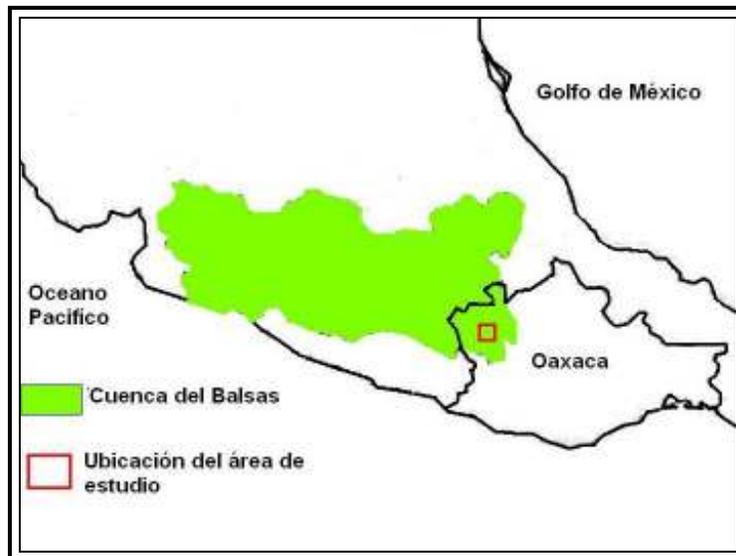


Fig 1.9 Ubicación de la Cuenca del Balsas (Modificada a partir de INE 2011).

La Cuenca presenta unos 800 km de largo por 150-200 kilómetros de ancho en promedio, su superficie hidrológica es de aproximadamente 117,406 km², que se subdivide en tres regiones, Alto Balsas, Medio Balsas y Bajo Balsas. Fue originada como un producto del levantamiento orogénico laramídico, posteriormente modificado por una fase de deformación por extensión y por cizalla.

El río más importante que recorre la zona de estudio es el Numí, que al juntarse con el Río Juxtlahuaca forman el río Mixteco; también se presentan varios arroyos entre ellos el Yuticuani, el Allende, entre otros.

Existen dos tipos de drenaje según sea la unidad fisiográfica informal, rectangular y dendrítica en la zona de las montañas escarpadas, y dendrítico en la zona montañosa compuesta (Carrasco, 1981).

El río principal en la zona es el Numí, seguido por los ríos San Juan y Yutecano que contribuyen con importantes volúmenes de agua en temporada de lluvia. A su vez el río Numí confluye con el Mixteco, ubicado también dentro del área de estudio. El río Mixteco forma parte del río Balsas, desembocando éste finalmente en el Océano Pacífico. En el Complejo Acatlán se presenta un drenaje de tipo dendrítico, al igual que en las unidades jurásicas, aunque en el contacto entre ellas se tiene un drenaje de tipo subparalelo. En la unidad correspondiente al Cretácico se tiene un drenaje de tipo anular, y finalmente en las secuencias del Cenozoico se presenta un drenaje de tipo dendrítico. Los arroyos alrededor del río Numí presentan flujos estacionarios, solo fluyen en épocas de lluvia.

1.7 Clima y vegetación.

En el municipio de Tlaxiaco se tiene un clima templado subhúmedo, con una estación de lluvias en el verano; la temperatura presenta un promedio de 18 °C, aunque en invierno pueden presentarse heladas y la temperatura es menor a los 0 °C. La precipitación anual promedio es de 1130 mm, con una vegetación característica de bosques de coníferas, la cual comprende pinos y encinos (Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal, Gobierno del Estado de Oaxaca, 2009).

En el área de estudio se presenta vegetación típica de un bosque mixto, conformado por pinos y encinos.

