



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

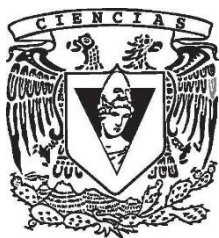
**REVISIÓN TECTONOESTRATIGRÁFICA DE LA
FORMACIÓN COSOLTEPEC (*SENSU LATO*) Y
UNIDADES ANÁLOGAS EN EL COMPLEJO
ACATLÁN, SUR DE MÉXICO**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
LICENCIADA EN CIENCIAS DE LA TIERRA**

P R E S E N T A :

YESSICA GONZÁLEZ IXTA



DIRECTOR DE TESIS:

DOCTOR FERNANDO ORTEGA GUTIÉRREZ

Ciudad Universitaria, Ciudad de México, 2022



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradecimientos

A todos los que estuvieron conmigo durante este largo y pareciera infinito proceso de escribir la tesis.

Quiero comenzar por agradecer puntualmente a la persona que más me apoyó para hacer posible este escrito, a mi sinodal, casi tutora, profesora, colega y amiga, la Mtra. María del Mar Almazán López. Estoy eternamente agradecida por cómo me llevaste de la mano en este proceso con tanta paciencia y ternura. Me diste este inicio al verdadero mundo de la academia, me escuchaste en momentos bien difíciles, ofreciste consejos super valiosos, ayudaste a que tuviera mi primer trabajo formal, me llevaste a campo y a socializar con un montón de personas nuevas. Te admiro un montón. Guardo en mi corazón todas esas comiditas y bebidas que tuvimos mientras reíamos y echábamos el chisme, especialmente las que me invitaste. Pero, sobre todo, te agradezco tanto y valoro el sacrificio que hiciste para cumplir tu palabra y que yo pudiera recibir el apoyo económico de la beca, qué más quisiera darte yo todo el crédito que te mereces por toda la chamba que hiciste y la retroalimentación que aportaste a mi escrito. TQM Marcita.

Agradezco al Dr. Fernando Ortega Gutiérrez por aceptar ser mi tutor, que al igual que mis sinodales, la Dra. Vanessa Colás Ginés, el Mtro. Guillermo Ortiz Joya y la Dra. Mildred Zepeda Martínez me ofrecieron su tiempo, experiencia, consejos y observaciones para enriquecer el contenido este escrito.

Quiero agradecer a todos mis amigos y compañeros terrólogos, que estuvieron conmigo en las clases mientras nos quejábamos, platicábamos, comíamos y fiestábamos. Especialmente quiero agradecer a Elena, Viole, Alo, Brito, Lazcano, Paquito, Sofí Erandi, Calzadilla, Luisa, Victoria, Carlo, Angélica, Lalo, Alexis y Chassin, su compañía definitivamente hizo más ameno mi tiempo en la carrera. Mención honorífica a Adriana, el Patricio de mi Bob Esponja, siempre el dúo dinámico, aguantando mis dramas y echándome la mano.

También agradezco a Isra, Javi, Isaac y Abel por su paciencia en campo, el apoyo durante la tesis y su amistad tan chida.

A Karina y a Celia por ser las mejores amigas del mundo mundial. Tantos años de amistad tan bonita, han estado para mi en los momentos más difíciles, pero también en los mejores, siempre son mi refugio, las que se alegran con mis logros, me regañan cuando deben y siempre están a la orden para el desorden. Que placer es compartir la vida con ustedes a mi lado.

A mis primos Aldo, Beto, Jaque, Manuel y Toño por todo el bullying y las pláticas sobre sufrimiento en nuestro proceso a ser adultos poco funcionales. A mi tía Julia y Alberto por extendernos esa mano de ayuda y recibirnos en su casa de una manera tan bonita. A mis familiares y parientes, principalmente a mis tíos, Raquel, Isa, David, Rami, Lucy y a mis primos Trini, Luis, Laura, Rami, Pepe, Jaime, Beto, Juan Luis por el cariño y siempre estar ahí para mí.

A mi familia. Le agradezco a mi papá por siempre darme todo lo que necesitaba para conseguir llegar a ser la mujer estudiada que soy hoy y decirme que nunca dejara mis errores sin resolver, definitivamente la educación es lo mejor que me pudiste dejar. A mi tía Alicia por lo mucho que me apoya todos los días con tanto cariño y dedicación.

Y a las personas más importantes en mi vida, mi mamá y Vianey. Siempre digo que lo mejor que me pudo haber pasado es tener la suerte de estar con ustedes, por ustedes estoy aquí y soy quien soy, les debo todo, esto no se hubiera hecho sin ustedes. No hay palabras para expresar todo lo que significan para mí, las amo demasiado.

Investigación realizada gracias al Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT) de la UNAM (IN107320). Agradezco a la DGAPA-UNAM la beca recibida.

“Que tengas suertecita, que te conceda la vida, cada día, lo que mereces”
- Bunbury (2004)

Índice

Resumen.....	1
Abstract.....	2
Lista de tablas.....	3
Lista de figuras.....	3
1. Introducción.....	5
1.1. Antecedentes Generales.....	5
2. Marco Teórico	6
2.1. El Ciclo de Wilson.....	6
2.2. Cuencas Sedimentarias Asociadas a Ambientes Tectónicos Convergentes y Divergentes.....	8
2.2.1. Cuenca de Antearco.....	9
2.2.1.1. Prisma de Acreción.....	9
2.2.2. <i>Rift</i>	11
2.2.3. Margen Pasivo.....	12
2.2.3.1. Elevación Continental.....	13
3. Marco Geológico.....	14
3.1 Complejo Acatlán.....	14
3.2 Eventos Tectonotérmicos Registrados.....	16
3.3 Origen y Evolución del Complejo Acatlán: Propuestas Históricas.....	17
4. Hipótesis.....	19
5. Justificación y Objetivos.....	19
6. Metodología.....	20
6.1. Análisis Bibliográfico	20
6.2. Análisis de Datos de Geoquímica	20
6.3. Análisis de Datos Geocronológicos	21
7. Resultados.....	22
7.1. La Formación Cosoltepec	22
7.2. Geología.....	23
7.3. Geología Estructural.....	25
8. Unidades Metasedimentarias Posiblemente Análogas a la Formación Cosoltepec s.s.....	26
9. Datos Geoquímicos.....	32

9.1. Geoquímica de Rocas Máficas.....	32
9.2. Geoquímica de Rocas Metapelíticas y Metapsamíticas.....	41
10. Datos Geocronológicos.....	45
10.1. Geocronología U/Pb.....	45
10.2. Geocronología ⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar.....	50
10.3 Geocronología Sm/Nd.....	51
11. Discusión.....	52
11.1. ¿En Qué Contexto Tectonosedimentario y Cronológico Pudo Haberse Depositado la Formación Cosoltepec y las Unidades Análogas?	52
11.2. Comparación Entre Posibles Unidades Análogas a la Formación Cosoltepec s.s.....	57
12. Conclusiones.....	58
13. Referencias.....	60
14. Anexos.....	66
14.1 Recopilación de Datos de Análisis Geoquímicos de Roca Total....	66
14.2. Recopilación de Datos de Análisis con el Método Isotópico U/Pb..	77
14.3. Recopilación de Datos de Análisis con el Método Isotópico Ar/Ar..	117
14.4. Recopilación de Datos de Análisis con el Método Isotópico Sm/Nd.	121

Resumen

La Formación Cosoltepec *sensu stricto* (s.s.), es una unidad de bajo grado metamórfico cuya superficie abarca entre el 70 y 90% del Complejo Acatlán, sur de México. Se compone principalmente de filitas, metapsamitas y cuarcitas, así como de escasos basaltos almohadillados y diques de diabasa asociados. Esta tesis se enfoca en la revisión, organización y análisis de la información disponible sobre esta Formación, así como para las unidades metasedimentarias análogas que se han reportado en múltiples ubicaciones dentro del Complejo Acatlán, con la finalidad de proponer un ambiente tectónico y edades de cristalización y/o depósito común o diverso para todas ellas.

En función del contenido en TiO_2 , las rocas metabasálticas de la Formación Cosoltepec s.s. (Keppie et al., 2007; Ramírez-Espinosa, 2001) y de las Unidades Coatlico (Grodzicki et al., 2008), Progreso (Ortega-Obregón et al., 2010a), Zumpango (Ortega-Obregón et al., 2010a) y Amarillo (Kirsch et al., 2014), se dividen en dos grupos principales: el Grupo 1, de basaltos subalcalinos empobrecidos en TiO_2 y el Grupo 2, de basaltos alcalinos ricos en TiO_2 . Los basaltos del Grupo 1 tienen una firma de tierras raras tipo MORB, que, según los diagramas multielementales spider, en conjunto con la reinterpretación de los datos geoquímicos, permite asociar dichas rocas a un ambiente de cristalización tipo *rift*. Por otro lado, los basaltos toleíticos del Grupo 2, tienen una firma en tierras raras típica de OIB, por lo que se consideran como un pulso magmático independiente, posiblemente producto de una pluma mantélica.

La geoquímica de SiO_2 vs K_2O/Na_2O en un diagrama de afinidad tectónica de las rocas metasedimentarias de la Formación Cosoltepec s.s. y las Unidades La Huerta, Las Minas, Salada (Dostal et al., 2009), Progreso, Zumpango (Ortega-Obregón et al., 2010a) y Amarillo (Kirsch et al., 2014), muestra que, las rocas se formaron en un margen continental pasivo (MP) y cuencas asociadas a la expansión del piso oceánico. Por lo que el régimen tectónico asociado a la Formación Cosoltepec *sensu lato* (s.l.), que incluye a las unidades metasedimentarias posiblemente análogas, sería de margen continental pasivo asociado a la expansión del fondo oceánico.

Así mismo, las edades isotópicas U/Pb, Ar/Ar y Sm/Nd, proporcionan información acerca de la evolución tectónica de esta cuenca oceánica y la edad de residencia cortical de las rocas. Se identificaron tres periodos importantes de edad máxima de depósito para las rocas metasedimentarias: en el Proterozoico el más antiguo, seguido de un segundo periodo entre el Cámbrico-Devónico y un tercer evento en el Carbonífero. La variación en las edades máximas de depósito se asoció a cambios en la dirección del agente de depósito y/o a cambios en la procedencia del material continental, mientras que las edades U/Pb en circones detríticos indican que el inicio del magmatismo, asociado a la apertura de la cuenca, tuvo lugar en el Ordovícico temprano. Además, las edades de Ar/Ar obtenidos en hornblenda y moscovita reportadas en anfibolitas y micaesquistos, respectivamente, mostraron relación con la formación de las estructuras que evidencian los diferentes eventos metamórficos que afectaron a la Formación Cosoltepec s.l.

Finalmente, se concluyó que la Formación Cosoltepec s.s. comparte características estructurales, litológicas, petrológicas y geoquímicas equivalentes con las Unidades El Rodeo, Canoas, Amate, La Huerta, Las Minas, Las Calaveras, El Epazote, Progreso, Salada, Coatlico, Amarillo, Naranjo y Zumpango. Dado lo anterior, se propone considerar todas estas Unidades como una sola Formación estratigráfica, o bien dos Formaciones vulcanometasedimentarias. Tomando en cuenta las variaciones en la geocronología y relaciones estratigráficas, el reagrupamiento otorgaría una nueva clasificación correspondiente a la categoría de Grupo o *Suite*.

Abstract

The Cosoltepec Formation *sensu stricto* (s.s.), is a low-grade metamorphic unit that covers between 70 to 90% of the Acatlán Complex, in southern Mexico. It is mainly composed of phyllites, metapsamites and quartzites, as well as scarce pillow basalts. This thesis is focused on the review, organization and analysis of the available documentation on this Formation, as well as for the analogous metasedimentary units that have been reported in multiple locations within the Acatlán Complex, with the finality of suggesting a common or diverse tectonic environment and ages of crystallization and/or deposition for them all.

Based on TiO_2 concentrations, the metabasaltic rocks of the Cosoltepec Formation s.s. (Keppie et al., 2007; Ramírez-Espinosa, 2001) and the Coatlico (Grodzicki et al., 2008), Progreso (Ortega-Obregón et al., 2010a), Zumpango (Ortega-Obregón et al., 2010a) and Amarillo Units Amarillo (Kirsch et al., 2014) are divided into two main groups: Group 1, of TiO_2 -depleted subalkaline basalts and Group 2, of TiO_2 -rich alkaline basalts. Group 1 basalts have a MORB-type rare earth signature, which, according to the multi-element spider diagrams, along with the reinterpretation of the geochemical data, allows associating these rocks to a rift-type crystallization environment. On the other hand, the tholeiitic basalts of Group 2 have a rare-earth signature typical of OIB, therefore they are considered as an independent magmatic pulse, possibly the product of a mantle plume.

According to the SiO_2 vs $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ geochemistry in a tectonic affinity diagram of the metasedimentary rocks of the Cosoltepec Formation s.s. and La Huerta, Las Minas, Salada (Dostal et al., 2009), Progreso, Zumpango (Ortega-Obregón et al., 2010a) and Amarillo Units (Kirsch et al., 2014), shows that, these rocks were formed in a passive continental margin (MP) and basins associated with the expansion of the oceanic floor. Therefore, the tectonic regime associated with the Cosoltepec Formation *sensu lato* (s.l.), which includes the possibly analogous metasedimentary units, would be a passive continental margin associated with the expansion of the ocean floor.

Furthermore, U/Pb, Ar/Ar and Sm/Nd isotopic ages provide information about the tectonic evolution of this oceanic basin as well as the age of cortical residence of the rocks. Three major periods of maximum depositional age were identified for the metasedimentary rocks: in the Proterozoic the earliest, followed by a second period between the Cambrian-Devonian and a third event in the Carboniferous. Variation in maximum depositional ages was related to changes in the direction of the depositional agent and/or changes in the provenance of the continental material, while U/Pb ages in detrital zircons indicate that the beginning of magmatism, associated with the basin opening, took place in the Early Ordovician. In addition, Ar/Ar ages obtained in hornblende and muscovite reported in amphibolites and micaschists, respectively, showed relationship with the formation of the structures evidencing the distinct metamorphic events that affected the Cosoltepec Formation s.l.

Finally, it has been concluded that the Cosoltepec Formation s.s. shares equivalent structural, lithological, petrological and geochemical characteristics with El Rodeo, Canoas, Amate, La Huerta, Las Minas, Las Calaveras, El Epazote, Progreso, Salada, Coatlico, Amarillo, Naranjo and Zumpango Units. Given the above, it is proposed to consider all these Units as a single stratigraphic Formation, or two volcanometasedimentary Formations. Considering the variations in geochronology and stratigraphic relationships, the regrouping would grant a new classification corresponding within the Group or Suite category.

Lista de Figuras

Figura 1. Estadios del Ciclo de Wilson (Traducido de Wilson et al., 2019)

Figura 2. Modelo de un marco tectónico convergente (Tomado de Hernández, 2014)

Figura 3. Morfología de una cuenca antearco y un prisma de acreción en una zona de subducción (Traducido de Noda, 2016)

Fig. 4. Sección transversal del desarrollo de un margen continental pasivo a ambos lados de un límite de placa divergente (Modelo de un *rift*-margen pasivo, modificado de DiPietro, 2018)

Figura 5. Representación de la elevación continental y estructuras adyacentes (Traducido de Middleton, 2017)

Figura 6. (A) Mapa de México mostrando ubicación del Complejo Acatlán. (B) Geología y estructuras principales del Complejo Acatlán, México (Recuperado de Ortega-Gutiérrez et al., 2018)

Figura 7. Mapa de la distribución espacial de la Formación Cosoltepec en el Complejo Acatlán (modificado de Ortega-Gutiérrez et al., 2018) y las diferentes unidades metasedimentarias posiblemente análogas.

Figura 8. Columna tectonoestratigráfica de la Formación Cosoltepec s.s., donde se muestra su composición litológica, así como su relación estructural con las unidades adjuntas a ésta.

Figura 9. Diagrama de discriminación basáltica donde se enfrena la relación Nb/Y vs Zr/Ti (Pearce, 1996) en las rocas máficas del Grupo 1 como basaltos subcalinos en la Fm. Cosoltepec s.s. (Keppie et al., 2007; Ramírez-Espinoza, 2001) y las Unidades Coatlico (Grodzicki et al., 2008), Progreso, Zumpango (Ortega-Obregón et al., 2010a) y Amarillo (Kirsch et al., 2008).

Figura 10. Diagrama de discriminación basáltica donde se enfrena la relación Nb/Y vs Zr/Ti (Pearce, 1996) en las rocas máficas del Grupo 2 como basaltos en la Fm. Cosoltepec s.s. (Keppie et al., 2007; Ramírez-Espinoza, 2001) y las Unidades Coatlico (Grodzicki et al., 2008), Progreso, Zumpango (Ortega-Obregón et al., 2010a) y Amarillo (Kirsch et al., 2008).

Figura 11. Diagrama de clasificación Al vs $Fe^* = FeO / (FeO + MgO)$ (wt%) (Frost et al., 2008), para los basaltos de los Grupos 1 y 2 de la Fm. Cosoltepec s.s. (Keppie et al., 2007; Ramírez-Espinoza, 2001) y las Unidades Coatlico (Grodzicki et al., 2008), Progreso, Zumpango (Ortega-Obregón et al., 2010a) y Amarillo (Kirsch et al., 2008).

Figura 12. Patrón de las abundancias composicionales de las muestras del Grupo 1 en un diagrama *spider* multielemental, normalizado respecto al manto primitivo (Palme O'Neill, 2014).

Figura 13. Patrón de las abundancias composicionales de las muestras del Grupo 2 en un diagrama *spider* multielemental, normalizado respecto al manto primitivo (Palme O'Neill, 2014).

Figura 14. Diagrama spider de REE de las muestras del Grupo 1, normalizado con respecto al manto primitivo (Palme O'Neill, 2014).

Figura 15. Diagrama spider de REE de las muestras del Grupo 2, normalizado con respecto al manto primitivo (Palme O'Neill, 2014).

Figura 16. Diagrama ternario La/10, Nb/8 y Y/15 en basaltos, para definir la afinidad tectónica. Muestras del Grupo 1 en el campo E-MORB (Cabanis & Lacolle, 1989).

Figura 17. Diagrama ternario La/10, Nb/8 y Y/15 en basaltos para definir la afinidad tectónica. Rocas del Grupo 2 clasificando como E-MORB, Basaltos alcalinos y Toleitas continentales (Cabanis & Lacolle, 1989).

Figura 18. Diagrama para basaltos Th/Nb vs La/Yb (donde $Nb = (Nb + (Ta \cdot 17.9)) / 2$), que muestra el ambiente tectonomagmático de formación de las rocas del Grupo 2 (Hollocher et al., 2012).

Figura 19. Metapelitas de las unidades Zumpango, La Huerta, Progreso, Amarillo, Las Minas, La Salada y Formación Cosoltepec s.s. en el diagrama de discriminación de ambiente tectónico de SiO₂ vs K₂O/Na₂O de Roser & Korsch (1986) ((MA) Margen continental activo, (MP) Margen continental pasivo, (AOI) Arco oceánico de islas).

Figura 20. Distribución de las abundancias relativas en los elementos traza de las rocas metapelíticas y metapsamíticas de las diferentes unidades, en diagrama multielemental normalizado respecto al manto primitivo (Palme O'Neill, 2014).

Figura 21. Distribución de las abundancias en los elementos REE de las rocas metasedimentarias de la Formación Cosoltepec s.s. y unidades metasedimentarias análogas, en diagrama tipo spider normalizado respecto al manto primitivo (Palme O'Neill, 2014).

Figura 22. Histogramas de frecuencia de las edades U/Pb de circones detríticos, provenientes de las unidades metasedimentarias de bajo grado del Complejo Acatlán. Edades de la (A) Formación Cosoltepec s.s., la Unidad (B) Canoas, (C) Amate y (D) La Huerta.

Figura 23. Histogramas de frecuencia de las edades provenientes de análisis de circones detríticos mediante el método U-Pb de las unidades metasedimentarias de bajo grado del Complejo Acatlán. (Unidades (E) Las Minas, (F) Las Calaveras, (G) El Epazote, y (H) Progreso).

Figura 24. Histogramas de frecuencia de las edades provenientes de análisis de circones detríticos mediante el método U-Pb de las unidades metasedimentarias de bajo grado del Complejo Acatlán. (Unidades (I) Salada, (J) Coatlico, (K) Amarillo, (L) Naranja y (M) Zumpango).

Lista de Tablas

Tabla 1. Características principales de las unidades metasedimentarias consideradas como análogas a la Formación Cosoltepec (s.s.) en este trabajo.

Tabla 2. Clasificación de las muestras máficas en Grupo 1 (Basaltos subalcalinos empobrecidos en TiO₂) y Grupo 2 (Basaltos alcalinos ricos en TiO₂).

1. Introducción

1.1. Antecedentes Generales

El terreno Mixteco se localiza al sur de México, al occidente de Oaxaca y oriente de Guerrero, al sur de los estados de Morelos y Puebla (Prieto, 1994). El Complejo Acatlán forma el basamento de este terreno, cuya geología se compone de rocas metasedimentarias que son cabalgadas por rocas metavolcánicas, que constituyen un registro importante de los eventos tectonotérmicos relacionados al ensamble y ruptura del supercontinente Pangea entre el Paleozoico y el Triásico (Campa & Coney, 1982; Ortega-Gutiérrez, 1978; Ortega-Gutiérrez et al., 2018). El Complejo Acatlán se ha considerado parte de una cuenca oceánica (Keppie et al., 2007), sin embargo, los modelos sobre su origen y evolución se encuentran en debate.

Actualmente son dos las hipótesis principales que se consideran como modelos adecuados para explicar los rasgos estratigráficos, petrológicos y estructurales contrastantes del Complejo Acatlán. La primera propone que la formación y exhumación de las unidades eclogíticas se llevó a cabo en un contexto de colisión intercontinental, donde sus protolitos provendrían de la placa superior, mientras que las rocas metasedimentarias habrían sido depositadas en una cuenca oceánica de antearco (Ortega-Gutiérrez, 1978; Ortega-Gutiérrez et al., 1999) durante el Ordovícico-Silúrico. En cambio, la segunda hipótesis plantea que las unidades eclogíticas se formaron en un ambiente de subducción continental y exhumaron mediante extrusión en la placa superior durante el Devónico-Misisípico (Keppie et al., 2012). En este caso, los protolitos de las rocas de alto grado metamórfico estarían asociados a la corteza oceánica subducida, mientras que los sedimentos se habrían depositado en un contexto de rift o margen continental pasivo (Keppie et al., 2012).

La Formación Cosoltepec s.s. es una unidad de bajo grado metamórfico que forma parte y caracteriza en mayor medida al Complejo Acatlán. Esta Formación está conformada por filitas y metapsamitas intercaladas con escasos metabasaltos y diques de diabasa que son un registro de los eventos tectónicos importantes. Sin embargo, al igual que ocurre con las unidades eclogíticas de alto grado, su mineralogía, estructuras y relaciones estratigráficas, se pueden acoplar parcialmente a los diferentes modelos paleotectónicos en discusión. Por ello, es de gran relevancia realizar un estudio detallado de estas unidades, con énfasis en la geoquímica y geocronología, a fin de discriminar los ambientes tectónicos a los que se ligan estas litologías, lo que resulta clave para entender gran parte de la historia pre-orogénica, orogénica y post-orogénica del Complejo Acatlán.

En esta tesis se presenta una recopilación, organización y análisis exhaustivo de la información disponible actualmente sobre la Formación Cosoltepec s.s. y las unidades análogas que afloran en varias localidades del Complejo Acatlán (i.e., Unidades El Rodeo, Canoas, Amate, La Huerta, Las Minas, Las Calaveras, El Epazote, Progreso, Salada, Coatlico, Amarillo, Naranjo y Zumpango). Todo ello para favorecer la integración global de los estudios, clarificando y permitiendo así la discriminación entre los modelos tectónicos propuestos para la historia de cristalización y depósito de esta Unidades claves en el Complejo Acatlán.

2. Marco Teórico

2.1. El Ciclo de Wilson

El concepto actual del Ciclo de Wilson fue propuesto por primera vez por el geólogo Tuzo Wilson, cuyas bases están disponibles en su escrito de 1966 titulado “*Did the Atlantic close and then re-open?*”. Este documento fue el resultado de observar el margen norte del actual océano Atlántico y, dada la correlación faunística, proponer que este océano empezó a formarse a lo largo de una sutura de un océano precursor del Paleozoico temprano (i.e., Océano Iapetus; Harland & Gayer, 1972). Gracias a este hallazgo se obtuvo la clave para el entendimiento de la teoría de la tectónica de placas y enriquecer el conocimiento acerca del fenómeno de la deriva continental propuesto por Wegener (1929).

El Ciclo de Wilson también llamado “Ciclo de las Placas Tectónicas” o “Ciclo del Supercontinente” (Burke & Dewey, 1974; Nance et al., 1988) se refiere al proceso en el que, repetidamente, las cuencas oceánicas se abren y se cierran en los mismos límites de placas, lo que resulta en la acreción y ruptura de los continentes y supercontinentes. Lo anterior implica que el proceso de *rifting* y formación de montañas produce zonas de debilidad en la corteza, haciéndolas susceptibles a la concentración de esfuerzos de tensión y, por lo tanto, a ser afectada por posibles eventos de deformación futuros (Audet & Bürgmann, 2011; Buitter & Torsvik, 2014; Wilson et al., 2019).