1.8 Antecedentes (trabajos previos).

Se tienen varios trabajos geológicos con diferentes enfoques que tratan sobre las unidades jurásicas, cretácicas y cenozoicas realizados en el área de Tlaxiaco o zonas cercanas, los que hacen las aportaciones más revelantes son:

Alencaster, G., 1963. “Pelecípodos del Jurásico Medio del noroeste de Oaxaca y noreste de Guerrero”, en este trabajo se menciona la fauna fósil encontrada en el grupo Tecocoyunca, describiendo también a los pelecípodos del Jurásico Medio.

Buitrón, 1970. “Equinoideos del Jurásico Superior y del Cretácico Inferior de Tlaxiaco, Oaxaca”, en dicho trabajo se comprende el estudio de nueve especies de equinoideos con procedencia de la región de Tlaxiaco y con edades del Oxfordiano al Neocomiano.

Carrasco-Ramírez, 1981. “Geología jurásica del área de Tlaxiaco, Mixteca Alta, Oaxaca”, en este trabajo se describen las características de las formaciones jurásicas tales como su origen, litología, espesor y sus relaciones estratigráficas.

López Ramos, 1983. “Geología de México”, tomo III, menciona y describe las características de las unidades ubicadas en la cuenca de Tlaxiaco, en si a la zona entre los municipios de Tlaxiaco y Mixtepec, Oaxaca.

Móran Zenteno, 1987. “Paleogeografía y Paleomagnetismo precenozoicos del Terreno Mixteco”, menciona los problemas de la interpretación en base al registro estratigráfico del Terreno Mixteco, además de la evolución de dicho terreno y sus características tectónicas.

Morán Zenteno *et al*, 1988. “Paleomagnetismo de rocas jurásicas del norte de Oaxaca y sus implicaciones tectónicas”. A partir de los resultados paleomagnéticos que obtuvo de las formaciones jurásicas Yucuñiti y Caliza con Cidarís, describe las relaciones estratigráficas y tectónicas e interpreta la historia geológica del Terreno Mixteco.

Moran-Zenteno, 1993. “Jurassic-Cretaceous paleogeographic evolution of the northern Mixteca terrane, southern Mexico”, en este trabajo se explica la evolución

paleogeográfica del área que comprende el Terreno Mixteca; también habla de las distintas condiciones de sedimentación a lo largo del tiempo y los efectos de la tectónica en el área.

Galina Hidalgo, 1996. “Geocronología y paleomagnetismo de rocas intrusivas y volcánicas del área de Huajuapán de León, Oaxaca”, analiza y determina las edades de los cuerpos ígneos de la zona norte de Oaxaca.

Cantu-Chapa, 1998. “Las transgresiones jurásicas en México”, se documenta por medio de evidencias de amonites del Jurásico Medio-Superior la tendencia transgresiva del Océano Pacífico al Atlántico. Se tienen evidencias estratigráficas del Bajociano en Oaxaca, corresponde con la Formación Taberna; reporta la presencia de amonitas del género *Stephanoceras*.

Carrasco Ramírez, 2003. “Los ammonites del Caloviano de la región Mixteca, Oaxaca, México”, en este trabajo se estudian principalmente las rocas del Calloviano y se describe una variedad de ammonites que no se habían reportado en México. Las correlaciones llevan al autor a correlacionarlos con los encontrados en el Caloviano medio de Europa

Jiménez Rentería, 2004. “Estudio palinoestratigráfico de los grupos Consuelo y Tecocoyunca (Triásico-Jurásico) en la Barranca Rosario Nuevo, región de Tezoatlán, al noroeste del estado de Oaxaca”, analiza las formaciones del Grupo Tecocoyunca, incluyendo en este al Conglomerado Cualac, además de denominarlo como Formación Cuarcita Cualac.

Caballero Miranda Cecilia Irene, 1990. “Geología y anisotropía magnética del Jurásico continental del área Huajuapán de León-Petlalingo, Estados de Oaxaca y Puebla”, describe y menciona a las secuencias continentales del Jurásico Medio, particularmente describe las características de las formaciones Caliza con *Cidaris* y Teposcolula.