Este ciclo se compone de siete estadios, que comprenden la apertura y cierre de un océano, cuyas variaciones tienen un efecto directo en la sedimentación de dicha cuenca. A continuación, se describen los siete estadios del ciclo de Wilson (Audet & Bürgmann, 2011; Buitter & Torsvik, 2014; Wilson et al., 2019) (Fig. 1):

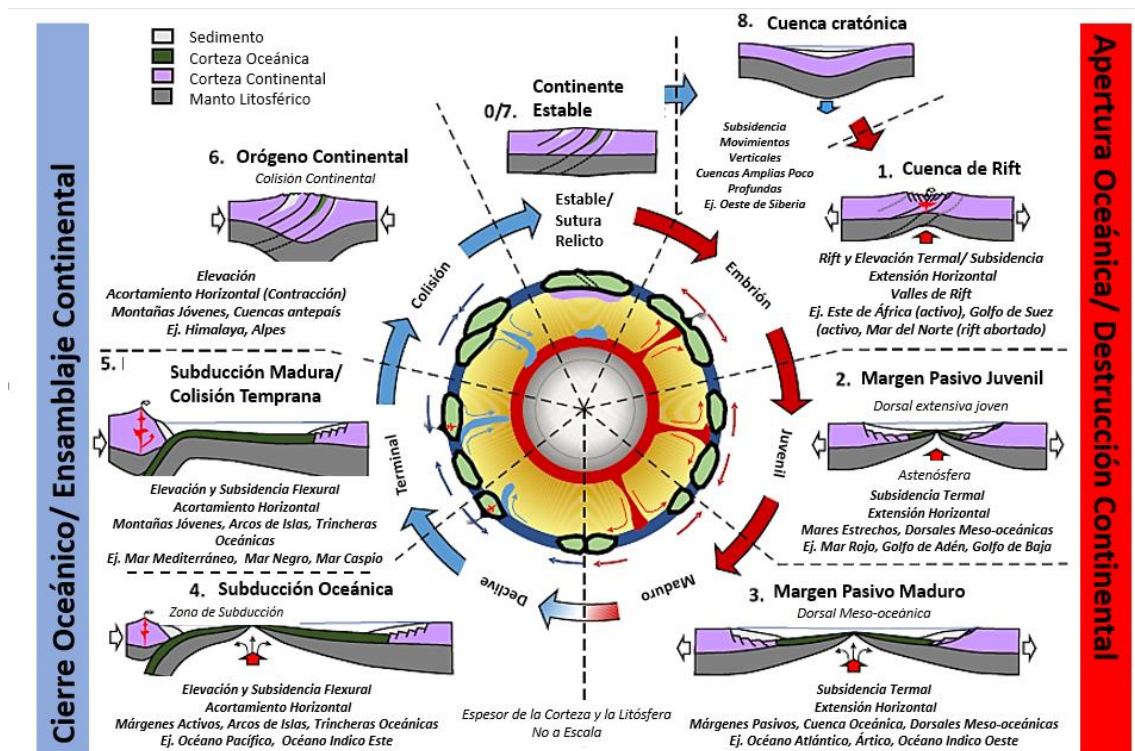


Fig.1. Estadios del Ciclo de Wilson (Traducido de Wilson et al., 2019)

- Durante la apertura de la cuenca oceánica:

1. Dispersión de un continente (*rifting*) (océano embrionario) (Fig.1.): Debido al rápido adelgazamiento de la corteza se produce subsidencia controlada por la actividad de fallas y se forman fosas. Si el estiramiento dúctil cortical continúa, eventualmente se formará una cuenca, la cual tendrá un abultamiento en su centro debido al efecto termal de la anomalía térmica. Esto propiciará, a su vez, la ruptura de la corteza y formación de un valle de *rift*. Debido al magmatismo asociado al punto caliente, las rocas ígneas en estos lugares son principalmente basaltos toleíticos y basaltos alcalinos tipo OIB, al centro del punto caliente, que se suele presentarse como magmatismo bimodal con frecuente presencia de rocas volcánicas félsicas (Condie, 2021). Los sistemas sedimentarios serán menores y algunos de ellos estarán formados por depósitos terrestres (fluviales, aluviales y lacustres), mientras que algunos otros se compondrán por depósitos asociados a un entorno marino somero.
2. Formación de litósfera oceánica, por la expansión del fondo marino (océano juvenil) (Fig.1.): Cuando las aguas invaden el *rift* y continua el proceso de expansión, formando vías marítimas estrechas. Debido a la formación de una dorsal oceánica joven y activa, se produce el *drift* (o deriva) y la divergencia de la corteza continental. La firma geoquímica de los basaltos cambia a tipo MORB. Además, se presentan evaporitas, sedimentación de carbonatos y hay escasos depósitos de cuenca y plataforma. Se puede presentar metamorfismo de bajo grado debido a la actividad termal.
3. Formación de una cuenca oceánica de gran tamaño (océano maduro) (Fig.1.): Los continentes se separan a medida que la cuenca oceánica es más extensa y la dorsal oceánica activa se desarrolla. Las rocas ígneas son basaltos toleíticos de tipo N-MORB y en el centro del punto caliente abundan los basaltos alcalinos. Las rocas metamórficas son más escasas, de bajo grado y se forman debido a la actividad hidrotermal producto del magmatismo. Los depósitos marinos dentro de la cuenca axial son más abundantes, yendo desde la plataforma hasta el fondo profundo. Cuando la tasa de sedimentación es muy alta se genera la subsidencia mecánica, permitiendo el posible desarrollo de un margen pasivo.

- Durante el cierre de la cuenca oceánica:

4. Inicio de un nuevo proceso de subducción (océano en declive) (Fig.1.): Comienza el cierre del océano y la creación de un borde de placas destructivo. Los bordes de la placa oceánica que se encuentran en contacto con la placa continental son más viejos y se encuentran lejos de la dorsal, por lo que, se vuelven más fríos y alcanzan un espesor tal que el aumento en su densidad produce la subsidencia de la placa oceánica bajo la continental. El producto de este proceso es la creación de una trinchera profunda y arcos volcánicos, cuya litología está dominada por andesitas y basaltos andesíticos; así como abundantes depósitos marinos con sedimentos provenientes del arco. En esta etapa, el metamorfismo es localmente extenso y de grado medio.
5. Proceso de cierre de cuenca oceánica (océano terminal) (Fig.1.): La dorsal continúa empujando al resto de la placa oceánica bajo la placa continental, lo que eventualmente produce el consumo de la placa oceánica y el acercamiento

progresivo de los continentes. Así, se crean montañas jóvenes y un estrechamiento del mar que separa los continentes. En los márgenes de las placas (i.e., arcos continentales), hay rocas magmáticas predominantemente félsicas, los depósitos sedimentarios provenientes de los arcos son abundantes y se pueden formar depósitos de evaporitas. Aquí, el grado metamórfico va de medio a alto y es localmente extenso debido a los esfuerzos de compresión.

6. Colisión continental y fin del cierre de la cuenca oceánica (Fig.1.): Origen de un único continente debido a la obducción de las placas continentales al consumirse la placa oceánica. En dicha sutura se produce una cordillera con montañas jóvenes y mesetas altas, producto del acortamiento cortical, así como cuencas antepaís. El vulcanismo es menor, pero el metamorfismo es de alto grado y profundo, abarcando grandes extensiones. Los depósitos sedimentarios son de lechos rojos eólicos en el interior continental, así como sistemas clásticos marinos.
7. Cratón (Fig.1.): Finalmente, los orógenos producto del choque de las placas continentales son erosionados, dejando extensas planicies continentales que contienen a la sutura. Los cratones pueden evolucionar a una cuenca intracratónica por la subsidencia producto de la actividad termal, la cual puede dar lugar a un nuevo *rift* producto del adelgazamiento cortical y comenzar un nuevo inicio del ciclo.

2.2. Cuencas Sedimentarias Asociadas a Ambientes Tectónicos Convergentes y Divergentes

Una cuenca sedimentaria es una región sobre la corteza, de origen tectónico, que, debido a un proceso de subsidencia mecánica forma una depresión en el relieve en la que se acumulan sedimentos. Se utilizó el contexto tectónico para mencionar la clasificación de las cuencas sedimentarias, principalmente en el ambiente convergente y divergente, ya que estos procesos controlan la evolución de las cuencas. Las cuencas sedimentarias, según el contexto tectónico, se listan a continuación:

Cuencas sedimentarias en límites divergentes:

- Valles terrestres de rift
- Rifts proto-oceánicos

Cuencas sedimentarias en límites convergentes:

- Trincheras
- Cuencas de talud
- Cuenca de antearco
- Cuenca intra-arco
- Cuenca tras-arco
- Cuenca de retroarco
- Cuenca oceánica remanente
- Cuenca periférica de antepaís
- Cuenca tipo *piggyback*
- Cuenca de intermontaña de antepaís.

A continuación, se profundizará en las cuencas de antearco y los rifts-margen pasivo, que están relacionados con los límites convergentes y divergentes y se profundizará en algunos de sus componentes, ya que son las cuencas de interés para favorecer la comprensión de la Formación Cosoltepec s.l.

2.2.1. Cuenca de Antearco

La cuenca de antearco, también conocida como cuenca precordillerana, es una cuenca marina producto del proceso de subducción, que se localiza entre el arco volcánico y la trinchera y que puede incluir al prisma de acreción (Condie, 2021) (Fig. 2.). La cuenca de antearco se eleva constantemente, dado el efecto de las fuerzas de flotabilidad, y se hunde debido a las fuerzas tectónicas asociadas a la subducción y a la carga de los sedimentos. Todo ello causa que la topografía, deformación y estructuras de la cuenca de antearco estén asociadas al producto de ambas fuerzas (Busby et al., 1995; Condie, 2021; Hernández, 2014; Kearey, 2009).

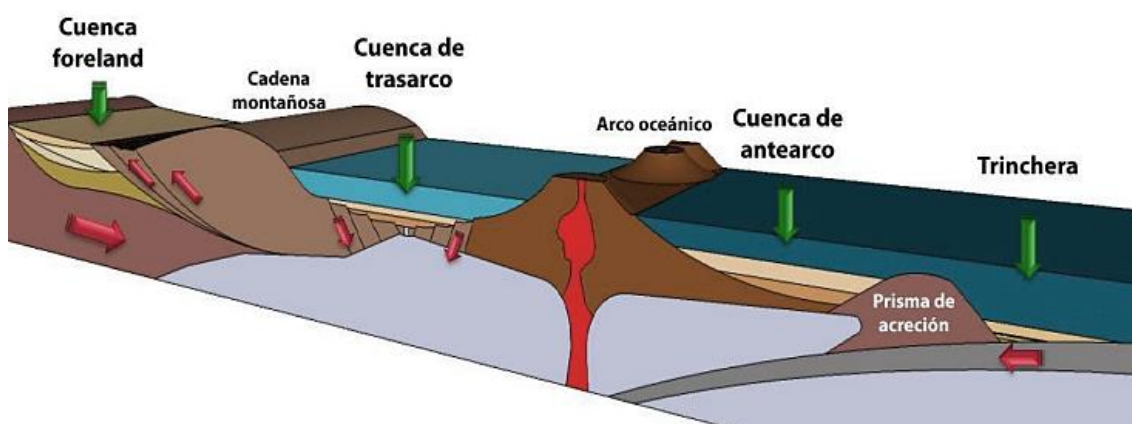


Fig. 2. Modelo de un marco tectónico convergente (Tomado de Hernández, 2014)

Los estratos de las cuencas de antearco se acumulan hacia el mar, y están intercalados con materiales del arco volcánico hacia el lado terrestre. La cuenca se ensancha hacia el mar debido a la acreción de los sedimentos en la trinchera y su estrechamiento e inclinación en el continente está condicionada por la elevación del arco; de forma que su amplitud puede variar entre 25 y 173 km. En los márgenes erosivos la cuenca está asociada al adelgazamiento de la corteza en la cuña interior y suele medir entre 60 y 183 km (Noda, 2016). La litología en las cuencas de antearco está dominada principalmente por turbiditas (cuya fuente principal es el arco volcánico), sedimentos hemipelágicos provenientes del continente y del fondo marino transportados por la placa en subducción. En las cuencas de antearco es poco frecuente el vulcanismo o la presencia de intrusivos magmáticos (Busby et al., 1995; Condie, 2021; Hernández, 2014).

2.2.1.1. Prisma de Acreción

Es la zona situada en el margen delantero de las placas convergentes, abarcando las cercanías e interior de la trinchera, donde se dan los procesos de desprendimiento, acumulación y acuñamiento de rocas y sedimento. Esta zona está sobre la placa en subducción y delimita a la cuenca antearco por medio de fallas, como se observa en la Figura 3. (Condie, 2021; Moore, 2001).

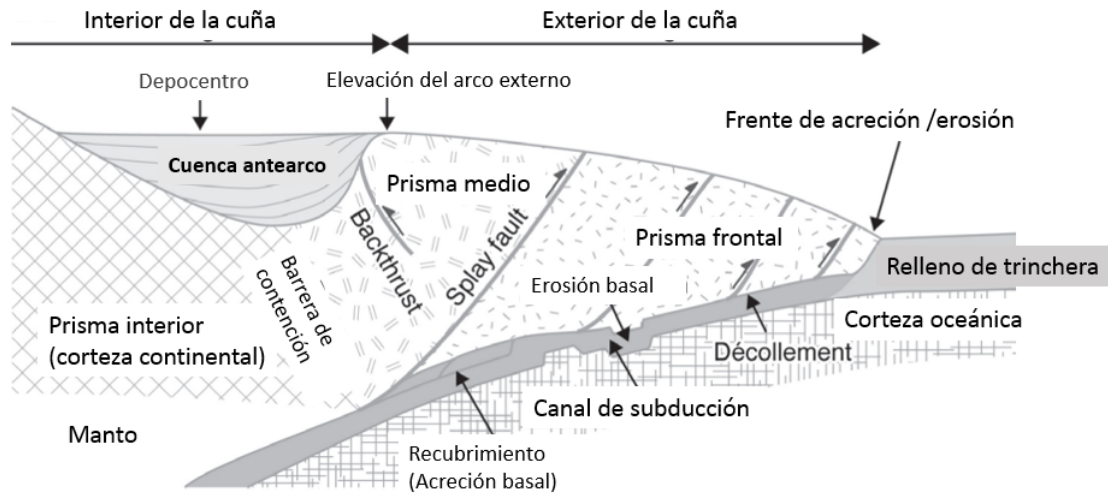


Fig. 3. Morfología de una cuenca antearco y un prisma de acreción en una zona de subducción (Traducido de Noda, 2016)

El prisma de acreción se forma por el apilamiento vertical de los sedimentos provenientes del fondo y la placa oceánica sobre la corteza continental, adquiriendo una geometría de cuña crítica. Esta secuencia sufre esfuerzos de compresión que la acorta y deforma en la componente horizontal, adosando los sedimentos al borde de la placa oceánica que es cabalgada por la continental. En este contexto, la presión de poro es muy elevada, por lo que la liberación de fluidos favorece la diagénesis. Debido a la inclinación de la cabalgadura, el prisma de acreción suele abarcar una gran área donde se produce deformación frágil a poca profundidad y viscoelástica-plástica a mayor profundidad.

Dada la velocidad, la duración de la deformación y que la sedimentación ocurre al mismo tiempo que los reajustes tectónicos, se suelen formar *melanges*, que es un cuerpo de roca caracterizado por la inclusión de fragmentos de rocas de diversos tamaños, incluso superiores a un kilómetro, contenidos en una matriz de grano fino y deformada, a menudo rica en serpentina (Condie, 2021), que carecen de una estratificación continua, debido a que los procesos sedimentarios ocurren al mismo tiempo que los reajustes tectónicos (Moore, 2001). Además, en los prismas de acreción las rocas se someten a grandes presiones, pero no a altas temperaturas, lo que favorece el metamorfismo en facies de esquistos azules (Moore, 2001). Los sedimentos, rocas y fluidos que no se depositan en el prisma de acreción son transportados a mayores profundidades y se funden con la placa en subducción, llegando al manto o dando lugar al vulcanismo en la placa superior (Condie, 2021; Moore, 2001; Stern, 2021).

En el prisma de acreción los sedimentos más jóvenes se encuentran en el exterior del prisma, más cerca de la cuña de acreción, mientras que los más antiguos se presentan en la parte interna, siendo esta zona la más litificada, deformada y estructurada, pudiendo presentar más de una foliación (Condie, 2021; Stern, 2021). La cuña está compuesta por material de la corteza oceánica y por los sedimentos acumulados provenientes del frente del arco (Condie, 2021).

En el talud interior de prismas de acreción antiguos se identifican tres morfologías: 1) en la parte inferior se forman crestas debido a los bloques de cabalgaduras imbricadas; 2) en el centro se observan bloques o terrazas, y 3) en la parte

superior del talud suelen no presentarse estructuras, pero puede estar cortado por cañones que proveen sedimentos de playa y ríos (Stern, 2021). Los prismas de acreción, que suelen tener un alto relieve, se encuentran altamente deformados y son una gran fuente de dispersión y acumulación de sedimentos, cuyo transporte está controlado por las corrientes de turbidez, flujos de escombros y desprendimientos submarinos (Stern, 2021).

Los *melanges* se forman bajo el prisma de acreción consisten en un conjunto de rocas de diversos tamaños y procedencia que se encuentran inmersas en una matriz de grano fino rica en serpentina, pizarra o lutitas. La litología de estas rocas está representada por fragmentos de rocas sedimentarias, rocas volcánicas, rocas derivadas de la secuencia ofiolítica y rocas metamórficas. Dicha asociación de litologías representa todos los procesos que pueden afectar a la placa oceánica desde que se forma en la dorsal hasta que es consumida bajo el continente. Los depósitos sedimentarios de la cuenca de antearco pueden cubrir el prisma de acreción, dejando a éste como montes marinos (Condie, 2021).

2.2.2. Rift

Los *rifts* son depresiones alargadas, delimitadas por sistemas de fallas normales paralelas entre sí, que ocurren en zonas de divergencia tectónica. El proceso de formación de los *rifts* está asociado al adelgazamiento, fallamiento y extensión cortical localizados.

Las zonas de *rift* suelen medir decenas de kilómetros de ancho y se extienden a lo largo de centenas de kilómetros. Se localizan en las crestas de las dorsales, donde asciende el material del manto, produciendo vulcanismo, el cual, se emplaza en las zonas donde las placas se han desplazado (Wilson, 1993; Hernández, 2014; Tarbuck et al., 2005), así como en el interior del continente al inicio del ciclo de Wilson.

Las rocas magmáticas que se emplazan proceden de la fusión por descompresión adiabática de la astenosfera, lo que produce un magma basáltico homogéneo, que se almacena en cámaras magmáticas o asciende depositándose como coladas de lava en el fondo oceánico. La composición de los basaltos varía desde basaltos subalcalinos a alcalinos, basanitas subsaturadas en sílice, nefelinitas e incluso magmas ultrapotásicos. También puede haber carbonatitas asociadas a rocas subsaturadas en sílice (Tarbuck et al., 2005; Toselli, 2010).

Tras la apertura de la zona de rift en el continente y la formación de una cuenca oceánica estrecha, en cada uno de los lados del límite divergente, se favorece la formación de un margen pasivo continental, y dado que el límite continental se enfría, éste aumenta su densidad, acumula sedimentos y se hunde por efecto de la isostasia (Fig. 4.) (DiPietro, 2018; Van der Pluijm & Marshak, 2004)

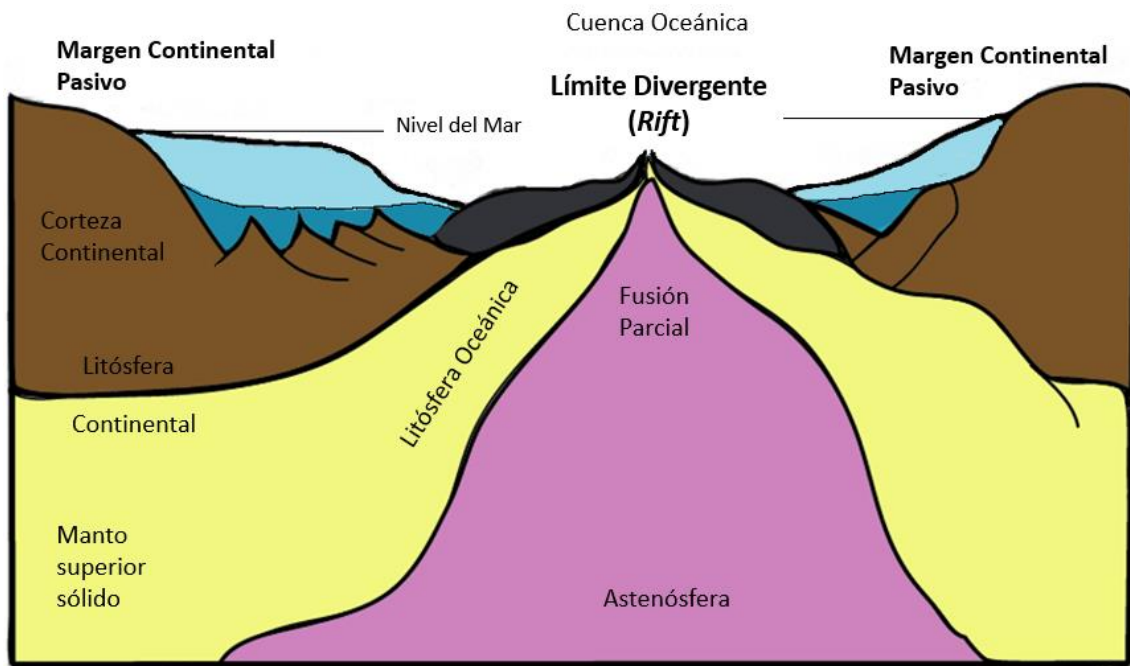


Fig. 4. Sección transversal del desarrollo de un margen continental pasivo a ambos lados de un límite de placa divergente (Modelo de un *rift*-margen pasivo, modificado de DiPietro, 2018)

2.2.3. Margen Pasivo

El margen pasivo es la frontera entre de la placa oceánica y al continente, sobre la misma placa continental, y se compone de la plataforma continental, talud continental y pie de talud. Los márgenes pasivos se forman a ambos lados del límite divergente, dado el proceso de *rifting*, representado en la Figura 4. Puesto que, no existe un límite de placa en el margen pasivo, los esfuerzos de tensión provocados por el continente, que se mueve en conjunto con la cuenca oceánica yuxtapuesta, son mínimos e insuficientes para causar una deformación estructural en las rocas o la formación de cuerpos montañosos, a excepción de alguno de baja altura remanente del proceso previo al *rifting*. En el margen pasivo, hay ausencia de vulcanismo y sismicidad considerable (DiPietro, 2018; Tarbuck et al., 2005).

El efecto del hundimiento progresivo, en conjunto con el oleaje erosivo y el aumento del nivel del mar, produce llanuras costeras y plataformas continentales amplias con espesas capas sedimentarias que se inclinan hacia el mar (DiPietro, 2018). La corteza transicional se cubre por una secuencia de depósitos gruesos de plataforma, como gravas y arenas, a más finos, como lodos de talud, que se combinan con depósitos gruesos turbidíticos de dorsal y planicie abisal sobre la cuenca oceánica (Leeder et al., 1995).

En el proceso de la evolución tectónica desde la subducción hasta la colisión continental, el margen pasivo representa una pared de contención a lo largo de la zona de subducción, que subduce y colisiona con el continente, formando un cinturón orogénico previo al cierre de la cuenca oceánica. Durante el evento de colisión continental, el orógeno puede ser nuevamente deformado y está acompañado por metamorfismo y magmatismo (Zheng, 2021).

2.2.3.1. Elevación Continental

La elevación continental, también conocida como emersión continental o pie de talud, es una zona de acumulación de sedimentos que se encuentra sobre el margen pasivo, entre el talud continental y la llanura abisal. Este depósito sedimentario tiene un relieve caracterizado por pendientes bajas y se forma debido a la acumulación de sedimentos provenientes del continente y material hemipelágico (Fig. 5.) (Mitchell, 2015; Piper, 2005).

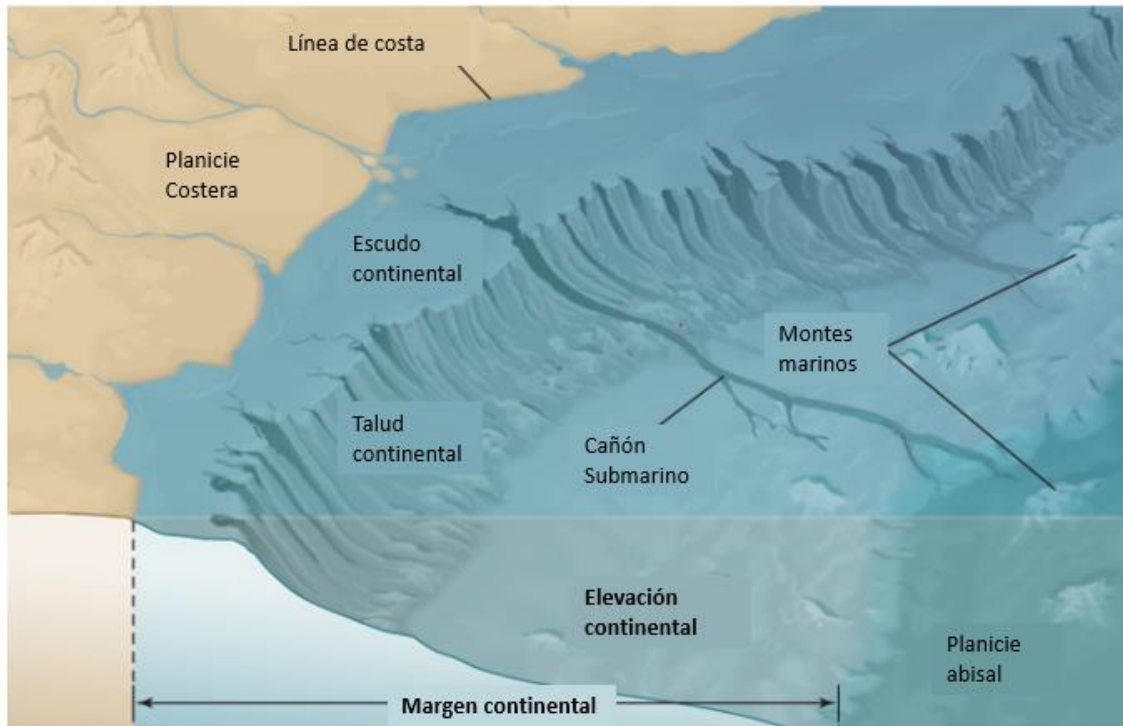


Fig. 5. Representación de la elevación continental y estructuras adyacentes (Traducido de Middleton, 2017)

El depósito de los sedimentos puede ser gradual, discontinuo o provenir de grandes eventos de derrumbes. Los tres mecanismos de transporte del sedimento son: a) las corrientes marinas que transportan el sedimento continental a la elevación continental; b) las corrientes de turbidez que contienen una cantidad importante de material de alta densidad en suspensión que provienen de la plataforma y el talud hacia la elevación; y c) mediante movimientos de masas del talud debido a tormentas o terremotos (Hay, 2016).

Debido a la erosión submarina, la morfología de esta zona suele presentar cañones que conectan con valles o canales de abanico submarino, donde se suelen presentar corrientes de turbidez dominadas por sedimentos arenosos. Mientras que, en las zonas más lejanas al continente y del abanico, el relieve es suave y llegan los granos más finos de limos y lodos, que puede presentar laminación. Los sedimentos hemipelágicos suelen estar compuestos de minerales como cuarzo, micas y carbonato de calcio, así como detritos orgánicos y restos de plancton (Piper, 2005; Mitchell, 2015).

La elevación continental no suele desarrollarse en zonas de subducción, a menos que la cantidad de sedimentos proveniente del continente sea tanta que cubra

la zona de trinchera, formándose una elevación de tamaño reducido. Debido a la naturaleza de la corteza y su edad, la elevación continental sobreyace a la corteza oceánica (Hay, 2016).

3. Marco Geológico

3.1. Complejo Acatlán

El Complejo Acatlán, llamado así tras el poblado de Acatlán de Osorio, se encuentra ubicado en el estado de Puebla y sección noroeste de Oaxaca, al sur de México (Fig. 6A), y representa el afloramiento continuo polimetamórfico del Paleozoico más grande de México (Ortega-Gutiérrez et al., 2018). Al este, el Complejo Acatlán se encuentra separado del Complejo Oaxaqueño por la falla transpresional dextral Caltepec, al sur limita con el complejo Xolapa, por medio de la falla siniestral transtensional Chacalapa-La Venta, al oeste se ubica cabalgando a la Plataforma Cretácica Morelos-Guerrero (Falla de Papalutla), y al norte lo cubren las secuencias volcánicas y volcanoclásticas del Cinturón Volcánico Transmexicano (ej., Ramos-Arias et al., 2011). Las rocas que caracterizan a este Complejo son las unidades metasedimentarias y metaígneas del basamento del terreno Mixteco, afectadas por diferentes grados de metamorfismo, desde filitas hasta eclogitas (Ortega-Gutiérrez et al., 1978), y que forman una secuencia de ca 15 km de espesor (Yáñez et al., 1991).

Así, el Complejo Acatlán (Fig. 6B) está constituido por un paquete de secuencias metasedimentarias de grado metamórfico muy variable que incluye a las unidades Chazumba, Cosoltepec y Migmatita Magdalena (i.e., subgrupo Petlalcingo, según Ortega-Gutiérrez, 1978), y que está en contacto por cabalgamiento con unidades de alto grado incluyendo las rocas sedimentarias, máficas y ultramáficas serpentinizadas de la Formación Xayacatlán (Nance et al., 2006; Ortega-Gutiérrez, 1978; Ortega-Gutiérrez et al., 1999), así como los Granitoides Esperanza, todas estas últimas metamorfizadas bajo condiciones pico de facies de eclogita (Ortega-Gutiérrez et al., 1978; Nance et al., 2006; Ortega-Gutiérrez et al., 2018). A partir de aquí, el trabajo se referirá a las unidades de alto grado (Xayacatlán y Granitoides Esperanza) como unidades eclogíticas. Por otro lado, cortando en su porción inferior al subgrupo Petlalcingo, se encuentra los diques y plutones graníticos de la unidad San Miguel y los troncos La Noria y Totoltepec, los cuales cortan tanto a las unidades eclogíticas como a las secuencias metasedimentarias. La Formación Tecomate es una unidad volcanosedimentaria epimetamórfica que se sobrepone a las unidades anteriores. Finalmente, la cubierta sedimentaria superior está conformada por las Formaciones Patlanoaya, Matzitz y Los Arcos, del Paleozoico tardío (Ortega-Gutiérrez, 1978).

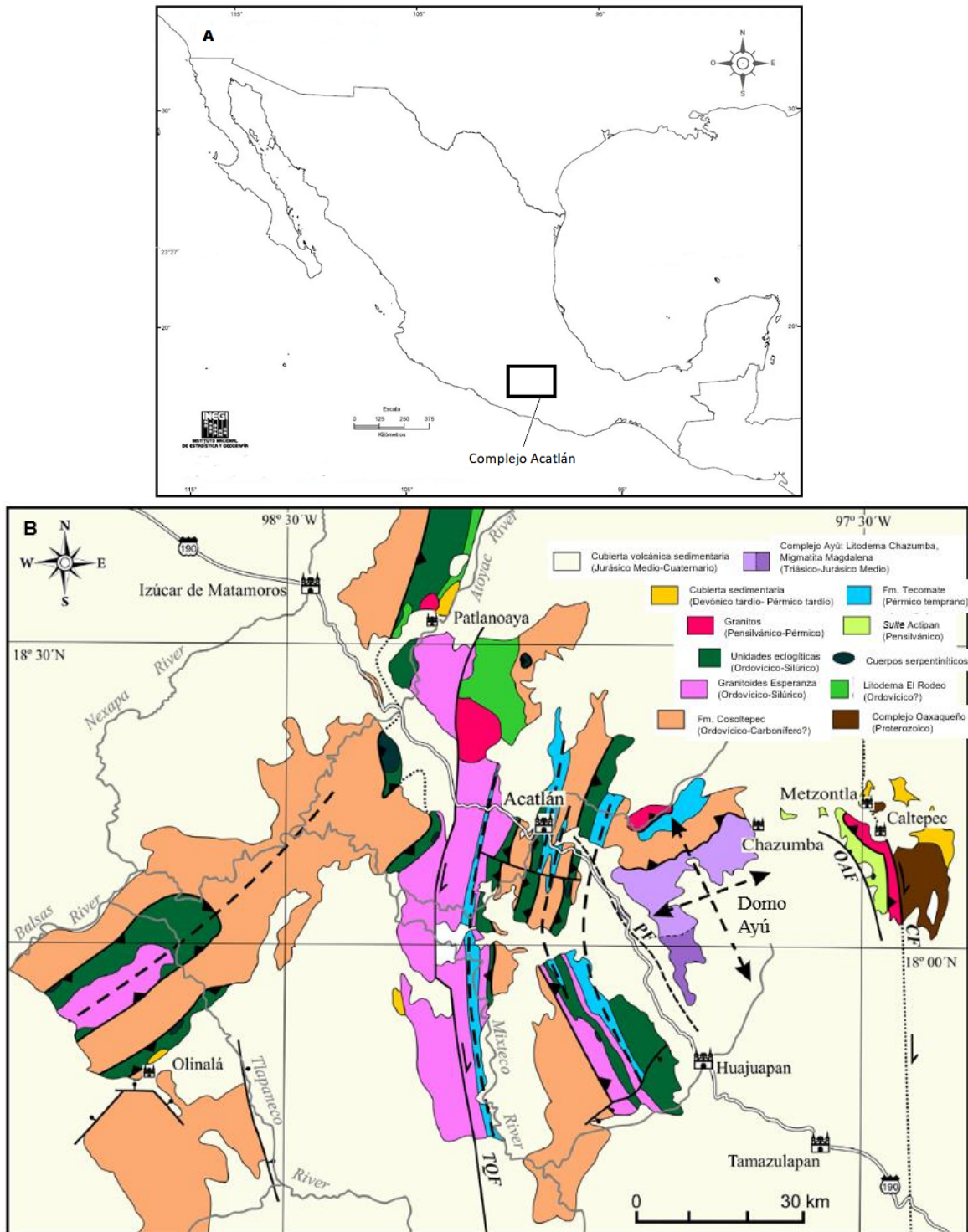


Fig. 6. (A) Mapa de México mostrando ubicación del Complejo Acatlán. (B) Geología y estructuras principales del Complejo Acatlán, México (Recuperado de Ortega-Gutiérrez et al., 2018)

Dada la geocronología y naturaleza tectónica de las unidades tectonoestratigráficas del Complejo Acatlán, éstas se pueden agrupar en tres grandes eventos de inhumación y exhumación: a) Unidades de *rift*/subducción (Ordovícico-Silúrico), b) Unidad(es) de depósito e intrusión preorogénica supracortical (Devónico-

Misisípico), y c) Unidades supracorticales sinorogénicas e intrusivas (Pensilvánico-Pérmico) (Ortega-Gutiérrez et al., 2018).

Los distintos episodios tectónicos a los que se ha visto sometido el Complejo Acatlán durante su evolución son los causantes de la riqueza litológica presente. En general, el origen y evolución del Complejo Acatlán está en debate, existiendo dos hipótesis principales. La primera propone que la formación y exhumación de las unidades eclogíticas se llevó a cabo en un contexto de colisión continental, donde los protolitos de las unidades eclogíticas provendrían de la placa superior, mientras que los protolitos de la Formación Cosoltepec se habrían depositado en una cuenca antearco (Ortega-Gutiérrez, 1978; Ortega-Gutiérrez et al., 1999). En cambio, la segunda hipótesis plantea que las unidades eclogíticas se formaron en un ambiente de subducción y se exhumaron mediante extrusión en la placa superior (Keppie et al., 2012). Aquí, los protolitos de las unidades eclogíticas estarían asociados a la corteza oceánica subducida, y los sedimentos de la Formación Cosoltepec se habrían depositado en un contexto de *rift* o margen pasivo (Keppie et al., 2012)

En cualquiera de los casos anteriores, se puede afirmar que los procesos tectónicos a los que estuvo sometido el Complejo Acatlán incluyen la apertura, subducción y cierre de uno o varios océanos durante el Paleozoico, derivado de la acreción y división del supercontinente Pangea (Nance et al., 2006; Ortega-Gutiérrez et al., 1999, 2018).

3.2. Eventos Tectonotérmicos Registrados

El Complejo Acatlán registra, al menos, tres eventos que produjeron deformación penetrativa en las diversas unidades litológicas que lo componen (Malone et al., 2002). A continuación, se describen los diferentes eventos tectonotérmicos propuestos a los que se sometió el Complejo Acatlán y sus unidades constituyentes, así como las relaciones que tienen entre sí dichas estructuras.

El primer evento tectonotérmico ocurrió en el límite Ordovícico-Silúrico y afectó a los protolitos de la Formación Xayacatlán (Malone et al., 2002; Ortega-Gutiérrez et al., 1999; Vega-Granillo et al., 2007). Este evento fue resultado de esfuerzos compresivos que dieron lugar a la Orogenia Acateca y al cabalgamiento de las unidades eclogíticas sobre la Formación Cosoltepec.

El pico del metamorfismo producido por la Orogenia Acateca ha sido estimado entre 491 y 609 °C y entre 12 y 13 kbar, según Vega-Granillo et al. (2007). Los estudios más recientes, como el de Hernández-Uribe et al. (2019), indican que se alcanzaron condiciones de hasta 22 kbar y 700 °C. Estas condiciones permitieron incluir al metamorfismo de las rocas máficas hasta facies de eclogita, particularmente de aquellas que se encuentran actualmente expuestas en Piaxtla, y que posteriormente fueron exhumadas como anfibolitas de epidota, donde el proceso del metamorfismo retrógrado ocurre a 600 °C y 9.6 kbar y en la facies de esquisto verde a 500 °C y 6.7 kbar (Hernández-Uribe et al., 2019).

Mientras que Keppie et al. (2006), concuerdan con que el evento de esta deformación dio los primeros registros de deformación en la Formación Cosoltepec y que pudo haber alcanzado las condiciones que permitieran la eclogitización de las rocas de la *Suite* Piaxtla, difieren al reportar su ocurrencia en el Misisípico, hace 346 ± 4 Ma. Es también este evento el que da pie al emplazamiento de los Granitoides Esperanza,

las abundantes venillas de cuarzo y la formación de facies de esquistos verdes (Malone et al., 2002).

Posteriormente, el segundo evento tectonotérmico se produjo entre el Carbonífero y el Pérmico hace 274-287 Ma (Malone et al., 2002), que es producto de un plegamiento por esfuerzos transpresivos dextrales en dirección N-S. Dicho evento se ha interpretado como consecuencia de la yuxtaposición tectónica de los Complejos Acatlán y Oaxaqueño (Elías-Herrera & Ortega-Gutiérrez, 2002), la cual se registra como la unión de la Formación Cosoltepec a Laurencia, y que permitió el emplazamiento del tronco de Totoltepec (Elías-Herrera & Ortega-Gutiérrez, 2002; Malone et al., 2002; Talavera-Mendoza et al., 2005).

En el Pérmico temprano, lugar hace 288 ± 14 Ma, tuvo lugar un evento tectonotérmico adicional (Weber et al., 1997), debido a esfuerzos de compresión regionales, el cual quedó reflejado en el tronco de Totoltepec, y que produjo un acortamiento por plegamiento de la corteza en dirección E-O. Este evento ocasionó el amalgamamiento final de las unidades Chazumba-Magdalena. Aunque estas estructuras no son una evidencia fehaciente de la formación de una orogenia, explican el movimiento en dirección N de los bloques de corteza, (Malone et al., 2002).

Por último, Keppie et al., (2004) y Helbig et al. (2012) evidenciaron un último evento tectonotérmico en las Formaciones Cosoltepec y Chazumba, el cual ocurrió en condiciones de alto grado durante el Jurásico. Este evento habría provocado fusión parcial de las secuencias metasedimentarias y con ello la formación de la Migmatita Magdalena, debido a una posible pluma del manto que estaría asociada a la separación de Pangea.

3.3. Origen y Evolución del Complejo Acatlán: Principales Modelos Propuestos

Los estudios históricos (ej. Ruiz et al., 1988; Yáñez et al., 1991; Ortega-Gutiérrez et al., 1999) describen una relación tectónica que considera al Complejo Acatlán, con una evolución inicial como parte de la Cordillera Norteamericana, en el Modelo Cordillerano y Apalacheano-Caledoniano.

El modelo Cordillerano propone un origen común para las rocas metamórficas en el sur de México como resultado de una sutura entre el Complejo Acatlán del Paleozoico, y las rocas Precámbricas del Complejo Oaxaqueño con la Cordillera de Norte América entre el Paleozoico y el Mesozoico (Ruiz et al., 1988; Yáñez et al., 1991; Weber, 1997; Elías-Herrera et al., 2002). Este modelo propone que tanto el Complejo Acatlán como el Oaxaqueño se encontraban acrecionados al sur, como lo hacían otros numerosos terrenos en la Cordillera Proterozoica Norteamericana y se acrecionaron entre sí durante el Silúrico tardío -Devónico medio (Malone et al., 2002). Por otro lado, en el modelo Apalacheano-Caledoniano, los Complejos Acatlán y el Oaxaqueño son resultado del mismo evento que produce a los cinturones orogénicos Acadeanos del Precámbrico (i.e., Apalacheanos-Caledonianos) y la Provincia Grenvilliana (Yáñez et al., 1991; Talavera-Mendoza et al., 2005), lo que posiciona al Complejo Oaxaqueño en el lado de Gondwana y al Complejo Acatlán como la sutura entre Gondwana y Laurencia (Weber et al., 1997).

Sin embargo, como Weber (1997) explica, la relación en el modelo "Cordillerano" es complicada de aceptar como cierta dada la relación espacial que existe entre dichas orogenias, además de que las evidencias de fechamientos radiométricos (Yáñez et al., 1991) y reconstrucciones paleomagnéticas apuntan hacia el modelo "Apalacheano-

Caledoniano". Sin embargo, dada la falta de datos paleomagnéticos y paleontológicos del Complejo Acatlán temprano, se complica su reconstrucción paleogeografía (Ortega-Gutiérrez et al., 1999).

Así, el Complejo Acatlán se ha visto afectado por al menos tres eventos tectonotérmicos que se encuentran registrados en las rocas metamórficas expuestas. El primero de ellos fue el que dio origen a la orogenia Acateca, en el sur de México, que se considera coetánea a los eventos de colisión continental formadores de diversas orogenias en los márgenes Andinos y Apalacheanos del Iapetus, durante el límite Ordovícico-Silúrico (Ortega-Gutiérrez et al., 1999).

La orogenia Acateca se pudo haber formado en dos escenarios tectónicos: en el primero, según Ortega-Gutiérrez et al. (1999), el Complejo Acatlán es parte de una sutura del océano Iapetus por el choque entre el microcontinente Oaxaquia y el sureste de Laurentia que dio origen a la orogenia Acateca durante el Silúrico temprano; mientras que en el segundo escenario la orogenia Acateca habría ocurrido en el Devónico tardío (Sánchez-Zavala et al., 2000), debido a la colisión de Gondwana con Laurentia. Según este escenario, Oaxaquia corresponde entonces al margen dentro de Gondwana, cercano a la posición de lo que hoy es Colombia, lo cual está evidenciado por gneises de edad Grenville (Yáñez et al., 1991), y el Complejo Acatlán constituye los vestigios de la cuenca de un océano de finales del Paleozoico y las rocas que subdujeron a la otra placa fueron metamorfoseadas a condiciones de alta presión (HP), y posteriormente fueron exhumadas a la superficie mediante fallas de empuje litosférico, con el apoyo de un sistema de desprendimiento normal conjugado, sufriendo eventos de metamorfismo retrógrado (Ortega-Gutiérrez et al., 2018; Keppie et al., 2010).

Fue durante el Carbonífero que se llevaría a cabo la colisión de la Formación Cosoltepec *s.l.* con las *suites* del sur de Laurentia (Formaciones Xayacatlán, Ixcamilpa, Tecolapan y El Rodeo) (Talavera-Mendoza et al., 2005) para posteriormente llegar a su posición actual, lo que, podría concordar con el rompimiento de Pangea dadas las evidencias existentes (Malone et al., 2002).

Por otro lado, Keppie et al. (2006) plantean que el Complejo Acatlán no es el resultado de la apertura y cierre del océano Iapetus, sino del Rhéico, ciclo tectónico que ocurrió durante el Ordovícico-Carbonífero y que estaría evidenciado por la presencia de basaltos toleíticos indicadores de una elevación continental depositada previamente en una litósfera oceánica la cual, según esos autores, no es consistente con la apertura más temprana del Iapetus y su cierre en el Ordovícico tardío.

Posteriormente, Keppie et al. (2008) propusieron un modelo tectónico que muestra la separación de Avalonia y Oaxaquia en el Cámbrico, provocado por un episodio prolongado de *rifting*, en conjunto con la de Carolina y Ganderia. Para el periodo Carbonífero, el sur de México se encontraría en el margen activo del Océano Pacífico, lo que implicaría que el sur de México subduciría bajo el Complejo Acatlán y el Complejo Oaxaqueño, reemplazando el modelo de colisión continental con uno de subducción oblicua dextral.

Finalmente, la región oeste del terreno Mixteco sufriría erosión tectónica y se vería intrusionado en el Devónico-Misisípico por las rocas que fueron metamorfoseadas y fundidas durante el proceso de subducción. Las rocas de HP serían entonces el resultado del proceso de extrusión por el canal de subducción y no de la sutura producida por el cierre del océano paleozoico, lo que también daría pie a la presencia de magmatismo de arco durante el Pérmico (Keppie et al., 2008).

4. Hipótesis

De acuerdo con los modelos expuestos anteriormente sobre la evolución del Complejo Acatlán, surge la posibilidad de proponer que el ambiente tectónico asociado a la Formación Cosoltepec s.s. y de las Unidades metasedimentarias análogas a ésta (Unidad El Rodeo, Canoas, Amate, La Huerta, Las Minas, Las Calaveras, El Epazote, Progreso, Salada, Coatlico, Amarillo, Naranja y Zumpango), se encuentra directamente relacionado con la apertura de una sola cuenca oceánica durante el Paleozoico.

Es por ello que, las Unidades metasedimentarias de bajo grado reportadas en la literatura como unidades independientes a la Formación Cosoltepec s.s. son, en realidad, parte de esta misma Formación y están asociadas a los mismos eventos geológicos que propiciaron el emplazamiento original de las rocas metabasálticas, el depósito y diagénesis de las rocas metasedimentarias, así como al metamorfismo en facies de bajo grado presente en dichas litologías.

5. Justificación y Objetivos

Esta tesis presenta de manera ordenada y detallada el estado del conocimiento actual de la Formación Cosoltepec s.l. La importancia de esta unidad reside en que constituye la base estructural del Complejo Acatlán y un registro físico de los procesos de transporte y deformación a los que se ha visto sometido el Complejo.

Puesto que se ha visto que la recopilación bibliográfica de los estudios y descripciones realizados sobre esta unidad permite ofrecer una perspectiva más clara de la información disponible, el trabajo aquí presentado ayudará no sólo a resolver incongruencias relacionadas al origen y evolución de la Formación Cosoltepec s.s., sino también a mejorar el entendimiento de las relaciones de contacto que tiene con las unidades eclogíticas. Todo ello permitirá esclarecer los procesos a los que han sido sometidas algunas de las unidades tectonoestratigráficas que conforman el Complejo Acatlán y han provocado su estado actual, lo cual ha estado en discusión desde que se inició su estudio sistemático, hace casi 50 años.

Es así como, a partir de la información disponible reportada, especialmente los datos de geoquímica y geocronología, se pretende hacer una propuesta sobre el contexto tectonosedimentario, utilizando como perspectiva la procedencia de las rocas metasedimentarias y metabasálticas que ahora componen a esta Formación.

Adicionalmente, en esta tesis se propone la unificación de las unidades metasedimentarias con características litológicas y estratigráficas equivalentes a la localidad-tipo (i.e., Unidad El Rodeo, Canoas, Amate, La Huerta, Las Minas, Las Calaveras, El Epazote, Progreso, Salada, Coatlico, Amarillo, Naranja y Zumpango), que se encuentran dentro del Complejo Acatlán pero que, en la literatura, se reportan con nombres diferentes a la Formación Cosoltepec.

6. Metodología

6.1. Análisis Bibliográfico

La información mostrada en este escrito es el resultado de una recopilación bibliográfica producto de la búsqueda, síntesis, procesamiento y análisis exhaustivo de los reportes disponibles en libros, mapas y, principalmente, publicaciones científicas, tanto clásicas como recientes, sobre el Complejo Acatlán y que se centren en o incluyan a la Formación Cosoltepec o unidades equivalentes.

6.2. Análisis de Datos de Geoquímica

Con los datos obtenidos de geoquímica y geocronología se elaboraron repositorios de información. Cabe destacar que, para este trabajo, fueron consideradas como posibles análogas a la Formación Cosoltepec todas aquellas unidades de carácter local de bajo grado metamórfico, cuya posición estructural se encuentra por debajo de las unidades de alta presión, que han sido descritas dentro del Complejo Acatlán, pero que han sido renombradas en la literatura. Estas unidades son: El Rodeo, Canoas, Amate, La Huerta, Las Minas, Las Calaveras, El Epazote, Progreso, Salada, Coatlico, Amarillo, Naranja y Zumpango (Dostal et al., 2009; Gradstein et al., 2004; Grodzicki et al., 2008; Hinojosa-Prieto et al., 2008; Keppie et al., 2006, 2008b; Kirsch et al., 2014; Morales-Gómez et al. 2008; Ortega-Gutiérrez 1978; Ortega-Gutiérrez et al., 1999; Ortega-Obregón et al., 2009; Ramos-Arias et al., 2008; Talavera-Mendoza et al., 2005). De estas unidades se extrajo la información relacionada con su edad, relaciones estratigráficas, episodios de deformación y descripciones litológicas, así como los análisis de geoquímica y geocronología, lo cual favorece la comparación de dichas propiedades entre las diferentes localidades.

La Formación Cosoltepec (s.s.) se encuentra constituida por diferentes litotipos, por lo que las muestras se agruparon según su carácter geoquímico en: metavolcánicas (basálticas, andesíticas) y metasedimentarias (pelíticas y psamíticas). Para el análisis de los datos geoquímicos se recuperó, organizó y procesó la información en una base de datos, procedente de análisis obtenidos mediante métodos como XRF Fluorescencia de rayos X (XRF), en Espectrometría de Masas con Inductor de Plasma Acoplado (ICP-MS) y el Análisis Instrumental de Activación de Neutrones (INAA).

En general, las muestras metavolcánicas y metasedimentarias contienen un valor elevado en la pérdida por calcinación (LOI; i.e, entre 1.1-6.9 wt%, que se atribuye a procesos secundarios producto del metamorfismo y/o la alteración (Keppie et al., 2007). Estas rocas muestran alteración deutérica, espilitización y ocasionalmente están cortadas por venas de carbonato. Por lo tanto, aquellas muestras con un LOI mayor o igual al 7% fueron descartadas. Así pues, se obtuvo la información representativa de análisis geoquímicos de 29 muestras metavolcánicas y 36 muestras metasedimentarias.

Mediante el uso del macros de Excel "PetroGram" (Gündüz & Asan, 2021) se obtuvieron diferentes diagramas de discriminación de óxidos mayores y elementos traza para clasificar las muestras y eludir sobre el ambiente tectónico de formación del protolito. También se obtuvieron diagrama tipo "spider" para elementos traza compatibles e incompatibles (LILE y HFSE: Sr, K, Rb, Ba, Th, Ta, Nb, Ce, P, Zr, Hf, Sm, Ti, Y y Yb) y tierras raras (REE) (La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb y Lu), normalizados respecto al manto primitivo (Palme & O'Neill, 2014), para observar su enriquecimiento y/o empobrecimiento relativo, discriminar lo que también nos habla de las fuentes mantélicas y discernir sobre los procesos a los que fueron sometidas las rocas durante su cristalización y emplazamiento. Se normalizó contra este tipo de

depósito uniforme para realizar una comparativa realista al tomar como referencia a la fuente original, pero, de igual forma, eliminar los efectos por concentración de elementos siderófilos pesados y, además, evitando realizar un sesgo o forzar la interpretación de los datos. Con el fin de evitar errores asociados a los efectos por la alteración de las muestras, los análisis se basan principalmente en los elementos HFSE y REE inmóviles.

El diagrama escogido para discriminar la afinidad magmática de las rocas metavolcánicas según su composición (i.e., ultrabásica, básica, intermedia o ácida), fue el propuesto por Pearce (1996). Este diagrama utiliza a las relaciones de Zr/Ti y Nb/Y, que son elementos inmóviles incompatibles que no se modifican significativamente durante el metamorfismo o la alteración a la que se exponen las rocas. También se utilizó el diagrama de Frost et al. (2008), para conocer la fuente mineralizante del magma a partir de la relación entre el contenido en wt% de Al y Fe del magma.

Para las muestras clasificadas como basaltos se empleó el diagrama ternario Y/15-Nb/8-La/10 propuesto por Cabanis & Lacolle (1989) y el diagrama binario Th/Nb vs La/Yb planteado por Hollocher et al. (2012), que proporcionan información sobre el ambiente tectónico al que podrían estar asociados los protolitos volcánicos.

Para la determinación del ambiente tectónico del que proceden las rocas pelíticas derivadas de sedimentos antiguos, se utilizó el diagrama de elementos mayores K_2O/Na_2O vs SiO_2 , seccionado experimentalmente en el estudio de Roser & Korsch (1986). En este diagrama se divide la afinidad tectónica en tres categorías principales: margen continental pasivo (MP), margen continental activo (MA) y arco oceánico de islas (AOI). Particularmente, el ambiente de margen continental activo incluye depósitos de arcos magmáticos continentales en una gran variedad de cuencas como trinchera, antearco, intraarco y trasarco, así como material proveniente de fallas de desplazamiento en cuencas *pull-apart*.

6.3. Análisis de Datos Geocronológicos

Las edades recopiladas fueron obtenidas mediante estudios de geoquímica isotópica en roca total y minerales, específicamente de los sistemas U-Pb en circones detríticos, Ar-Ar en micas y anfíboles, Sm-Nd y Rb-Sr en granates y roca total. Los resultados obtenidos en una diversidad de muestras que fueron analizadas con mediante ablación láser acoplada a espectrómetros de masas con fuente de plasma inducido (LA-ICP-MS), dilución isotópica y espectrometría de masas por ionización térmica (ID-TIMS) y microsonda iónica de alta resolución (SHRIMP).

Los datos obtenidos fueron ordenados en bases de datos y, con el fin de poder realizar comparaciones entre los valores de las edades. Se realizaron diagramas de frecuencia de edad utilizando el macro de Excel *Laser-Chron Center* (Gehrels et al., 2006) de la Universidad de Arizona. Este macro permite normalizar los datos para su distribución, con base en el número de muestras estudiadas, en función del valor de la edad, así como de su incertidumbre asociada (Gehrels et al., 2006). Para asegurar la consistencia de los resultados se utilizaron los valores de las edades de $^{206}Pb/^{238}U$, para los valores obtenidos con el método U-Pb en circones detríticos. Para el resto de los sistemas isotópicos se utilizó la mejor edad calculada por el autor, considerando 2σ de incertidumbre en todos los sistemas. Finalmente, el programa ordena verticalmente los gráficos, permitiendo su comparación.

7. Resultados

7.1. La Formación Cosoltepec s.s.

La Formación Cosoltepec, nombrada así en alusión al pueblo de Cosoltepec en el estado de Oaxaca, es una unidad deformada de bajo grado que pertenece al subgrupo Petlalcingo (Fig. 6B). Esta Formación se encuentra en la posición estructural inferior del Complejo Acatlán, es decir, constituye su basamento. Además, es la más extensa ya que abarca entre el 70 y el 90% del Complejo (Fig. 7), y muestra un espesor estructural con un valor máximo reportado de 3500 m, cuya base no aflora en la porción occidental del Complejo (Ortega-Gutiérrez et al., 1978; Malone et al., 2002).

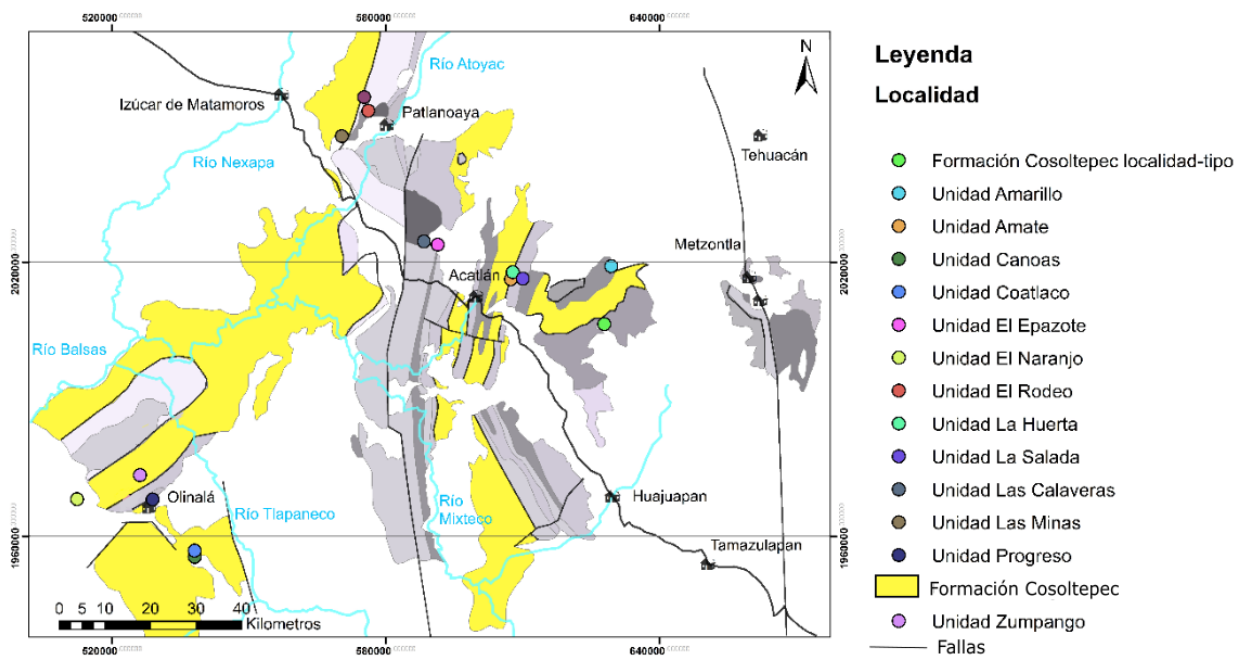


Fig. 7. Mapa de la distribución espacial de la Formación Cosoltepec en el Complejo Acatlán (modificado de Ortega-Gutiérrez et al., 2018) y las diferentes unidades metasedimentarias posiblemente análogas.

Al norte, la Fm. Cosoltepec colinda con la Fm. Tecomate mediante un contacto discordante; al sur se encuentra paralela en contacto tectónico no definido, aunque concordante (Ortega-Gutiérrez, 1978) con posible asociación tectónica con los cuerpos en facies de anfibolita y esquistos de cuarzo y biotita de la Fm. Chazumba, donde cerca a esta área se encuentra su localidad tipo (Malone et al., 2002) y, además, las rocas metasedimentarias de esta formación se encuentran en un contacto por cabalgadura con las unidades eclogíticas y serpentiniticas del Complejo Acatlán (Sánchez-Zavala, 2000).

Litológicamente, esta Formación está conformada por filitas y metapsamitas intercaladas con escasos metabasaltos. Se caracteriza por rocas en facies desde prehnita-pumpellyita y hasta esquistos verdes o anfibolita de epidota (Ortega-Gutiérrez, 1978; 2016). Dichas rocas han sido altamente deformadas por distintos eventos tectonotérmicos de bajo grado registrados en sus estructuras, que se presentan,

principalmente, como cinturones plegados, los cuales se extienden en dirección N-S (Keppie et al., 2012; Ortega-Gutiérrez, 1978; Sánchez-Zavala, 2000).

En las últimas décadas, se ha debatido el origen de los sedimentos de la Fm. Cosoltepec, considerándola como un prisma de acreción del periodo Cámbrico-Ordovícico (Ortega-Gutiérrez et al., 1999), una secuencia de margen pasivo depositado en el Océano Iapetus (Ramírez-Espinosa, 2001) o un depósito de elevación continental (Keppie et al., 2006, 2007). Además, tampoco se encuentran claras las relaciones de contacto que tiene con las unidades adyacentes.

A pesar de sus rasgos tan prominentes hasta aquí descritos, la Formación Cosoltepec se encuentra vagamente estudiada y poco comprendida, a diferencia de aquellas unidades de un grado metamórfico superior. Por lo tanto, en esta tesis, se presenta una recopilación de la información publicada por diversos autores sobre las características, origen e interpretaciones paleotectónicas y paleogeográficas de la Formación Cosoltepec. Esta información representa un punto de partida para favorecer la comprensión y el esclarecimiento del ambiente de depósito de esta unidad de bajo grado, sobre todo en un marco geológico tan complejo como lo es el del Complejo Acatlán.

7.2. Geología

La secuencia estratigráfica que define a la Formación Cosoltepec, se caracteriza por su abundancia y monotonía de filitas y cuarcitas con intervalos pelíticos provenientes de protolitos principalmente sedimentarios (Yáñez et al., 1991); afectada por un metamorfismo de bajo grado (Meza-Figueroa et al., 2003), debido a la ausencia de minerales de mayor grado como granate o biotita (Fig. 8). La porción estructural intermedia incluye esquistos psamíticos y pelíticos con esquistos de talco y calcáreos, roca verde, metapedernal y rocas manganesíferas finamente laminadas. La porción superior se compone de rocas metapelíticas (filitas) y metapsamíticas (filitas cuarzosas y cuarcitas), con intervalos de roca verde metabasáltica y capas delgadas de metacalizas, que afloran sólo al oeste de Petlalcingo (Ortega-Gutiérrez, 1978; Sánchez-Zavala, 2008). Igualmente, las filitas, cuarcitas y metapsamitas se encuentran tectónicamente intercaladas con rocas máficas metavolcánicas que llegan a preservar una estructura de lava almohadillada, aunque también se encuentra en bloques masivos de gran espesor (Talavera-Mendoza et al., 2005) que se combinan con metapedernal rojo (Keppie et al., 2007; Ramírez-Espinosa, 2001).

Las rocas verdes, en contacto con la Fm. Chazumba e intercaladas con los metasedimentos, tienen un espesor aproximado de hasta 15 m. Pueden alcanzar coloraciones negras y muestran una textura esquistosa de fina a media con bandeamientos, que suelen encontrarse con pliegues tipo *chevron*. Esta litología está compuesta por plagioclasa, hornblenda, epidota, ocasional granate y rutilo, y con calcita, biotita y moscovita como minerales accesorios (Ortega-Gutiérrez et al., 1978; Sánchez-Zavala, 2008).

Las cuarcitas se presentan frecuentemente en la Fm. Cosoltepec como estratos que llegan a alcanzar espesores cercanos a los 20 m. Su principal constituyente es el cuarzo, pero también se puede encontrar biotita, moscovita y granate hacia la base de esta litología; todas estas fases suelen tener una textura de grano fino (Meza-Figueroa et al., 2003). Las cuarcitas también se encuentran dentro de los estratos de roca verde en forma de lentes y vetas polideformadas que pueden tener longitudes desde 1-2 cm hasta 3-4 m (Ortega-Gutiérrez, 1978; Ramírez-Espinosa, 2001; Sánchez-Zavala, 2008; Talavera-Mendoza et al., 2005).

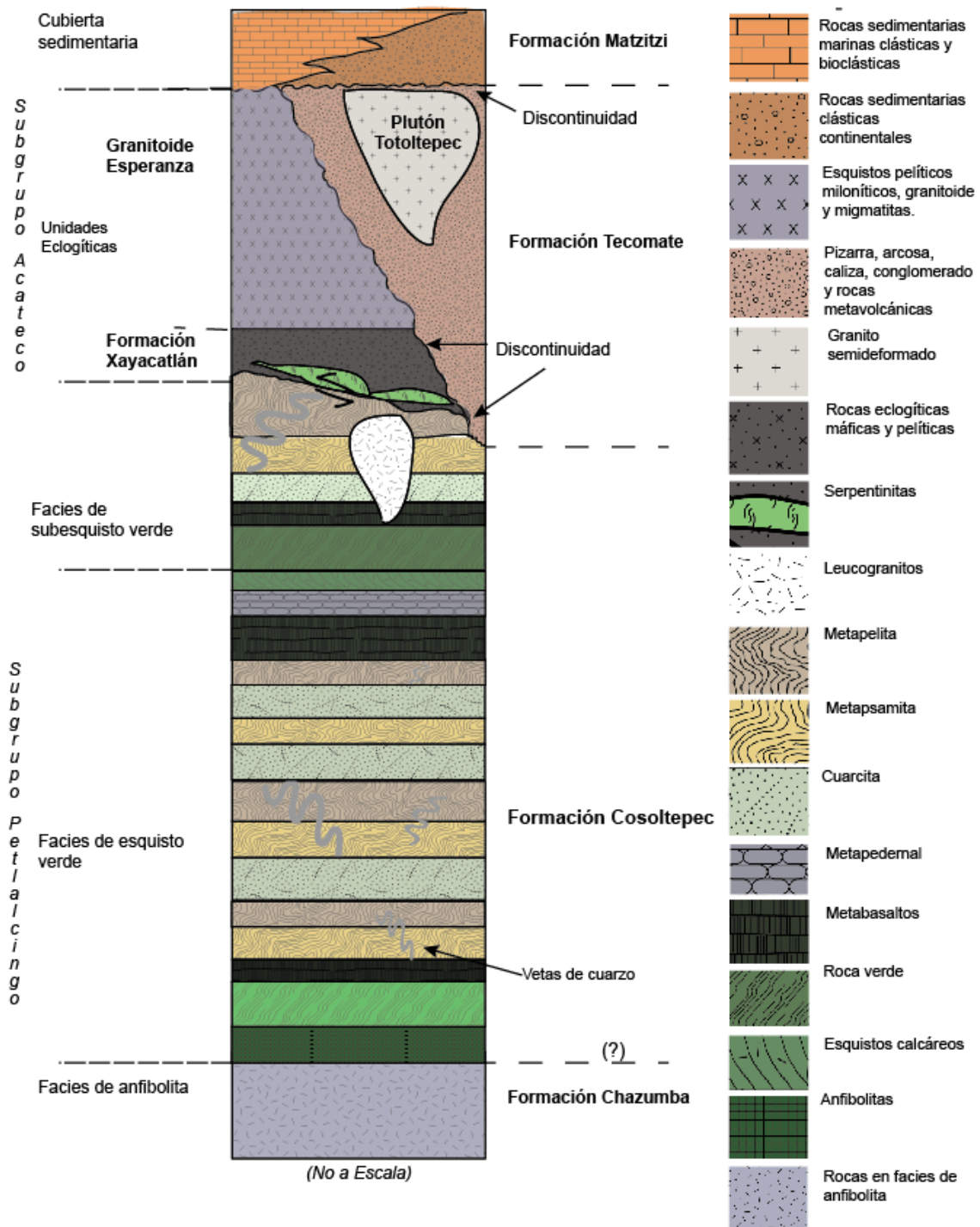


Fig.8. Columna tectonoestratigráfica de la Formación Cosoltepec s.s., donde se muestra su composición litológica, así como su relación estructural con las unidades adjuntas a ésta.

Las rocas esquistosas también son representativas de la Fm. Cosoltepec, la mayoría de ellas metamorizadas en facies de esquisto verde (Malone et al., 2002; Meza-Figueroa et al., 2003). Se observan esquistos filíticos con cuarzo y micas (ej., fengita y biotita) que se pueden encontrar retrogradadas a clorita en la porción oeste de la Formación; mientras que aquellos que se presentan en la porción inferior de la columna estratigráfica contienen clorita, granate y estaurolita (Meza-Figueroa et al., 2003). En los niveles estructurales superior y medio, los esquistos filíticos se encuentran

intercalados con esquistos psamíticos con un contenido más abundante de plagioclasa producto del metamorfismo, así como con esquistos calcáreos y de talco (Malone et al., 2002; Ortega-Gutiérrez, 1978; Sánchez-Zavala, 2008).

Las rocas máficas metavolcánicas, que pueden alcanzar un espesor de metros, se distinguen fácilmente de los metasedimentos que las rodean por su color oscuro. A pesar de que estas rocas fueron afectadas por eventos de deformación penetrativa, conservan su textura ígnea “*quenched*”, que se presenta tanto al exterior de las lavas almohadilladas como en la superficie de flujos masivos (Keppie et al., 2007; Ramírez-Espinosa, 2001), en los cuales, se muestran indicios de los minerales que se encontraban en equilibrio durante su rápido enfriamiento, lo cual origina texturas variolíticas, subvariolíticas y esqueletales. También se observan texturas desde afaníticas, con pseudomorfos de epidota después de piroxeno en una matriz de plagioclasa, a dolerítica, con textura ofítica, con vidrio intersticial recristalizado, y hasta porfídicas donde se presentan fenocristales de olivino y clinopiroxeno en una matriz de clorita-esmectita, albita, epidota, óxidos de Fe-Ti y ocasionalmente, calcita, cuarzo, actinolita y pirita. Los cristales orientados de plagioclasa cálcica están transformados a albita, la clorita reemplaza a los minerales ferromagnesianos y las amígdalas se encuentran rellenas por cuarzo, calcita, clorita, pumpellyita y epidota.

7.3. Geología Estructural

La Fm. Cosoltepec es una unidad polideformada que preserva en sus estructuras geológicas el registro de, al menos, cuatro eventos de deformación distintivos a los que se ha visto sometida, tanto a micro como a mesoescala:

1. El primer evento de deformación ($D1_{FC}$) se evidencia a nivel microscópico, como un clivaje continuo y fino en las cuarcitas y rocas metavolcánicas. En éstas últimas se observa como foliación dentro de los poikiloblastos de plagioclasa (Vega-Granillo et al., 2009).
2. La segunda fase de deformación penetrativa ($D2_{FC}$) se debe a un evento de compresión con dirección WNW–ESE. Se considera que en este evento se alcanzaron las condiciones máximas de metamorfismo en facies de esquistos verde, dando lugar a esquistosidad ($S2_{FC}$), definida por dominios de clivaje de fengita-clorita-biotita que es visible principalmente en filitas y paralelos a los lechos de cuarcita ($S1_{FC}$) de grano fino y espaciados milimétricamente; ambas esquistosidades son paralelas. También, se observa una lineación $L2_{FC}$, definida por moscovita, albita, cuarzo y clorita, que se sobrepone a cualquier otra lineación que pueda ser anterior (Malone et al., 2002; Vega-Granillo et al., 2009; Weber et al., 1997).
3. La tercera fase de deformación ($D3_{FC}$) resulta de la cizalla simple que produjo pliegues curvilíneos, apretados e isoclinales ($F1_{FC}$), donde la esquistosidad planar $S2_{FC}$ se observa dada la alineación de los filosilicatos y con una lineación marcada del cuarzo ($L3_{FC}$) (Malone et al., 2002).
4. La cuarta fase de deformación ($D4_{FC}$) es producto de un acortamiento con dirección WNW–ESE (i.e., $D2_{FC}$) y está asociada al metamorfismo retrógrado. El resultado de esta fase es plegamiento subisoclinal e isoclinal ($F2_{FC}$) de escala meso- a microscópica, de la foliación ($S2_{FC}$) y por un clivaje superficial axial no homogéneo ($S3_{FC}$). Los pliegues van de apretados a isoclinales en las filitas y de estrechos a abiertos en las cuarcitas. Además, se observa un replegamiento de las estructuras $F1_{FC}$, formando isoclinas replegadas de tipo III y un clivaje de

crenulación planar axial ($S4_{FC}$), coplanario a la foliación combinada $S1_{FC}/S2_{FC}$ (Vega-Granillo et al., 2009; Malone et al., 2002).

8. Unidades Metasedimentarias Posiblemente Análogas a la Formación Cosoltepec s.s.

La localidad-tipo de la Formación Cosoltepec ($18^{\circ}08'32,99''$; $97^{\circ}47'27,99''$) (Fig. 7), fue descrita por primera vez por Ortega-Gutiérrez (1975,1978), es el afloramiento en cuyo centro se ubica el poblado "Cosoltepec". La sección-tipo se desarrolló según las rocas que afloran en el camino de Cosoltepec-Xoluxtla-Chichihualtepec.

Con los años, el Complejo Acatlán se ha convertido en una zona de gran interés geológico y, por lo tanto, se han realizado abundantes estudios que han aportado al conocimiento que se tiene sobre éste. Dado lo anterior, a partir del 2005, se han descrito numerosas unidades volcanometasedimentarias de bajo grado en el Complejo y aunque las unidades descritas comparten características principales, como son las relaciones estratigráficas, características estructurales, litológicas y petrológicas, que son similares o idénticas con la Formación Cosoltepec s.s., en la literatura se le ha otorgado un nuevo nombre referente a las localidades donde llevaron a cabo las investigaciones (ej., Grodzicki et al.,2008; Morales-Gómez et al., 2008; Ortega-Obregón et al., 2009).

Por lo anterior, es necesaria la recopilación de la información disponible de las diferentes unidades metasedimentarias de bajo grado que comparten características litológicas, geoquímicas, geocronológicas, estructurales y de relaciones estructurales similares con la Fm. Cosoltepec s.s., con el fin de realizar una comparación y proponer su reintegración (Fig. 7) (Tabla 1).

Tabla 1. Características principales de las unidades metasedimentarias consideradas como análogas a la Formación Cosoltepec (s.s.) en este trabajo.

Nombre de la Unidad	Litología predominante	Características	Edades máxima y mínima de depósito	Referencias
Fm. Cosoltepec s.s.	<p>Parte inferior: anfibolitas, cuarcitas, metapelitas.</p> <p>Porción media: metapelitas, metapsamitas, cuarcita, metapedernal, rocas verdes, esquistos de clorita, fengita y granate y esquisto calcáreo.</p> <p>Parte superior: Filitas y cuarcitas intercaladas con rocas verdes.</p>	<p>En su base concuerda estructuralmente con la Formación Chazumba. Las rocas de la Fm. Cosoltepec s.s. subyacen tectónicamente a las unidades eclogíticas de alto grado.</p> <p>Contacto paralelo brusco o gradual con el Subgrupo Acateco.</p> <p>Presenta un mínimo de tres deformaciones y plegamientos acompañados de foliación y lineaciones.</p> <p>Cinturones plegados que se extienden en dirección N-S.</p> <p>Intervalo intrusionado por diques de felsitas.</p>	<p>Proterozoico-Pensilvánico.</p> <p>Pensilvánico-Pérmico</p> <p>Devónico-Carbonífero</p>	1, 2, 3, 4, 5, 6, 14
Unidad El Rodeo	Metabaltos en facies de esquisto verde, metaconglomerados y rocas metavolcanosedimentarias.	<p>La Unidad El Rodeo subyace de manera discordante a la Formación Olinalá.</p> <p>Las rocas fueron intrusionadas por un granitoide del Ordovícico temprano.</p>	Neo/Meso-proterozoico y Ordovícico Temprano	4

Unidad Canoas	Al norte de la Unidad: intercalación gradual de metapsamitas masivas de bajo grado. Al sur: metapelitas de bajo grado laminadas, cortadas por abundantes vetas de cuarzo.	En contacto discordante con areniscas, conglomerados y rocas volcanoclásticas del Cenozoico. Las rocas registran cuatro fases de deformación penetrativa.	Neo/Meso-proterozoico	7
Unidad Amate	Rocas en facies de esquistos verdes. Meta-arcosas, metapsamitas feldespáticas y metapelitas. Rocas corneanas en contacto con intrusivos.	Los contactos con la Unidad La Huerta y Salada es mediante fallas dextrales. Las rocas registran, al menos, tres eventos de deformación que forman pliegues. Rocas metasedimentarias intrusionadas por pegmatitas y diques del Silúrico inferior	Neo/Meso-proterozoico y Ordovícico Tardío	8, 9
Unidad La Huerta	Rocas en facies de esquistos verdes. Metapsamitas intercaladas con metapelitas y vetas de cuarzo que, eventualmente, forman pegmatitas al oeste.	En contacto con la Unidad Amate por una zona de falla dextral y la Formación Tecamate está cabalgando y cortando a esta Unidad. Las rocas registran tres fases de deformación penetrativa. Rocas cortadas por pegmatitas del Ordovícico medio y diques.	Neo/Meso/Paleo-proterozoico y Ordovícico Tardío	6, 8, 9, 10
Unidad Las Minas	Rocas en facies de esquistos verdes. Grauvacas y metapsamitas intercaladas con metapelitas.	Se encuentra sobre una zona de falla listrica, colindando con la Unidad Otate ⁹ . Rocas registran tres fases de deformación penetrativa. Rocas cortadas por <i>sills</i> , un enjambre de diques toleíticos y un granito del Ordovícico.	Cámbrico, Ordovícico Medio	9, 10, 11
Unidad Las Calaveras	Rocas en facies de esquistos verdes. Conjuntos de rocas metavolcanosedimentarias con clorita y epidota, cuarcitas de grano medio a fino y metagrauvacas.	Registra tres eventos de deformación penetrativa. Leucogranito (Los Malpasos) cortan a las metagrauvacas, abundantes diques.	Meso-proterozoico, Ordovícico	12
Unidad El Epazote	Rocas metavolcanosedimentarias en facies de esquistos verdes. Metapelitas y metapsamitas de grano fino.	Rocas en contacto tectónico con granitoides con megacristales del Ordovícico medio (La Noria) y en contacto por una falla dextral con un <i>augen</i> granito (El Zapote Negro).	Neo/Meso proterozoico, Ordovícico superior	12
Unidad Progreso	Metapsamitas polideformadas y, ocasionalmente, metapelitas.	Cubre de manera discordante a la Formación Olinalá. Las rocas están foliadas y plegadas. Se encuentra intrusionada por diques máficos.	Neo/Meso proterozoico, Carbonífero	13
Unidad Salada	Metapsamitas en facies de esquistos verdes,	Esta unidad se encuentra yuxtapuesta tectónicamente con la Unidad Amate y	Neo proterozoico-Carbonífero inferior	8, 10

	metapelitas, intercaladas con lentes máficos.	sobreyace a la Formación Tecomate.		
Unidad Coatlaco	Rocas en facies de esquistos verdes. Metapsamitas, metapelitas y cuarcitas intercaladas con metabasaltos almohadillados.	Se presenta en contacto tectónico, sugierentemente discordante con la Unidad Canoas y cabalgadas por las Unidades anfíbolíticas y eclogíticas de alto grado. Presenta dos eventos de deformación penetrativa.	Devónico-Carbonífero	7, 14
Unidad Amarillo	Metapelitas intercaladas con metapsamitas, en facies de esquistos verdes. Rocas máficas en facies de anfíbolita.	Se encuentra sobre la Formación Tecomate, yuxtapuesta tectónicamente con el plutón Totoltepec y superpuesta de forma discordante con rocas clásticas del Jurásico. Las rocas muestran evidencia de polideformación. La unidad es intrusionada por diques máficos.	Carbonífero	15
Unidad Naranja	Rocas en facies de esquistos verdes. Metapsamitas con venas de cuarzo y metapelitas intercaladas con lavas almohadilladas y masivas.	Al norte, se presenta en contacto discordante con de la Formación Olinalá y al sur está en contacto con la Unidad Progreso. Las rocas muestran varios eventos de deformación.	Devónico-Carbonífero	13
Unidad Zumpango	Rocas en facies de esquistos verdes. Cuarcitas, metapsamitas, filitas foliadas y ceniza volcánica blanca, escasas lavas almohadilladas.	Se localiza sobre un bloque de falla con dirección ENE en el centro del bloque de la Formación Olinalá. Aquí, se encuentra en contacto por falla con la Unidad de alto grado Zacango. Rocas polideformadas que muestran foliación, clivaje penetrativo y plegamiento.	Misisípico-Pérmico	13

1. Ortega-Gutiérrez (1978); 2. Ortega-Gutiérrez et al. (1999); 3. Yáñez et al. (1991); 4. Talavera-Mendoza et al. (2005); 5. Nance et al. (2006); 6. Keppie et al. (2006); 7. Grodzicki et al. (2008); 8. Morales-Gómez et al. (2008); 9. Keppie et al. (2008b); 10. Dostal et al. (2009); 11. Ramos-Arias et al. (2008); 12. Hinojosa-Prieto et al. (2008); 13. Ortega-Obregón et al. (2009); 14. Gradstein et al. (2004); 15. Kirsch et al. (2014).

Unidad El Rodeo

La Unidad El Rodeo (18°34'0,17"; 98°16'41,48") (Fig. 7), está compuesta por rocas máficas, esquistos, metaconglomerados y rocas metavolcanosedimentarias en facies de esquistos verdes que están intercaladas con metapedernal y cuarcitas. La mineralogía de las metabasitas de la Unidad El Rodeo, se conforma de cristales de grano fino de epidota, actinolita, cuarzo y albita (Sánchez-Zavala, 2008). Esta Unidad está superpuesta de manera discordante por la Formación Olinalá e intrusionada por leucogranitos en el Ordovícico temprano (Talavera-Mendoza et al., 2005; Vega-Granillo et al., 2007).

Cabe destacar que ésta se toma en cuenta como una Unidad independiente y transicional a la Formación Tecomate y que, además, podría contener a las Unidades Malpaso y Ojo de Agua, las cuales se constituyen, igualmente, de metapsamitas,

metapelitas polideformadas y esquistos semipelíticos que subyacen al grupo Patlanoaya (Ramos-Arias et al., 2008; Keppie et al., 2008b).

Unidad Canoas

La litología de bajo grado de la Unidad Canoas (17°41'08,27"; 98°38'25,92") (Fig. 7), está constituida, al norte, por metapamitas que gradualmente cambian a metapelitas laminadas que son intrusionadas por vetas de cuarzo, hacia el sur. Las metapsamitas se componen de cuarzo con feldespato, moscovita, calcita, clorita y con circón y turmalina como minerales accesorios. Al este, la unidad está sobrepuesta discordantemente por rocas sedimentarias no metamorfoseadas de la Formación Olinalá (Grodzicki et al., 2008).

En esta Unidad se han descrito cuatro eventos de deformación penetrativa. El primero (D1), formó clivaje y pliegues isoclinales apretados en las vetas de cuarzo; el segundo (D2), formó nuevos pliegues en las vetas de cuarzo, así como la crenulación del clivaje y los pliegues, superficies que se ven nuevamente plegadas por un tercer evento (D3). El cuarto evento de deformación (D4) es visible como pliegues tipo *kink* y *chevron* en las metapelitas, que cambian la tendencia de la dirección del rumbo en el clivaje compuesto por D1 y D2 (Grodzicki et al., 2008).

Unidad Amate

La Unidad Amate (18°13'57,02"; 97°59'1,68") (Fig. 7), está dominada por metapsamitas y metapelitas, todas ellas intrusionadas por diques máficos, se encuentra en un bloque de falla central del Complejo Acatlán con tendencia N-S. Las rocas metasedimentarias se componen de cuarzo, moscovita, feldespato, clorita y, en menor medida, circón y minerales opacos. Esta unidad se encuentra en contacto mediante fallas dextrales con las Unidades La Huerta y Salada. El enjambre de diques que intrusionan a esta unidad y a La Huerta, son gneises anfibolíticos máficos con bandas ultramáficas y leucogabroicas de plagioclasa. En las zonas donde los diques han sido más deformados debido a eventos de cizalla, asociados a metamorfismo retrogrado, se puede encontrar serpentinita y esquistos de clorita. Esta unidad se encuentra deformada por, al menos, tres eventos que produjeron plegamiento y que alcanzaron condiciones de facies de esquistos verde (Morales-Gómez et al., 2008; Keppie et al., 2008b).

Unidad La Huerta

La Huerta (18°14'47,40"; 97°58'47,56") (Fig. 7), presenta una intercalación de metapelitas y metapsamitas, compuestas de cuarzo, moscovita, clorita, circón y minerales opacos como accesorios. En el sector oriental de esta Unidad se aprecia un cambio gradual en la intrusión de abundantes vetas que van de cuarzo a pegmatitas. La unidad La Huerta se encuentra, al oeste, en contacto mediante una zona de falla dextral con Unidad Amate, sobre el mismo bloque de falla. Además, esta Unidad está siendo cabalgada, al este, por la Fm. Tecomate. Se distinguen tres episodios de deformación penetrativa que se produjeron bajo condiciones metamórficas en facies de esquistos verde (Morales-Gómez et al., 2008).

Unidad Las Minas

La Unidad Las Minas (18°31'0,70"; 98°19'59,45") (Fig. 7), se encuentra sobre una zona de cizalla lítrica con buzamiento hacia el este (Keppie et al., 2008b; Ramos-Arias et al., 2008). Está formada por psamitas de bajo grado, intercaladas con filitas pelíticas polideformadas intruídas por diques y cuerpos máficos, así como por un

leucogranito (Granito Columpio del Diablo; Keppie et al., 2008b). La mineralogía de las metapsamitas consiste principalmente en cuarzo, clorita y feldespato potásico, con moscovita en menor medida y circón como mineral accesorio. A su vez, las filitas tienen moscovita, clorita, cuarzo y minerales opacos. Los intrusivos máficos contienen anfíbol, clorita, epidota, cuarzo, plagioclasa alterada, moscovita y minerales opacos y calcita como accesorios. Estos conjuntos minerales son indicadores de facies de esquisto verde. La unidad yace de manera discordante bajo la unidad Otate. La Unidad Las Minas presenta estructuras producto de tres episodios de deformación, como es un plegamiento con tendencia hacia el E, clivaje casi pizarroso en las metapsamitas y foliación de los anfíboles y la clorita en las rocas máficas, producto de plegamiento flexural y cizallamiento dextral (Keppie et al., 2008b; Ramos-Arias et al., 2008b).

Unidad Las Calaveras

Las Calaveras (18°18'29,02"; 98° 9'49,55") (Fig. 7), es una unidad metasedimentaria de cuarcitas y metagrauvas de grano fino a medio, cortada por el leucogranito Los Malpasos (Hinojosa-Prieto et al., 2008). Su mineralogía se basa en agregados de cuarzo recristalizado, feldespato potásico, moscovita, clorita, epidota, biotita, microclina con circón, calcita y minerales opacos como accesorios. Entre esta unidad y el pueblo La Noria se encuentra una zona de falla milonítica. En la Unidad Las Calaveras se observan, al menos, tres eventos de deformación: el primero (D1) es dúctil, definido por la presencia de esquistosidad paralela a la estratificación, donde se observa la lineación de la moscovita y la plagioclasa; el segundo evento (D2), también dúctil, produjo plegamientos y clivaje espaciado. El tercer evento de deformación (D3) se registra en bandas *kink* y plegamiento tipo *chevron* con buzamiento NNW a SSE y podría estar asociado a la exhumación de las unidades eclogíticas. Los dos primeros eventos (D1 y D2) alcanzaron condiciones de facies de esquisto verde (Hinojosa-Prieto et al., 2008).

Unidad El Epazote

La litología de la Unidad El Epazote (18°18'6,14"; 98° 8'7,07") (Fig. 7), se basa en metapelitas, rocas metavolcanoclásticas y metapsamitas y está intrusionada por el granito La Noria. Las rocas metapelíticas son esquistos de clorita, plagioclasa, muscovita y feldespato potásico con calcita y minerales opacos como accesorios. Mientras que los horizontes metavolcanoclásticos son esquistos de epidota-clorita, de granate-clinozoisita y muscovita-clorita, que presentan cuarzo, calcita y ortoclasa recristalizados, con minerales opacos y circón como minerales accesorios. Finalmente, las metapsamitas se componen de agregados de cuarzo recristalizado, feldespato, plagioclasa, muscovita, clorita, epidota, biotita y, de forma accesorio, circón y minerales opacos como accesorios. El contacto entre la Unidad El Epazote y el granito El Zapote Negro es una zona de falla dextral (Falla La Escalerilla). Esta Unidad muestra los mismos tres eventos de deformación dúctil en facies de esquisto verde identificados en Las Calaveras, i.e., esquistosidad paralela a la estratificación, plegamiento isoclinal, clivaje con crenulación, lineación mineral, foliación y bandas *kink* (Hinojosa-Prieto et al., 2008).

Unidad Progreso

La Unidad Progreso (17°47'59,10"; 98°43'38,03") (Fig. 7), se compone de metapsamitas y metapelitas polideformadas en facies de esquisto verde. Las rocas metasedimentarias se encuentran foliadas y plegadas y están compuestas por cuarzo, moscovita, feldespato, plagioclasa y, en menor medida, clorita y minerales opacos. Estas rocas están intrusionadas por diques máficos con anfíbol, clorita, albita y minerales opacos como accesorios. Los eventos de deformación han producido

estructuras como clivaje por solución observado en las micas de las metapsamitas, en los anfíboles de los diques y en bandas *kink* (Ortega-Obregón et al., 2009).

Unidad Salada

La Unidad Salada ($18^{\circ}14'0,77''$; $97^{\circ}57'34,1''$) (Fig. 7), está conformada por metapsamitas y metapelitas compuestas por cuarzo, moscovita, clorita y minerales opacos como minerales accesorios. A su vez, estas litologías están intercaladas con lentes máficos toleíticos que contienen anfíbol, clorita, feldespato, epidota y minerales opacos. Dichas rocas están metamorfolizadas en facies de esquisto verde. Esta Unidad se encuentra en un bloque de falla con tendencia N-S. Al oeste, se encuentra en contacto con la Fm. Tecomate mediante falla dextral y al norte con la Unidad Amate por una zona de cizalla E-O; al sur está cubierta discordantemente por rocas del Cenozoico (Morales-Gómez et al., 2008).

Unidad Coatlico

La litología de la Unidad Coatlico ($17^{\circ}41'53,56''$; $98^{\circ}38'25,91''$) (Fig. 7), está dominada por metapsamitas, metapelitas, metabasaltos masivos y almohadillados con bordes de pedernal y cuarcitas; todo ello cabalgado por rocas anfíbolíticas y ecogíticas de alto grado (Grodzicki et al., 2008). Los basaltos contienen fenocristales de clinopiroxeno parcialmente alterado a clorita incluidos en una matriz de cuarzo, plagioclasa, epidota, anfíbol, calcita, clorita y, en menor medida, titanita y otros minerales opacos; lo cual es indicativo de condiciones de facies de esquisto verde. Las cuarcitas tienen circones y moscovita en menor proporción. Además, las rocas de esta Unidad muestran estructuras de deformación penetrativa, como es el clivaje y crenulación marcada por la lineación de la moscovita y el aplanado de los granos de cuarzo, con una inclinación hacia el SE. Las texturas están cortadas por vetas de cuarzo que tienen una dirección E-O.

Unidad Amarillo

La Unidad Amarillo ($18^{\circ}15'25,38''$; $97^{\circ}46'33,24''$) (Fig. 7), está conformada por metapelitas intercaladas con metapsamitas intruídas por diques máficos y altamente deformadas por un evento que alcanzó condiciones de facies de anfíbolita (Kirsch et al., 2014). Los minerales que conforman las rocas metasedimentarias son: cuarzo, biotita, moscovita y granate con el circón, apatito, minerales opacos, calcita y clorita como minerales accesorios y secundarios. Por otro lado, los intrusivos máficos y andesíticos se componen de anfíbol, plagioclasa, biotita, cuarzo y, en menor proporción, apatito e ilmenita. En las zonas de falla asociadas a eventos de retrogresión metamórfica, se encuentra, también, clorita, epidota, calcita y apatito. Al oeste, esta Unidad está en contacto por falla normal con el Plutón Totoltepec, se encuentra cabalgando sobre los sedimentos de la Formación Tecomate y, al este, está cubierta discordantemente por rocas clásticas del Jurásico.

Unidad El Naranja

El Naranja ($17^{\circ}48'0,82''$; $98^{\circ}53'0,13''$) (Fig. 7), es una Unidad donde abundan las metapsamitas y metapelitas, que están intercaladas con lavas máficas almohadilladas (Ortega-Obregón et al., 2009). Estas rocas fueron polideformadas por eventos que alcanzaron condiciones de facies de esquistos verdes y subesquistos verdes. Cuarzo, moscovita, feldespato y plagioclasa son los minerales que componen a las rocas metasedimentarias, mientras que, además de dicha mineralogía, las metapelitas también presentan abundantes vetas de cuarzo deformadas y contienen pirita y, de

manera accesoria, minerales opacos. Los minerales principales en las lavas son plagioclasa, epidota, y minerales opacos como accesorios. Al norte, El Naranja se encuentra en contacto discordante con la Fm. Olinalá y, al sur, se yuxtapone tectónicamente con la Unidad Progreso. Las rocas metasedimentarias polideformadas muestran clivaje de disolución replegado formando crenulación y bandas *kink*. Cabe mencionar que también se presentan lavas masivas carentes de foliación (Ortega-Obregón, et al., 2009)

Unidad Zumpango

La Unidad Zumpango (17°50'51,24"; 98°45'11,98") (Fig. 7), está conformada por cuarcitas, metapsamitas, filitas, cenizas volcánicas y escasas lavas máficas con plagioclasa, anfíbol y minerales opacos. Esta Unidad se encuentra en contacto por posible falla con la Unidad de alto grado Zacango y se encuentra sobre un bloque de falla con dirección ENE, al centro de Olinalá. Las rocas en facies de esquistos verdes de esta Unidad presentan estructuras producto de varios eventos de deformación, como un clivaje definido por el estiramiento de los cristales de cuarzo y la orientación de arcillas y un segundo clivaje producido por disolución. El primer clivaje se encuentra deformado por crenulación. También se presenta plegamiento a gran escala (Ortega-Obregón et al., 2009).

9. Datos Geoquímicos

En esta sección se muestran los resultados obtenidos de la recopilación de análisis geoquímicos de roca total (Óxidos mayores: SiO₂, TiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, MnO, MgO, CaO, Na₂O, K₂O y P₂O₅; LILE: Cs, Rb, Ba, Sr y Pb; HFSE: Th, U, Zr, Hf, Ta, Y y Nb; REE: La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb y Lu), representados en diagramas de clasificación del protolito, diagramas multielementales y diagramas de discriminación tectónica aplicados a diferentes muestras alrededor de la Formación Cosoltepec s.l. (Anexo 14.1). Así mismo, para facilitar la presentación de los datos recopilados, se clasificaron las diferentes litologías en: i) rocas máficas y ii) rocas metasedimentarias.

9.1. Geoquímica de Rocas Máficas

Los datos geoquímicos de roca total de las rocas máficas (metavolcánicas) recopiladas en esta sección proceden de 29 muestras provenientes de la Formación Cosoltepec s.s. (Keppie et al., 2007; Ramírez-Espinosa, 2001) y de las Unidades Coatlico (Grodzicki et al., 2008), Progreso (Ortega-Obregón et al., 2010a), Zumpango (Ortega-Obregón et al., 2010a) y Amarillo (Kirsch et al., 2014) (Anexo 14.1.).

De los datos recopilado muestran que las rocas metavolcánicas, contienen una variación significativa de K₂O (0.013-6.95 wt%), Na₂O (0.08-6.95 wt%), y CaO (0.4-13.2 wt%). La misma variación se observa en los elementos traza más incompatibles y móviles, como son: Rb (<2-70.6 ppm), Ba (5-1760 ppm), y Sr (14-608 ppm), así como en los menos móviles (HFSE): TiO₂ (0.41-3.8 wt%), Nb (2.1-51.7 ppm), Zr (22.1-379), Cr (33.6-1136.1 ppm), Ni (33.6-285 ppm) y Y (6.3-48 ppm).

Las muestras se clasificaron según el diagrama de discriminación basáltica propuesto por Pearce (1996). Como se puede observar en las Figuras 9 y 10, las rocas metavolcánicas se clasifican como basaltos que, en conjunto con su variación composicional en función del contenido en SiO₂ y TiO₂, permite dividirlos en dos grupos (Tabla 2):

Grupo 1): Basaltos subalcalinos empobrecidos en TiO₂ (<1.93 wt%) (Fig. 9)

Grupo 2): Basaltos alcalinos ricos en TiO₂ (>2.19 wt%) (Fig. 10).

En cuanto al contenido de sílice, el Grupo 1, formado por la mayoría de las muestras en basaltos toleíticos contiene entre 44.32-50.85 wt% de SiO₂; en cambio, el Grupo 2, formado por basaltos alcalinos (CF 110, Ramírez-Espinosa, 2001; COS-3 y COS-5, Keppie et al., 2007), contiene entre 51.6-51.86 wt% de SiO₂.

Los basaltos del Grupo 1, contienen también un empobrecimiento en Nb, Zr e Y, a comparación de las muestras del Grupo 2, como se ve en la Figura 10. Cabe mencionar que el empobrecimiento de TiO₂, es relativo entre los dos Grupos de basaltos, ya que ambos tienen un contenido superior respecto al manto primitivo (>1 wt%; Keppie et al., 2007).

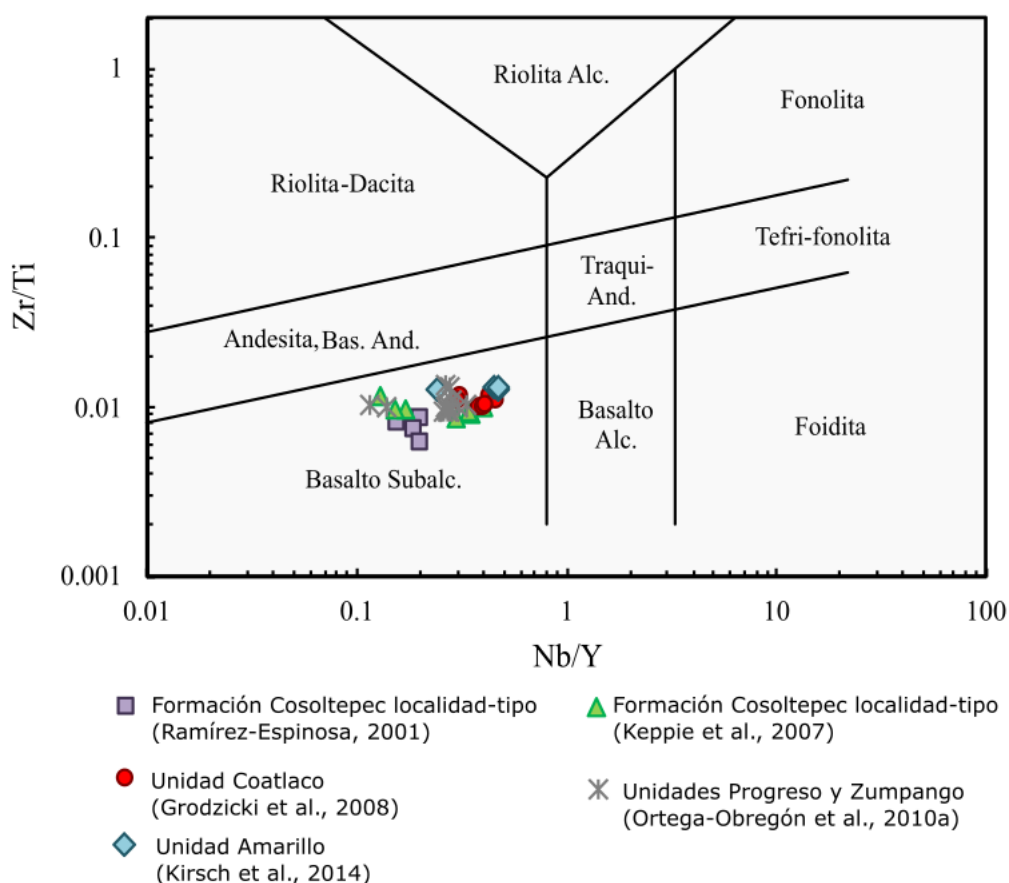


Fig. 9. Diagrama de discriminación basáltica donde se enfrenta la relación Nb/Y vs Zr/Ti (Pearce, 1996) en las rocas máficas del Grupo 1 como basaltos subalcalinos en la Fm. Cosoltepec s.s. (Keppie et al., 2007; Ramírez-Espinoza, 2001) y las Unidades Coatlaco (Grodzicki et al., 2008), Progreso, Zumpango (Ortega-Obregón et al., 2010a) y Amarillo (Kirsch et al., 2008).

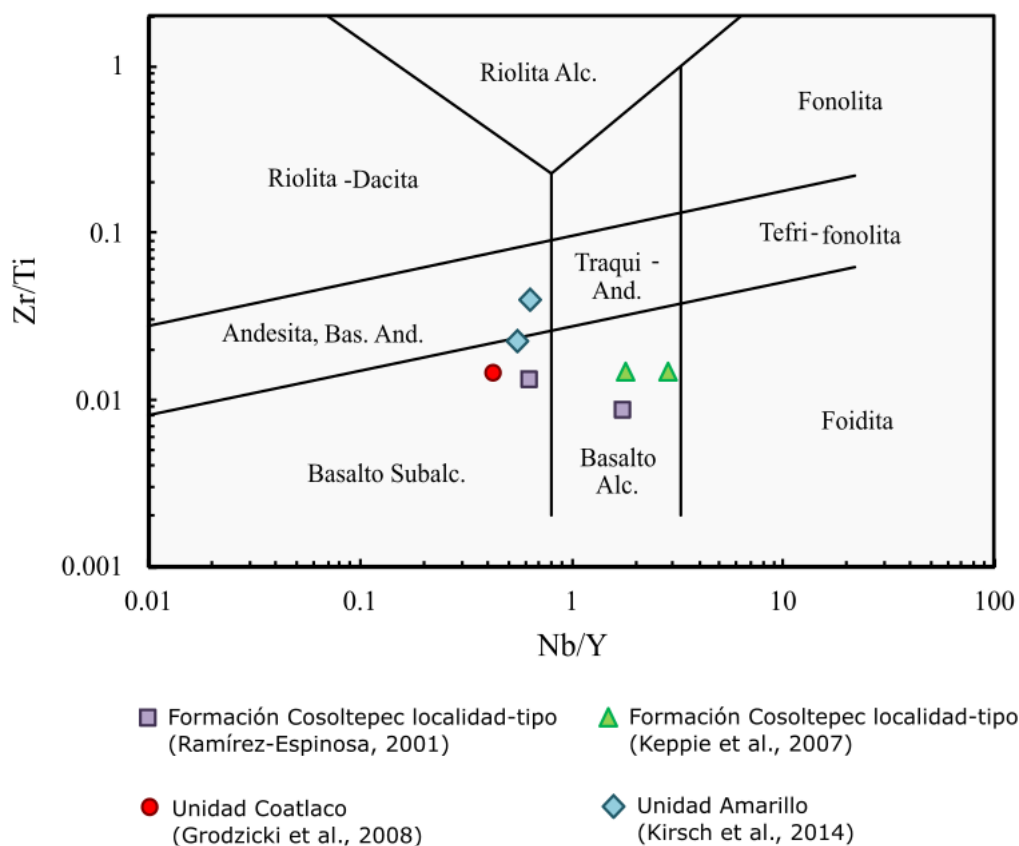


Fig. 10. Diagrama de discriminación basáltica donde se enfrena la relación Nb/Y vs Zr/Ti (Pearce, 1996) en las rocas máficas del Grupo 2 como basaltos en la Fm. Cosoltepec s.s. (Keppie et al., 2007; Ramírez-Espinoza, 2001) y las Unidades Coatlaco (Grodzicki et al., 2008), Progreso, Zumpango (Ortega-Obregón et al., 2010a) y Amarillo (Kirsch et al., 2008).

Por otro lado, la muestra TT-48A (Unidad Amarillo; Kirsch et al., 2014), presenta un ligero enriquecimiento en SiO₂ de 55.94 wt% en comparación con las demás muestras consideradas, lo cual indica que dicha muestra es una ortoanfibolita proveniente de un basalto andesítico que, debido a su bajo contenido en TiO₂, se ha incluido en el Grupo 1.

La muestra de la Unidad Coatlaco (CB5; Grodzicki et al., 2008) tiene un contenido alto de TiO₂, sin embargo, la relación elemental Zr/Ti con Nb/Y, que se muestra en la Figura 10, es correspondiente al grupo de los basaltos subalcalinos. No obstante, siguiendo el criterio anterior, se le ha considerado como parte del Grupo 2.

Tabla 2. Clasificación de las muestras máficas en Grupo 1 (Basaltos subalcalinos empobrecidos en TiO₂) y Grupo 2 (Basaltos alcalinos ricos en TiO₂).

Muestra	Grupo	Localidad	Referencia
CF 37	2	Formación Cosoltepec	Ramírez-Espinosa (2001)
CF 110	2	Formación Cosoltepec	Ramírez-Espinosa (2001)
CF 59	1	Formación Cosoltepec	Ramírez-Espinosa (2001)
CF 91	1	Formación Cosoltepec	Ramírez-Espinosa (2001)
CF 126	1	Formación Cosoltepec	Ramírez-Espinosa (2001)
CF 230	1	Formación Cosoltepec	Ramírez-Espinosa (2001)
COS-3	2	Formación Cosoltepec	Keppie et al. (2007)
COS-5	2	Formación Cosoltepec	Keppie et al. (2007)
COS-9	1	Formación Cosoltepec	Keppie et al. (2007)
COS-16	1	Formación Cosoltepec	Keppie et al. (2007)
COS-31	1	Formación Cosoltepec	Keppie et al. (2007)
COS-33	1	Formación Cosoltepec	Keppie et al. (2007)
COS-44	1	Formación Cosoltepec	Keppie et al. (2007)
COS-46	1	Formación Cosoltepec	Keppie et al. (2007)
COS-52	1	Formación Cosoltepec	Keppie et al. (2007)
CB1	1	Unidad Coatlahco	Grodzicki et al. (2008)
CB4	1	Unidad Coatlahco	Grodzicki et al. (2008)
CB5	2	Unidad Coatlahco	Grodzicki et al. (2008)
CB6	1	Unidad Coatlahco	Grodzicki et al. (2008)
LCB5	1	Unidad Coatlahco	Grodzicki et al. (2008)
LCB6	1	Unidad Coatlahco	Grodzicki et al. (2008)
LCB7	1	Unidad Coatlahco	Grodzicki et al. (2008)
LCB8	1	Unidad Coatlahco	Grodzicki et al. (2008)
OL-36(1)	1	Unidad Progreso y Zumpango	Ortega-Obregon et al. (2010a)
OL-36(2)	1	Unidad Progreso y Zumpango	Ortega-Obregon et al. (2010a)
OL-243	1	Unidad Progreso y Zumpango	Ortega-Obregon et al. (2010a)
OL-244	1	Unidad Progreso y Zumpango	Ortega-Obregon et al. (2010a)
OL-245	1	Unidad Progreso y Zumpango	Ortega-Obregon et al. (2010a)
OL-501 M2	1	Unidad Progreso y Zumpango	Ortega-Obregon et al. (2010a)
OL-502 M3	1	Unidad Progreso y Zumpango	Ortega-Obregon et al. (2010a)
OL-503 M4	1	Unidad Progreso y Zumpango	Ortega-Obregon et al. (2010a)
OL-504 M5	1	Unidad Progreso y Zumpango	Ortega-Obregon et al. (2010a)
OL-505 M6	1	Unidad Progreso y Zumpango	Ortega-Obregon et al. (2010a)
OL-506 M7	1	Unidad Progreso y Zumpango	Ortega-Obregon et al. (2010a)
OL-507 M8	1	Unidad Progreso y Zumpango	Ortega-Obregon et al. (2010a)
OL-508 M9	1	Unidad Progreso y Zumpango	Ortega-Obregon et al. (2010a)
OL-509 M10	1	Unidad Progreso y Zumpango	Ortega-Obregon et al. (2010a)
TT-30	1	Unidad Amarillo	Kirsch et al. (2014)
TT-47	1	Unidad Amarillo	Kirsch et al. (2014)
TT-661	1	Unidad Amarillo	Kirsch et al. (2014)
TT-682	1	Unidad Amarillo	Kirsch et al. (2014)
TT-48A	2	Unidad Amarillo	Kirsch et al. (2014)
TT-664	2	Unidad Amarillo	Kirsch et al. (2014)

Para poder inferir la fuente mineralizante del magma, se representó en el diagrama de Frost et al. (2008) el contenido (wt%) de Al y $Fe^* = FeO / (FeO + MgO)$ de las muestras de los basaltos del Grupo 1 y 2. Como se puede afirmar dada la Figura 11, todas las muestras de metabasaltos, aquí consideradas, provienen de un magma metaluminoso, es decir, tienen una proporción molecular de Al₂O₃ menor en comparación a la proporción de Fe, lo que es concordante con los basaltos toleíticos del Grupo 1, que suelen mostrar altos contenidos de FeO total.

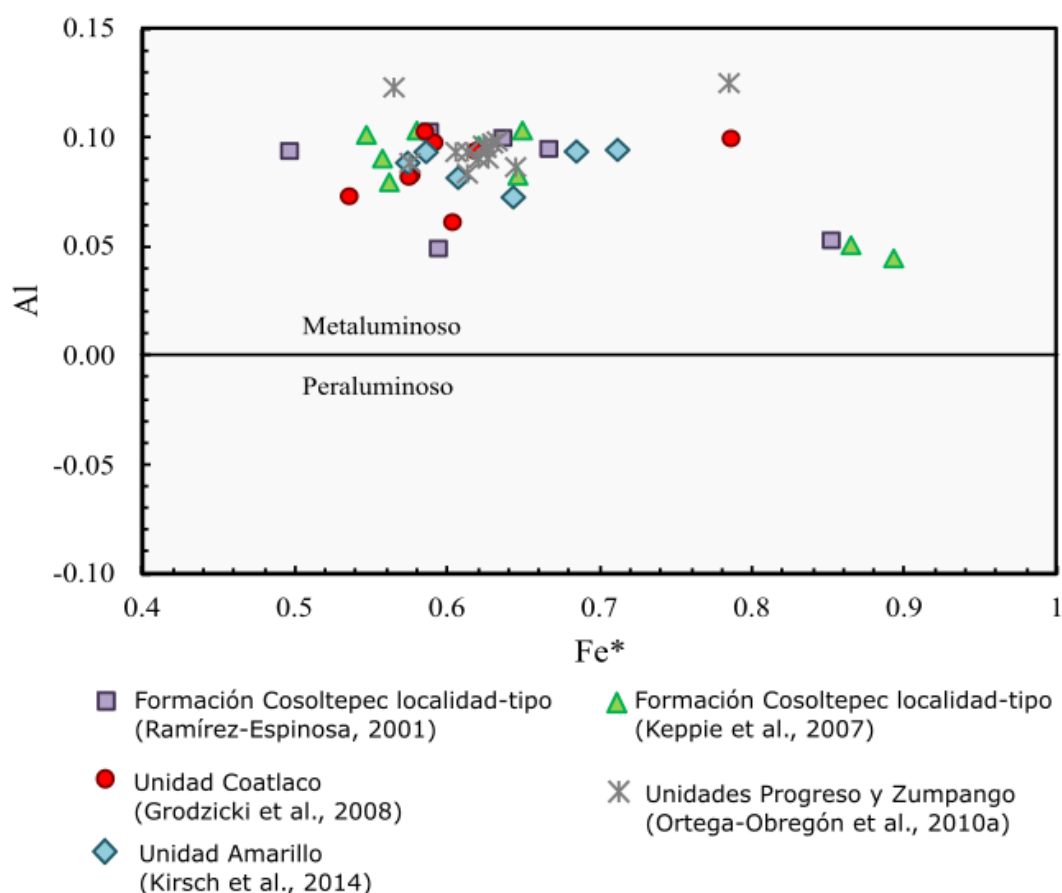


Fig. 11. Diagrama de clasificación Al vs $Fe^* = FeO/(FeO+MgO)$ (wt%) (Frost et al., 2008), para los basaltos de los Grupos 1 y 2 de la Fm. Cosoltepec s.s. (Keppie et al., 2007; Ramírez-Espinoza, 2001) y las Unidades Coatlico (Grodzicki et al., 2008), Progreso, Zumpango (Ortega-Obregón et al., 2010a) y Amarillo (Kirsch et al., 2008).

Adicionalmente, los metabasaltos del Grupo 1 y 2 fueron graficadas en el diagrama *spider* multielemental LFSE y HFSE normalizadas respecto al manto primitivo (Palme O'Neill, 2014) (Figuras 12 y 13). Los basaltos presentan patrones de elementos traza con una pendiente positiva general en estos elementos, lo que es un patrón común en los magmas intraplaca, donde el manto está enriquecido.

En particular, las muestras del Grupo 1 de basaltos empobrecidos en TiO_2 , muestran anomalías negativas en Th, Ce y Hf considerables y positivas en Ba, Ta, Nb, Rb, Zr, Sm y Cs; el K muestra ambos comportamientos (Fig. 12). Por otro lado, las muestras del Grupo 2, con basaltos alcalinos ricos en TiO_2 , muestran anomalías que se observan con una mayor variación en comparación con las rocas del Grupo 1. Se distinguen, en general, anomalías negativas de K, Th y Zr y positivas de Rb, Ba y Nb, con respecto al manto primitivo (Fig. 13).

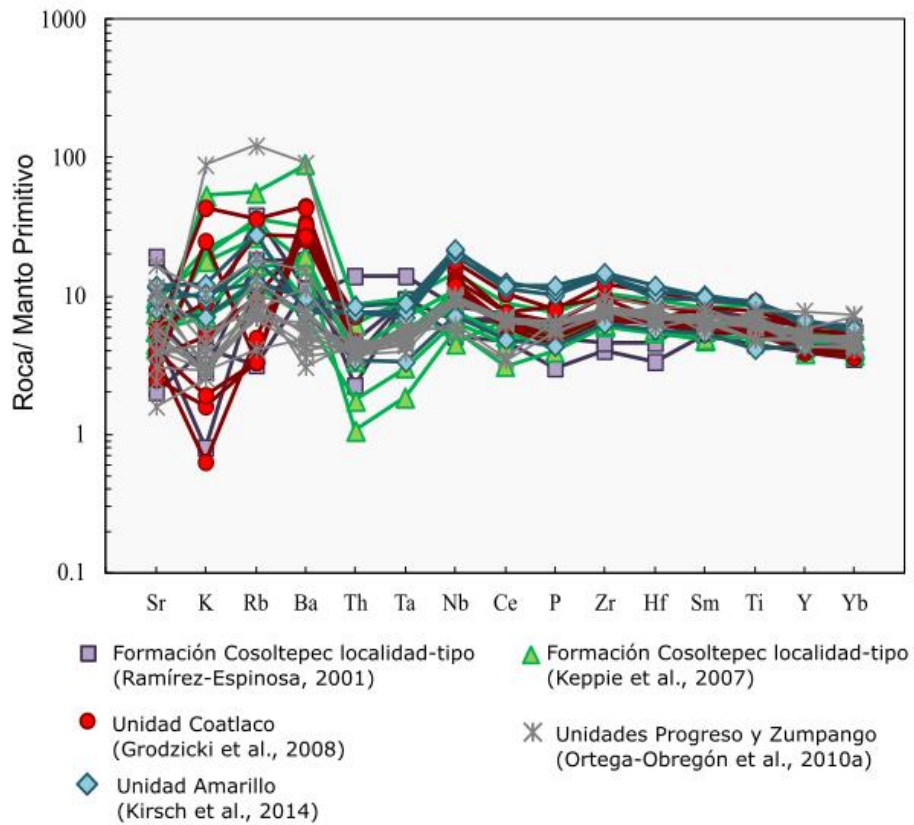


Fig. 12. Patrón de las abundancias composicionales de las muestras del Grupo 1 en un diagrama *spider* multielemental, normalizado respecto al manto primitivo (Palme O'Neill, 2014).

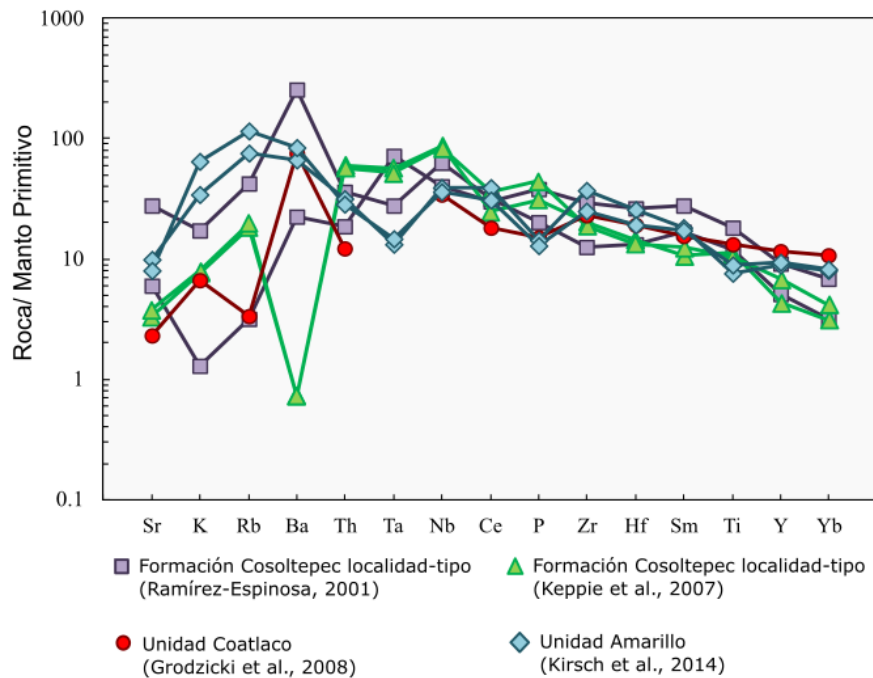


Fig. 13. Patrón de las abundancias composicionales de las muestras del Grupo 2 en un diagrama *spider* multielemental, normalizado respecto al manto primitivo (Palme O'Neill, 2014).

Asimismo, los patrones de distribución de las tierras raras (Figs. 14 y 15), en ambos grupos de metabasaltos mantienen un comportamiento geoquímico diferente. Ya que, los basaltos toleíticos del Grupo 1 muestran patrones de tierras raras semiplanos, con una ligera pendiente positiva debido al enriquecimiento relativo en las LREE (Tierras Raras Ligeras) hacia las MREE (Tierras Raras Medias) y con una discreta pendiente negativa hacia las HREE (Tierras Raras Pesadas), indicando un proceso de fusión medio. Algunas muestras tienen una ligera anomalía negativa de Eu. Como se puede observar en la Figura 14, las muestras del Grupo 1 tienen una distribución típica del MORB, derivado de fuentes heterogéneas, más específicamente de E-MORB (Pearce, 1987; Schilling et al., 1983).

Por el contrario, los basaltos del Grupo 2 muestran presentan una pendiente general negativa de los HREE debido a un enriquecimiento relativo y considerable en elementos traza incompatibles, en comparación con el Grupo 1. Además, la pendiente negativa hacia los HREE es más abrupta. Este patrón observado en los metabasaltos enriquecidos en TiO_2 del Grupo 2 es típica de OIB (*Oceanic Island Basalt*) (Sun and McDonough, 1989).

Cabe mencionar que, una muestra de la Formación Cosoltepec s.s. (CF 37; Ramírez-Espinosa, 2001) y de la Unidad Amarillo (TT-664; Kirsch et al., 2013) muestran un comportamiento diferente a las del resto del Grupo 1, asemejado más la firma geoquímica de aquellas muestras de basaltos del Grupo 2.

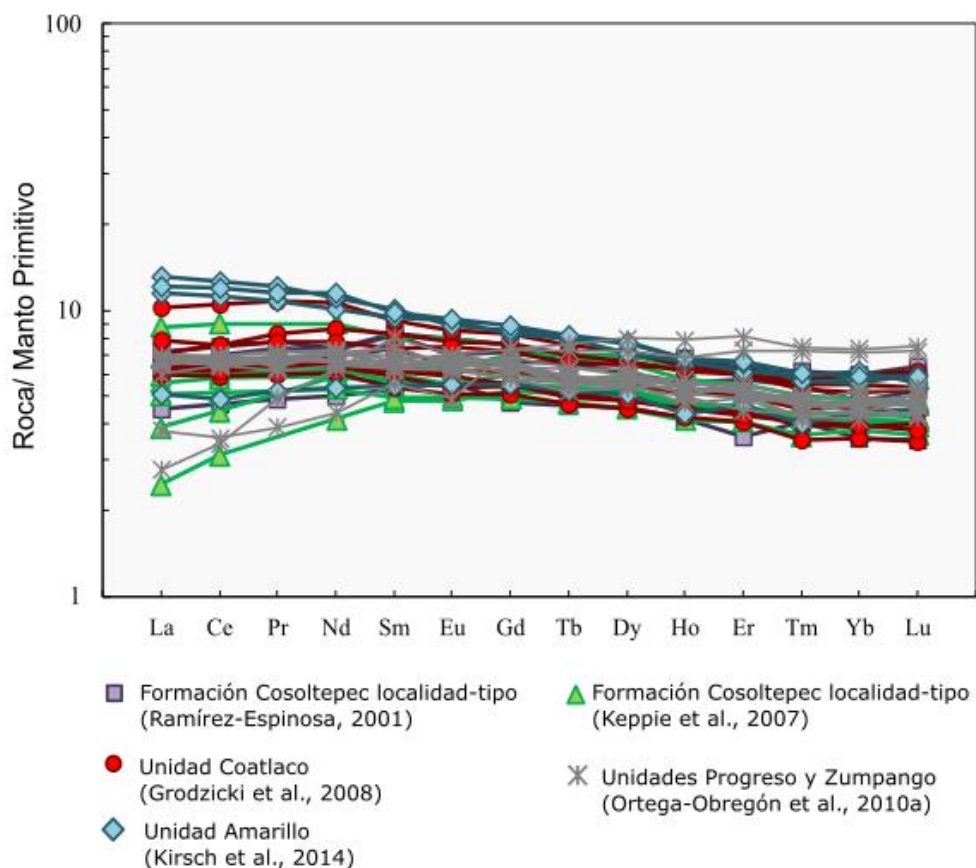


Fig. 14. Diagrama spider de REE de las muestras del Grupo 1, normalizado con respecto al manto primitivo (Palme O'Neill, 2014).

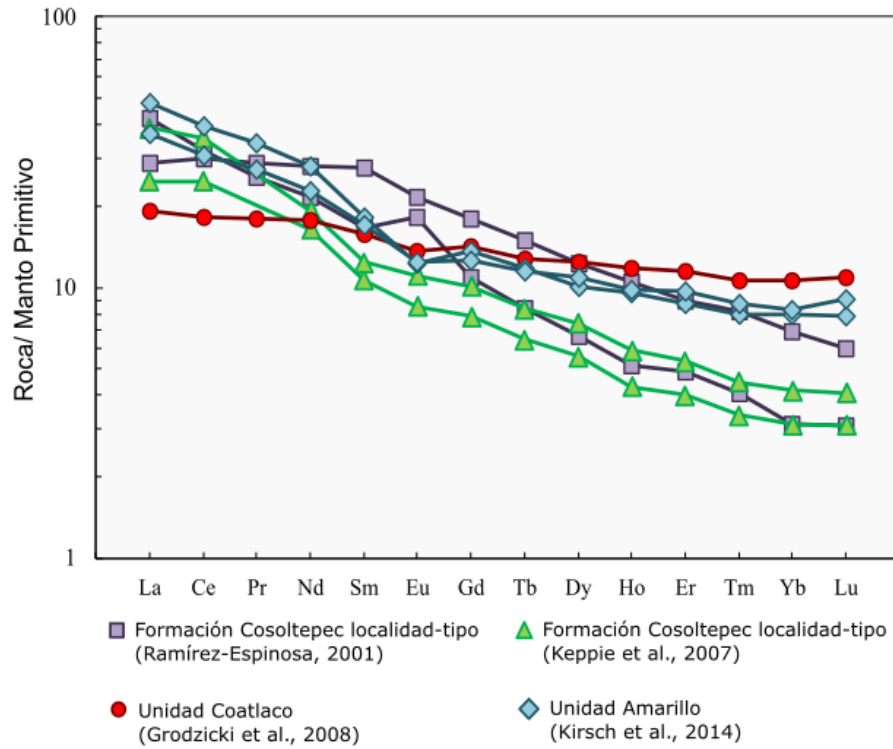


Fig. 15. Diagrama spider de REE de las muestras del Grupo 2, normalizado con respecto al manto primitivo (Palme O'Neill, 2014).

Paralelamente, una vez observada la tendencia en los diagramas multielementales y la clasificación geoquímica según los diagramas de discriminación basáltica (Pearce, 1996) se puede confirmar, mediante el diagrama de afinidad tectónica propuesto Cabanis & Lacolle (1989) para basaltos (Figs. 16 y 17), que los basaltos del Grupo 1 tienen firma geoquímica similar a los basaltos E-MORB; mientras que en las rocas del Grupo 2 el ambiente tectónico es variable, entre basaltos toleíticos, basaltos alcalinos y una muestra de basalto tipo E-MORB.

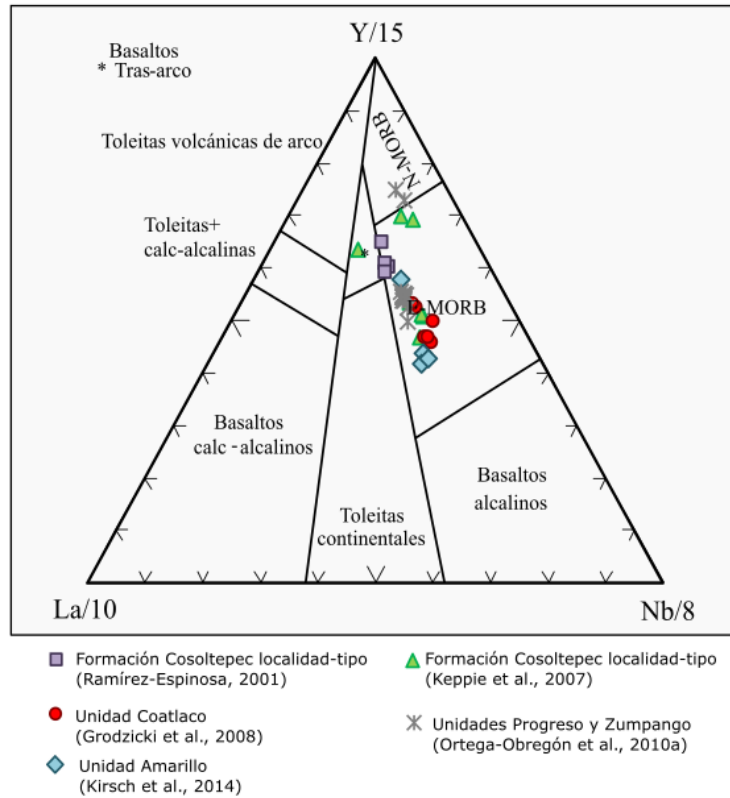


Fig. 16. Diagrama ternario La/10, Nb/8 y Y/15 en basaltos, para definir la afinidad tectónica. Muestras del Grupo 1 en el campo E-MORB (Cabanis & Lacolle, 1989).

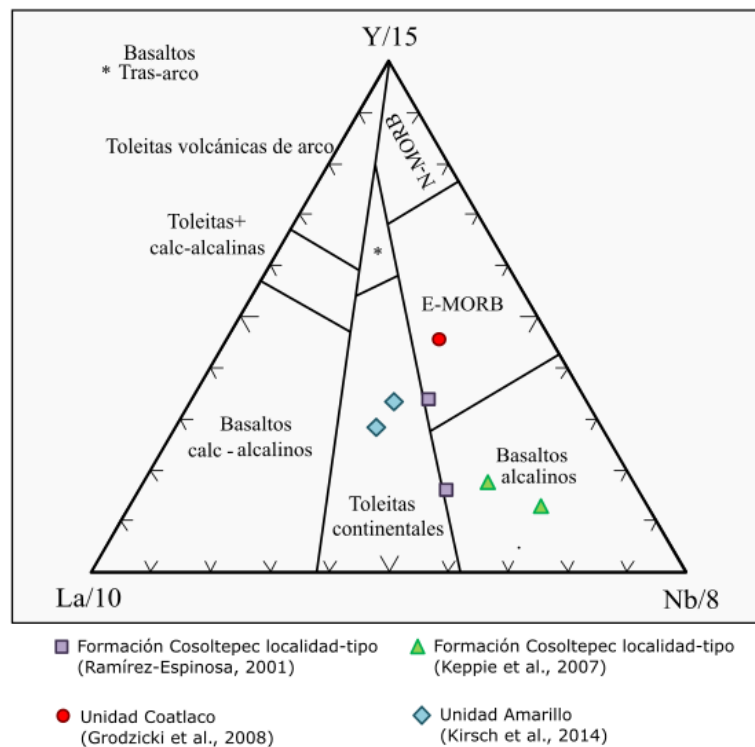


Fig. 17. Diagrama ternario La/10, Nb/8 y Y/15 en basaltos para definir la afinidad tectónica. Rocas del Grupo 2 clasificando como E-MORB, Basaltos alcalinos y Toleitas continentales (Cabanis & Lacolle, 1989).

Finalmente, para diferenciar mejor el ambiente tectonomagmático de formación de las muestras del Grupo 2, se utilizó el diagrama propuesto por Hollocher (2012) para basaltos (Fig. 18). En el eje Y, se muestra la relación en ppm de Th/Nb vs La/Yb, donde $Nb = (Nb + (Ta \cdot 17.9)) / 2$ (Pearce & Parkinson, 1993). En este diagrama se observa que los metabasaltos del Grupo 2 son basaltos del tipo OIB alcalinos, al tener una relación de $La/Yb > 4$ (Fig. 18; Hollocher, 2012). A excepción de la muestra de la Unidad Coatlaco (CB5; Grodzicki et al., 2008), cuya firma indica que es un basalto tipo E-MORB, donde la relación La/Yb es < 4 (Hollocher, 2012).

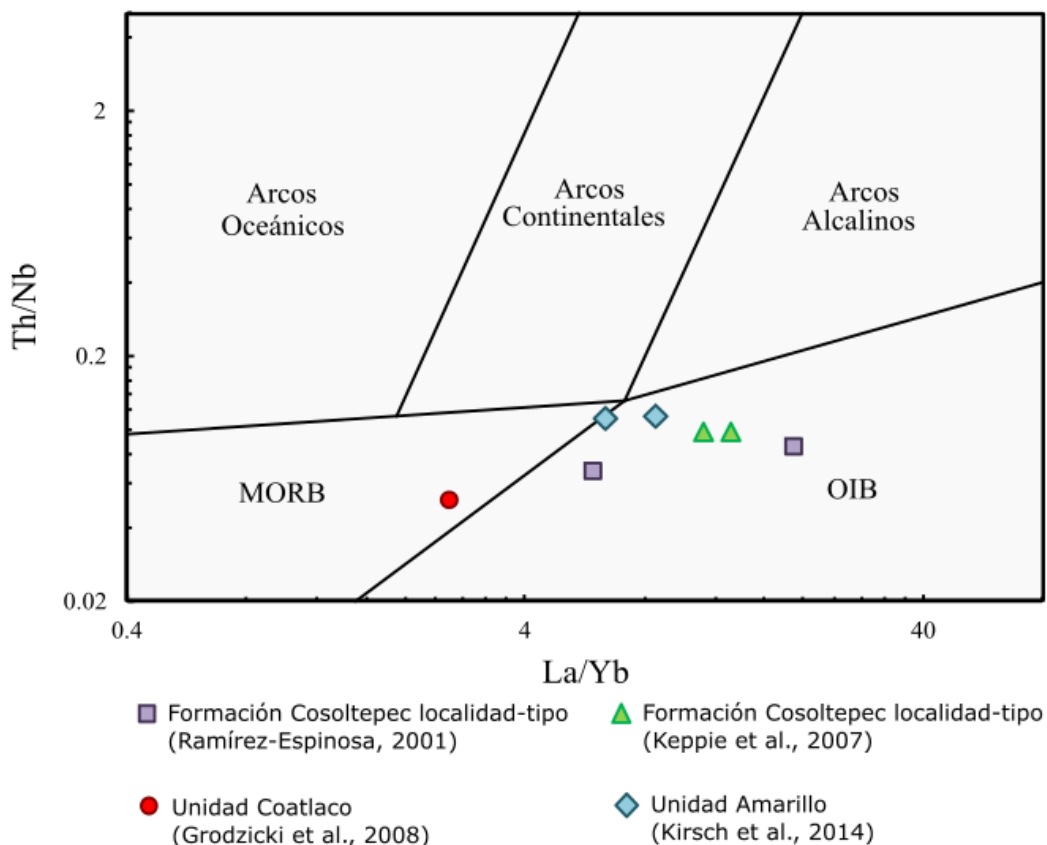


Fig. 18. Diagrama para basaltos Th/Nb vs La/Yb (donde $Nb = (Nb + (Ta \cdot 17.9)) / 2$), que muestra el ambiente tectonomagmático de formación de las rocas del Grupo 2 (Hollocher et al., 2012).

9.2. Geoquímica de Rocas Metasedimentarias

Se recopilaron y analizaron un total de 36 muestras de metapelitas y metapsamitas provenientes de la Formación Cosoltepec s.s. y las Unidades La Huerta, Las Minas, Salada (Dostal et al., 2009), Progreso, Zumpango (Ortega-Obregón et al., 2010a) y Amarillo (Kirsch et al., 2014), las cuales fueron graficados en el diagrama multielemental (Fig. 19), obteniendo así información acerca de su grado de intemperismo, composición, protolito y ambiente de depósito.

Las rocas metasedimentarias aquí consideradas muestran un amplio rango en las variaciones del contenido de SiO_2 (41.43-91.1 wt%), Al_2O_3 (4.3-30.27 % wt), Fe_2O_3 (0.6-11.14 wt%), Mg (0.1-4.12 wt%), TiO_2 (0.2-1.7 wt%) y K_2O (0.23-8.04 wt%) (Anexo 14.1.).

El índice de alteración químico ($CIA = 100 \cdot Al_2O_3 / (Al_2O_3 + CaO + Na_2O + K_2O)$ %wt) (Dostal et al., 2009) de las rocas metasedimentarias se encuentre entre 58.83 y 80.64 %, con la mayoría de los valores cercanos a 70%.

Para discriminar el ambiente tectónico en el que se depositaron las rocas metasedimentarias se empleó el diagrama propuesto por Roser & Korsch (1986), donde se enfrena el SiO_2 y la relación K_2O/Na_2O . Este diagrama muestra cómo las rocas metasedimentarias poseen una firma geoquímica característica, según el ambiente sedimentarios en el que se hayan depositado sus componentes detríticos.

A pesar de la diagénesis y el metamorfismo de bajo grado, la composición general de la roca refleja el entorno tectónico asociado. Además, se ha observado que estas características, inicialmente aplicadas a areniscas, se pueden extrapolar a las rocas con diferente tamaño de grano, como las limolitas o las lutitas.

Con base en lo anterior, Roser & Korsch (1986) propusieron un diagrama de afinidad tectónica para rocas metasedimentarias que se dividen en las siguientes categorías (Fig. 19):

- 1) Margen continental pasivo (MP): cuencas asociadas a la expansión del piso oceánico y *rifts* abortados.
- 2) Margen continental activo (MA): incluye depósitos en arcos de márgenes magmáticos en trincheras, cuenca antearco, intraarco, trasarco y *pull-apart*.
- 3) Arco oceánico de islas (AOI).

Como lo ilustra la Figura 19, las rocas metasedimentarias de la Fm. Cosoltepec s.s. y las Unidades La Huerta, Salada, Las Minas (Dostal et al., 2009), Zumpango, Progreso (Ortega-Obregón et al., 2010a) y Amarillo (Kirsch et al., 2014) se encuentran en el campo del margen continental pasivo (MP), es decir, su ambiente de depósito está asociado al proceso de *rifting* o expansión del piso oceánico, a excepción de dos muestras con valor atípico de Na_2O , considerándose como *outliers*.

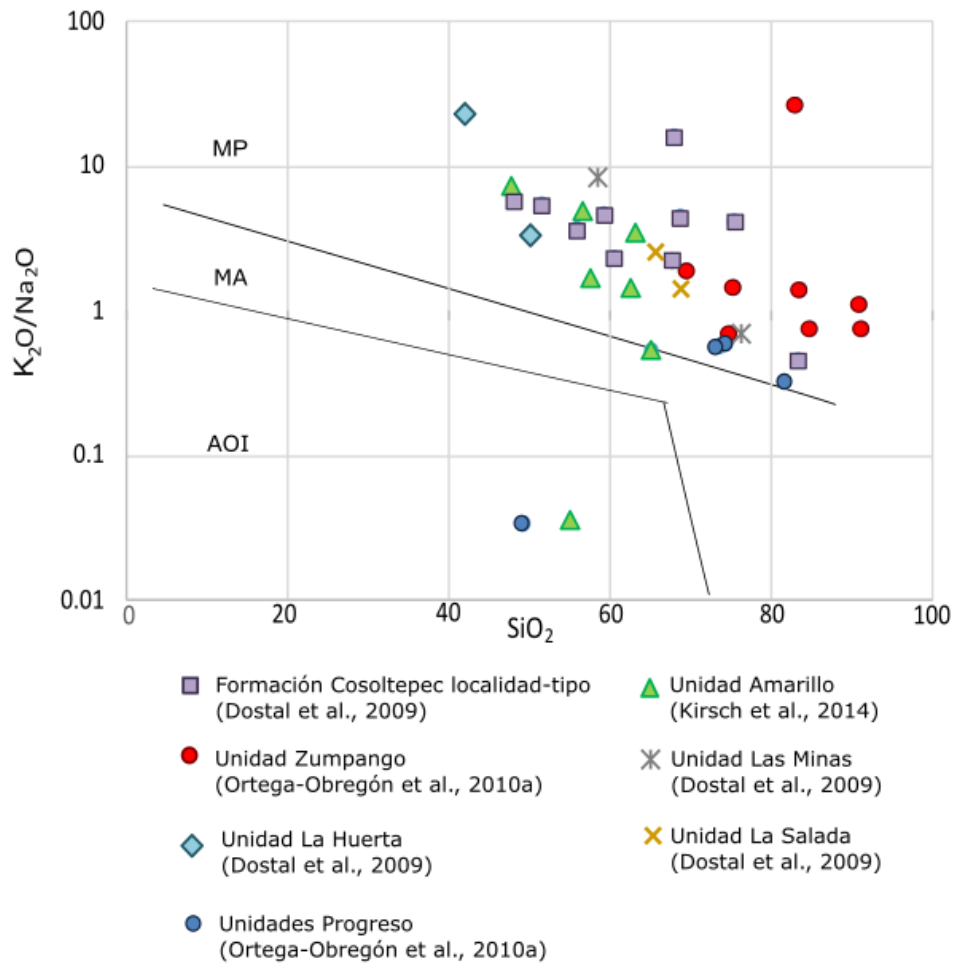


Fig. 19. Metapelitas de las unidades Zumpango, La Huerta, Progreso, Amarillo, Las Minas, La Salada y Formación Cosoltepec s.s. en el diagrama de discriminación de ambiente tectónico de SiO_2 vs $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ de Roser & Korsch (1986) ((MA) Margen continental activo, (MP) Margen continental pasivo, (AOI) Arco oceánico de islas).

Adicionalmente, para los resultados de la geoquímica de las rocas metasedimentarias se utilizaron los diagramas multielementales normalizados respecto al manto primitivo (Palme O'Neill, 2014) que permiten conocer el patrón de las abundancias relativas de los elementos traza (Fig. 20) y REE (Fig. 21).

En el diagrama multielemental de elementos traza (Fig. 20), se observa un patrón con una pendiente negativa debido al enriquecimiento en los elementos altamente incompatibles relativo a los elementos compatibles. Se muestran marcadas anomalías positivas en Rb, Th, La, Ce, Nd, Zr y Hf y negativas en Nb, Ta, Sr, Ti y Al, con respecto al manto primitivo.

Encima, el diagrama spider REE normalizado con respecto al manto primitivo (Fig. 21) muestra un patrón con una pendiente negativa dado el enriquecimiento relativo de los elementos LREE sobre los HREE, patrón típico que asemeja al de la corteza continental superior. También se observa un patrón semi plano, observado en los elementos pesados. Se distingue una anomalía menor negativa de Eu.

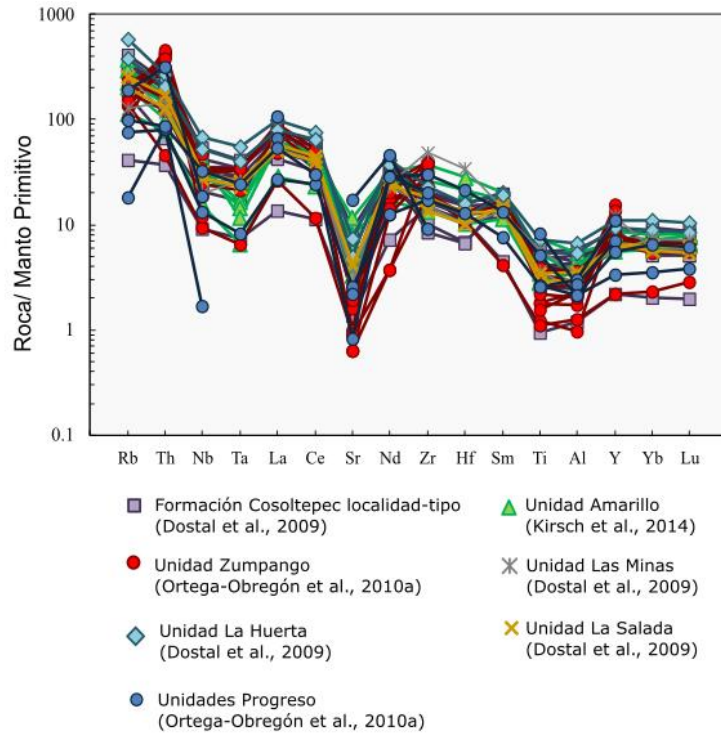


Fig. 20. Distribución de las abundancias relativas en los elementos traza de las rocas metapelíticas y metapsamíticas de las diferentes unidades, en diagrama multielemental normalizado respecto al manto primitivo (Palme O'Neill, 2014).

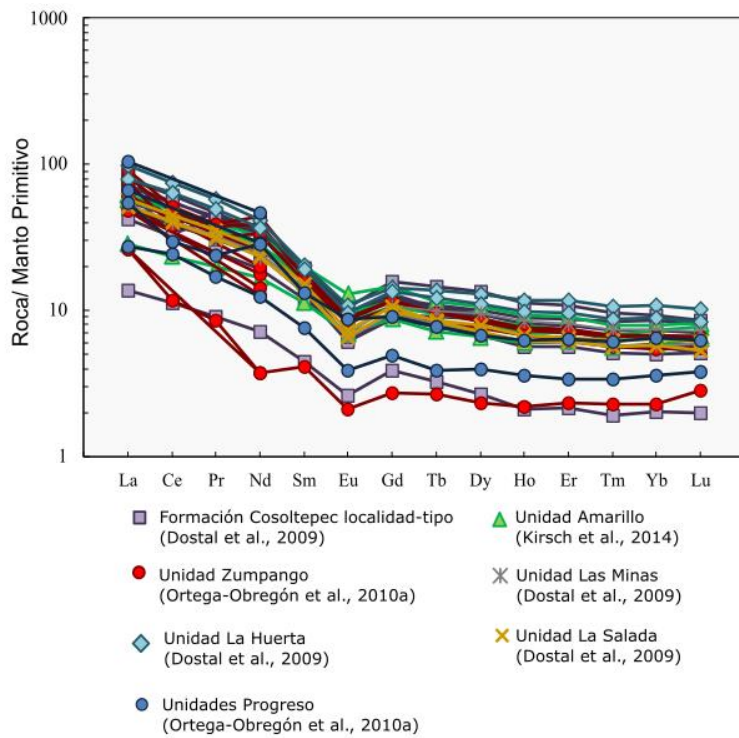


Fig. 21. Distribución de las abundancias en los elementos REE de las rocas metasedimentarias de la Formación Cosoltepec s.s. y unidades metasedimentarias análogas, en diagrama tipo spider normalizado respecto al manto primitivo (Palme O'Neill, 2014).

10. Datos Geocronológicos

Hasta la fecha, existen datos geocronológicos de prácticamente todas las unidades probablemente análogas a la Formación Cosoltepec s.s. (Tabla 1). A continuación, se presentan los resultados que muestran la probabilidad de las edades absolutas que se han recuperado de la literatura (Anexo 14.2; 14.3; 14.4), dividido según las Unidades y las edades de los diferentes eventos de depósito, obtenidos a partir del método U-Pb en circones detríticos, el método $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ en micas y anfíboles que indica edades aparentes y Sm/Nd en granate/roca completa que muestra las edades de residencia cortical de diferentes rocas dentro de estas Unidades.

10.1. Geocronología U/Pb

El método isotópico más utilizado para obtener las edades máximas de depósito de la Formación Cosoltepec s.s. y unidades probablemente análogas es U-Pb en circones, el cual ha sido aplicado a distintas litologías, como cuarcitas, metapelitas, metapsamitas, esquistos verdes, diques graníticos, diques andesíticos, pegmatitas y gneises.

Para representar las edades de depósito se emplearon histogramas expresados en millones de años (Ma) de $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$, con 2σ de error asociado, al ser el conjunto de edades más confiables. Se consideró como picos válidos a aquellos formados por una población de $n > 3$, ya que son estadísticamente representativos (Anexo 14.2).

Formación Cosoltepec s.s.

Las edades de la Fm. Cosoltepec s.s. fueron obtenidas por Talavera-Mendoza et al. (2005), donde los circones detríticos analizados ($n=146$) provienen de dos cuarcitas procedentes de la localidad tipo y del área de Mimilulco y abarcan un rango amplio de edades, entre 342 ± 3 Ma y 2823.5 ± 10 Ma. Como se puede observar en la Figura 22A, el pico principal es a 395 Ma, pero se observan otros de magnitud importante entre 500-700 Ma y hay una acumulación menor de picos aproximados entre los 340-410 Ma, 900-1000 Ma y 1700-1960 Ma.

Unidad Canoas

Las edades obtenidas por Grodzicki et al. (2008) en la Unidad Canoas indican que los circones detríticos ($n=80$) de una muestra de metapsamita tienen una edad comprendida entre 453.1 ± 3 Ma y 1564 ± 9 Ma. En el histograma se observan picos aproximados mayores entre 950 a 1250 Ma. Los cristales con edades más antiguas van de 1300 a 1500 Ma (Fig. 22B).

Unidad Amate

Según las edades $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ de los análisis realizados ($n=140$) en circones de una psamita de bajo grado (Morales-Gómez et al., 2008), las poblaciones de edades más representativas de la porción metasedimentarias de esta unidad se encuentran entre 902 y 1330 Ma, con el pico aproximado principal en 1020 Ma y la edad más joven de 900 Ma. Un dique granítico cortó a la Unidad Amate hace 452 ± 3 Ma, cuyo circón detrítico más joven muestra una edad de 432 ± 3 Ma (Fig. 22C).

Unidad La Huerta

La geocronología la Huerta fue determinada a partir de circones detríticos ($n=131$) provenientes de una pegmatita (Morales-Gómez et al., 2008) y una metapelita (Keppie et al., 2006), obteniendo edades entre 427 Ma y 2531 Ma. El circón más joven

presenta una edad de 455 ± 4 Ma; la edad de intrusión de la pegmatita se considera haber sido hace 485.5 Ma (Morales-Gómez et al., 2008). Las poblaciones principales muestran edades de entre 450-680 Ma y 720-1200 Ma, estando los picos sobresalientes a 530 ± 5 Ma y 580 ± 6 Ma (Fig. 22D).

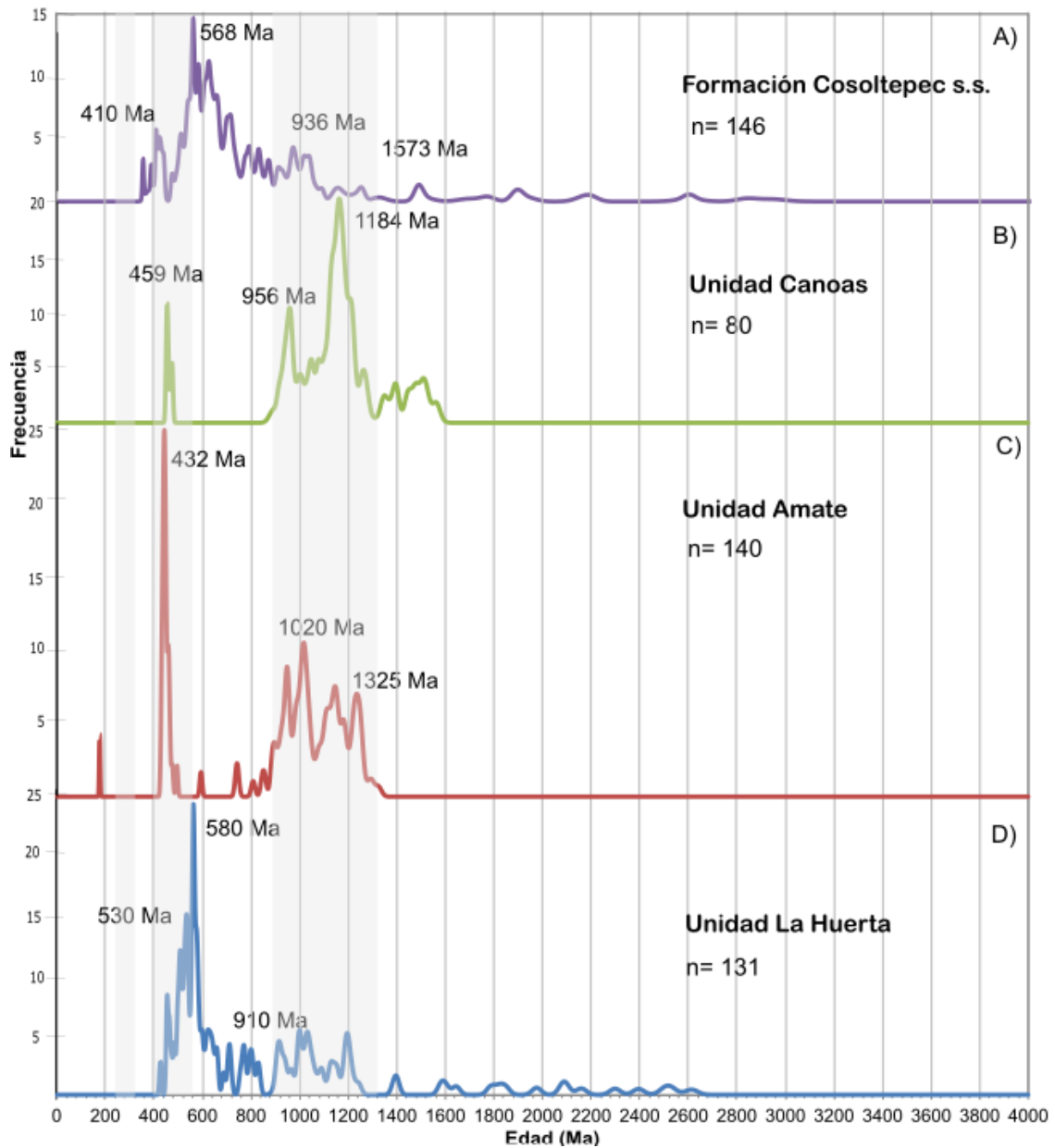


Fig. 22. Histogramas de frecuencia de las edades U/Pb de circones detríticos, provenientes de las unidades metasedimentarias de bajo grado del Complejo Acatlán. Edades de la (A) Formación Cosoltepec s.s., la Unidad (B) Canoas, (C) Amate y (D) La Huerta.

Unidad Las Minas

Al norte de la Formación Cosoltepec, se encuentra la Unidad Las Minas, de la que Keppie et al. (2008b) fechó una muestra de metapsamita ($n=153$), cuyo circón detrítico más joven fecha de hace 496 ± 12 Ma. El intervalo de edades va de 432 ± 11 Ma hasta 2068 ± 67 Ma. Los picos aproximados con mayor edad probable ocurren a los 605 Ma, 897 Ma y 1214 Ma (Fig. 23E).

Unidad Las Calaveras

En esta unidad Hinojosa-Prieto et al. (2008) encontraron circones detríticos ($n=91$) provenientes de una metagrauvaca con edades desde 448 ± 2 Ma y hasta 1885 ± 14 Ma. Se puede observar que las mayores poblaciones de circones esta Unidad tienen edades aproximadas de 466, 1111, 1220 y 1753 Ma (Fig. 23F).

Unidad El Epazote

Se recuperaron 80 análisis realizados en una muestra de esquistos de epidota y clorita de la Unidad El Epazote (Hinojosa-Prieto et al., 2008), donde la edad más reciente es de hace 349 ± 4 Ma y la más antigua es de 2150 ± 16 Ma. La edad máxima de depósito de esta unidad se encuentra entre 483 y 491 Ma (Hinojosa-Prieto et al., 2008). Los grupos de picos mayores aproximados se encuentran a 506, 700, 807, 1077 y 1779 Ma (Fig. 23G).

Unidad Progreso

Los circones detríticos ($n=131$) de la metapsamita fechada de esta unidad por Ortega-Obregon et al. (2009), mostraron edades que comprenden un intervalo entre 969 ± 5 Ma (circón más joven) y 2614 ± 16 Ma. Las edades con mayor frecuencia van de los 1000-1564 Ma, destacando una de las mayores frecuencias de edades de depósito (Ortega-Obregón et al., 2009) a los 1181 Ma (Fig. 23H).

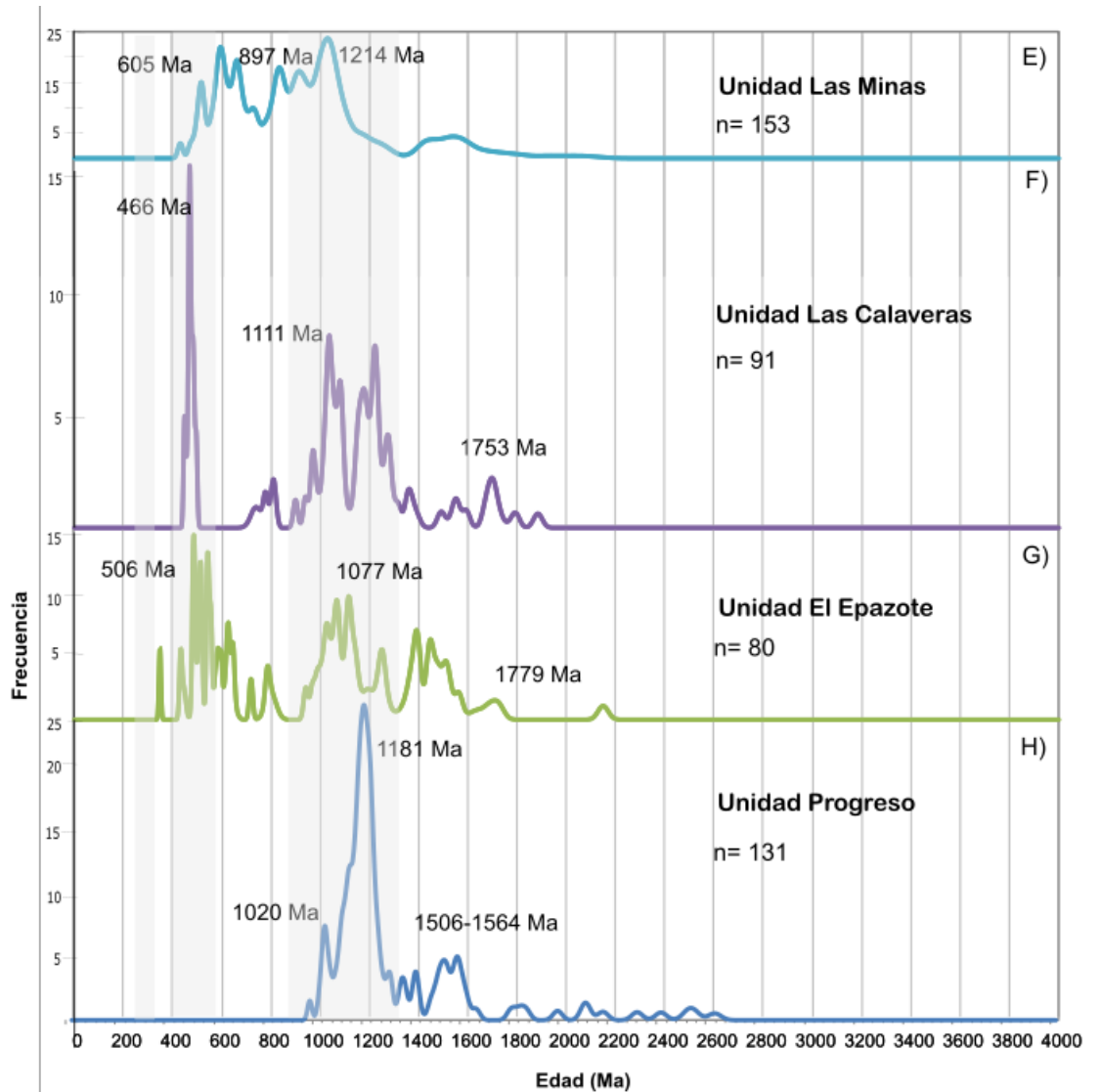


Fig. 23. Histogramas de frecuencia de las edades provenientes de análisis de circones detríticos mediante el método U-Pb de las unidades metasedimentarias de bajo grado del Complejo Acatlán. (Unidades (E) Las Minas, (F) Las Calaveras, (G) El Epazote, y (H) Progreso).

Unidad Salada

Los valores $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ de esta Unidad, medidos en una metapsamita por Morales-Gómez et al., (2008) comprenden edades entre 313 ± 3 Ma y 3000 ± 10 Ma, donde la edad más reciente está marcada por un circón de 352 ± 2 Ma. En el histograma de frecuencias (Fig. 24I), los picos aproximados más sobresalientes ocurren en los intervalos entre 420-485, 511-620 y 920-1220 Ma.

La Unidad Salada se encuentra intrusionada por un dique andesítico, que tiene edades representativas que van de los 422 ± 3 Ma a los 1566 ± 7 Ma. El circón concordante más joven es de 452 ± 3 Ma, siendo considerada como la edad de la intrusión (Fig. 24I).

Unidad Coatlaco

En la Unidad Coatlaco Grodzicki et al. (2008) realizaron análisis a 140 cristales de circón en una cuarcita, de los cuales, el circón detrítico más joven representa una edad de 308 ± 3 Ma y el de mayor edad una de 2775 ± 8 Ma. Los cristales más jóvenes rondan 375 Ma, que se considera como la edad máxima de depósito (Grodzicki et al., 2008). También es posible distinguir picos aproximados concordantes a 564 ± 5 Ma, 837 ± 12 Ma y a 1156 ± 5 Ma (Fig. 24J).

Unidad Amarillo

Los picos poblacionales de edades que fueron medidas ($n=132$) (Kirsch et al., 2014) en los circones detríticos de una metapelita comprenden un amplio rango entre 334 ± 2 Ma y 3265 ± 11 Ma, donde los picos aproximados con las poblaciones más representativas se muestran a 989 y 1243 Ma, seguidos de picos a 544 y 518 Ma y entre 743-727 Ma. El límite mayor de depósito lo determinan los circones de 339 ± 3 Ma (Kirsch et al., 2014) (Fig. 24K).

El dique andesítico que corta esta unidad muestra edades más recientes que van de 165 ± 1 Ma a 1687 ± 7 Ma. Como se puede observar en el histograma de frecuencia de la Figura 24 K), el primer gran pico aproximado se encuentra a 176 ± 1 Ma; asimismo, se presentan picos representativos en el rango de 1095 a 1220 Ma y se considera que la edad coherente de la intrusión del dique es de 177 ± 1 Ma (Kirsch et al., 2014).

Unidad Naranja

La metapsamita fechada por Ortega-Obregón et al. (2009) en esta unidad muestra edades ($n=140$) que van de 354 ± 3 Ma a 2684 ± 11 Ma. La estimación más confiable de la edad máxima de depósito es de hace 402 ± 4 Ma (Ortega-Obregón et al., 2009). Se muestran picos de poblaciones destacadas a los 479, 552, 564, 934 y 1055 Ma (Fig. 24L).

Unidad Zumpango

Los circones detríticos ($n=153$) recuperados de la psamita de bajo grado de la Unidad Zumpango muestran edades que van de 348 ± 2 Ma a 2985 ± 12 Ma, siendo la primera la edad robusta del circón más joven. Los picos más representativos se encuentran entre 350-385 Ma, 552 Ma y 1055 Ma (Fig. 24M).

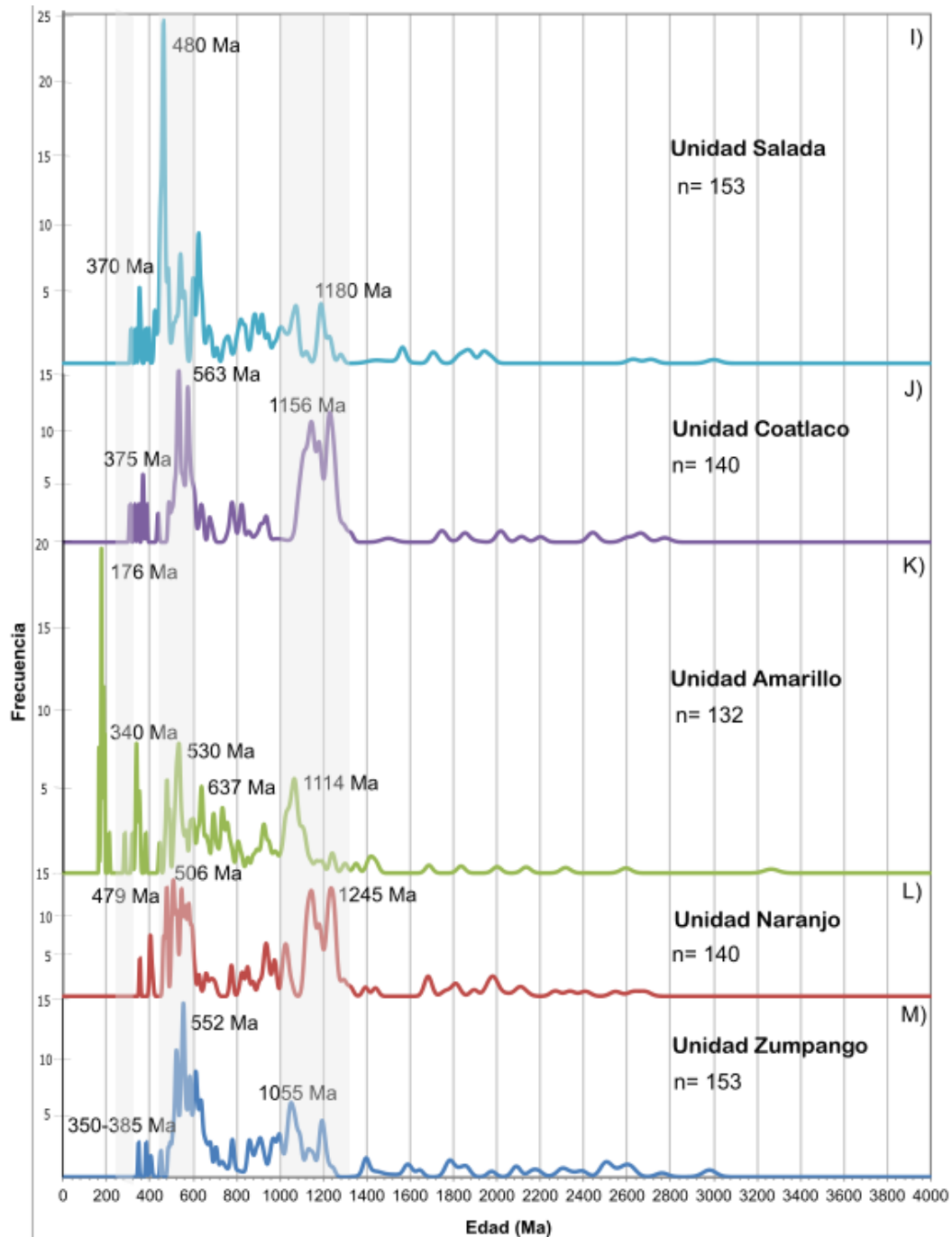


Fig. 24. Histogramas de frecuencia de las edades provenientes de análisis de circones detríticos mediante el método U-Pb de las unidades metasedimentarias de bajo grado del Complejo Acatlán. (Unidades (I) Salada, (J) Coatlaco, (K) Amarillo, (L) Naranja y (M) Zumpango).

10.2. Geocronología $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$

Además de las edades obtenidas con U/Pb en circones detríticos, se recuperaron análisis realizados en rocas de la Formación Cosoltepec s.s. y las Unidades Amarillo y El Epazote (Kirsch et al., 2014; Hinojosa-Prieto et al., 2008), en las que se fecharon diferentes minerales como anfíboles y micas blancas procedentes de rocas

metasedimentarias, mediante el método $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$, para obtener la mejor edad aparente (Anexo 14.3).

Formación Cosoltepec

El único dato de $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ disponible de la Formación Cosoltepec s.s. corresponde al fechamiento realizado por Kirsch et al. (2014) a un cristal de hornblenda tschermakítica encontrado en una anfibolita. Dicho cristal arrojó una edad de cristalización de 241 ± 5 Ma, que representa el 99.5% del ^{40}Ar liberado.

Unidad Amarillo

En esta unidad Kirsch et al. (2014) realizaron fechamientos $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ en dos rocas distintas: se fechó una tschermakita perteneciente a una anfibolita, la cual arrojó una edad de 239 ± 1 Ma, correspondiente al 94.7% del ^{40}Ar liberado. Mientras que el segundo fechamiento se realizó en la biotita de una metapelita, de la que se definió que el último evento tectonotérmico que afectó a esta roca fue hace 234 ± 1 Ma, dada por el 71% del ^{40}Ar liberado Kirsch et al. (2014).

Unidad El Epazote

De la separación y análisis de moscovita en un micaesquisto de esta localidad realizado por Hinojosa-Prieto et al. (2008), se obtuvo un *plateau* formado por el 86% del argón liberado, correspondiente a un evento metamórfico ocurrido hace 328 ± 2 Ma.

10.3. Geocronología Sm/Nd

Del método isotópico Sm/Nd aplicado a granates y roca total se obtuvieron los datos de edades de residencia cortical en rocas metavolcánicas y metasedimentarias de la Formación Cosoltepec s.s. (Yáñez et al., 1991) y las Unidades Amarillo, Salada (Kirsch et al., 2014), Progreso y Zumpango (Ortega-Obregón et al., 2010b) (Anexo 14.4).

Formación Cosoltepec s.s.

Yáñez et al. (1991) obtuvieron, mediante el método Sm/Nd aplicado a granate y roca total, edades de residencia cortical en muestras de diferentes litologías como basalto, mica esquisto, metapsamita, esquisto de clorita y arcosas, de entre 1040 Ma a 1650 Ma. El $\epsilon\text{Nd}_{(t)}$ es variable, con valores entre -11.9 y +11.9.

En Kirsch et al. (2014), el valor de Sm/Nd obtenido en un análisis de roca total de un dique andesítico que corta a la Fm. Cosoltepec s.s. es de 303 Ma.

Unidad Amarillo

La edad de residencia en la corteza de las rocas anfibolíticas de esta unidad fue de entre 332 Ma a 1596 Ma, el $\epsilon\text{Nd}_{(t)}$ tiene valores entre -3.85 y +7.55 (Kirsch et al., 2014).

Unidad Salada

De esta Unidad Kirsch et al. (2014) fechó la intrusión de un dique basáltico mediante este método, donde obtuvieron que la edad de corte o cristalización fue hace 352 Ma, cuyo $\epsilon\text{Nd}_{(t)}$ varía de -8.71 a +9.67.

Unidad Progreso

En rocas metasedimentarias de esta unidad, Ortega-Obregón et al. (2010b) midieron edades de residencia en la corteza de 1713 Ma, donde el $\epsilon\text{Nd}_{(t)}$ es de -6.

Unidad Zumpango

Las edades de residencia cortical obtenidas en esta Unidad van de 1662 Ma a 1824 Ma, medido en rocas metasedimentarias con un alto contenido de cuarzo, con un $\epsilon\text{Nd}_{(t)}$ que oscila entre -7.5 y -8.4 (Ortega-Obregón et al., 2010b).

11. Discusión

11.1. ¿En Qué Contexto Tectonosedimentario Pudo Haberse Depositado la Formación Cosoltepec?

Mediante los datos recopilados de la geoquímica de roca total y los resultados de rocas máficas obtenidos (Fig. 9 y 10), se adquirió información que permite discriminar dos grupos principales de protolitos basálticos, los cuales son: Grupo 1 de basaltos subalcalinos empobrecidos en TiO_2 (<1.93 wt%) y Grupo 2, de basaltos alcalinos ricos en TiO_2 (>2.19 wt%), en los que también se puede observar que el cambio en contenido de SiO_2 es concordante con la división de ambos grupos, puesto que se presenta una mayor concentración en los basaltos del Grupo 1, en comparación de los del Grupo 2.

Dada la ausencia de anomalía negativa de Ta y Nb en el diagrama de discriminación basáltica para las muestras de basaltos subalcalinos del Grupo 1 (Fig. 9), se indica la falta de contaminación por el contacto del magma con la corteza continental (ej., Keppie et al., 2007). Es decir, que pudieron haberse formado a partir de un magma astenosférico, lo que sería coherente con su firma tipo E-MORB. Además, la presencia de anomalías positivas en los elementos altamente móviles como el K, Rb y Cs se pueden considerar consecuencia del acarreo mediante fluidos producto de la subducción de la corteza oceánica y del metamorfismo de bajo grado (Bebout, 2013).

En adición, la variación y comportamiento de las abundancias de los elementos LFSE y HFSE que tienen una ligera pendiente negativa, el bajo contenido de Mg, Cr y Ni, y la ligera anomalía negativa de Eu en algunos basaltos del Grupo 1, sugieren que este grupo de rocas proviene de fuentes heterogéneas, que van desde reservorios primitivos con un proceso de fusión medio hasta reservorios altamente fraccionados y evolucionados y, con ello, se puede afirmar que las rocas de este grupo pudieron haber sufrido diferentes grados de cristalización fraccionada, principalmente en las plagioclasas, olivinos y clinopiroxenos (Keppie et al., 2007).

Por otro lado, los basaltos alcalinos del Grupo 2 (Fig. 10) muestran una pendiente marcada negativa debido a un enriquecimiento mayor en elementos de tierras raras ligeras respecto a pesadas, relativo a la normalización con respecto al manto primitivo. Este patrón representa un comportamiento típico de las rocas con una firma geoquímica

de tipo OIB (Fig. 15), lo que coincide con el enriquecimiento en TiO_2 , Zr, Nb y su mayor relación La/Yb (Fig. 18). De igual forma que en los basaltos del Grupo 1, los del Grupo 2 muestran un aumento en la concentración de los elementos LFSE y HFSE, que se asocia a una fuente magmática enriquecida en estos elementos (Fig. 13).

Las rocas metabasálticas de las diferentes unidades metasedimentarias son geoquímicamente equivalentes. Dadas las variaciones considerables en las concentraciones de ciertos elementos como el Ti, Si, Nb, Zr y Y, así como los patrones de tierras raras y elementos traza en los basaltos del Grupo 1 Grupo 2, se puede indicar que la génesis magmática de estas rocas es correspondiente a, al menos, dos eventos tectónicos independientes.

Las muestras de basaltos del Grupo 1 de la Formación Cosoltepec s.s. (Ramírez-Espinoza et al., 2001; Keppie et al., 2007) y de las Unidades Coatlico (Grodzicki et al., 2008), Amarillo (Kirsch et al., 2014), Progreso y Zumpango (Ortega-Obregón et al., 2010a), se encuentran en su gran mayoría dentro del campo de los basaltos tipo E-MORB (Fig. 16). Aunque dos muestras de las Unidades Progreso y Zumpango caen dentro del campo de basaltos de tipo N-MORB (Fig. 16), podría considerarse que la ligera diferencia en la abundancia de elementos incompatibles puede deberse al aumento de la distancia hacia el régimen extensional y, por lo tanto, a la fuente magmática, o bien, a cambios en la profundidad a la que se localizaba la fuente de fusión y/o al grado de fusión parcial (Gill, 2011).

Por otro lado, los metabasaltos del Grupo 2 pertenecientes a la Formación Cosoltepec s.s. (Ramírez-Espinoza et al., 2001; Keppie et al., 2007) y la Unidad Amarillo (Kirsch et al., 2014) muestran una mayor variación composicional, que gracias a los valores en sus relaciones en Th/Nb y La/Yb (Fig. 18), permite clasificarlos dentro de un ambiente magmático tipo OIB. Entre tanto, la muestra de la Unidad Coatlico (Grodzicki et al., 2008), que se considera parte del Grupo 2 debido a su alto contenido en TiO_2 , clasifica dentro de las rocas con firma tipo MORB (Fig.18).

Es por tanto que, la presencia de estructuras de lavas almohadilladas y su asociación con el pedernal en las formaciones, así como la clasificación de basaltos en tipo E-MORB, algunos N-MORB y OIB, son indicadores de que el ambiente de cristalización de estas muestras fue una cuenca oceánica. Mientras que los MORB son resultado del proceso de apertura de una cuenca oceánica, es decir, se formaron en un *rift*, los basaltos OIB podrían estar asociados al magmatismo de una pluma en una zona de fractura.

En las rocas metasedimentarias provenientes de la Fm. Cosoltepec s.s. y las Unidades La Huerta, Salada, Las Minas (Dostal et al., 2009), Zumpango, Progreso (Ortega-Obregón et al., 2010a) y Amarillo (Kirsch et al., 2014) del Complejo Acatlán, permitieron obtener información acerca de los procesos primarios y secundarios que han afectado a las rocas. Además, se obtuvo información que provee la oportunidad de realizar inferencias acerca del ambiente tectónico de procedencia.

Los datos geoquímicos de roca mayor, en conjunto con la mineralogía y el contenido de SiO_2 y Al_2O_3 se confirma que las muestras clasifican como pelitas y psamitas de bajo grado cuyo protolito es sedimentario y cuya roca de origen podría ser ígnea, de composición félsica-intermedia. De igual forma, las variaciones en el contenido de Al_2O_3 , Fe_2O_3 , Mg, TiO_2 y K_2O , indican que las rocas metasedimentarias sufrieron un cambio en el contenido de arcillas, lodos y detritos de cuarzo (Dostal et al., 2009).

Las anomalías positivas de Rb y Sr (e.e., elementos LFSE) y negativas de Ti y Al se asocian a la fracción micácea-arcillosa de las metapsamitas (Li et al., 2005) (Fig. 19, lo que sugiere que estos elementos se encuentran sustituidos en los filosilicatos. De manera similar, las abundancias de los elementos pesados, en estos casos, indican que dichos elementos se encuentran presentes en los minerales accesorios. Por ejemplo, las anomalías positivas de Zr y Hf señalan altas concentraciones de zircón asociado a rocas ricas en cuarzo, mientras que en las metapelitas se observan anomalías negativas menores en estos elementos.

El índice de alteración químico (CIA) cercano al 70%, en conjunto con la anomalía negativa de Sr en algunas muestras, son indicadores de que las rocas metasedimentarias han sufrido un grado medio de intemperismo y, por lo tanto, se da la presencia de minerales hidratados producto de la alteración química moderada, como las micas blancas, la illita y la esmectita (Dostal et al., 2009).

Del mismo modo, las anomalías negativas de Nb, Ta y Ti y el patrón de pendiente negativa de las REE, donde se observa un enriquecimiento relativo de los elementos LREE sobre los HREE, plantean que las metapelitas y metapsamitas están asociadas a la corteza continental superior y a procesos de subducción (Pearce, 1983).

Cabe señalar que, el patrón semi plano en las HREE (Fig. 21) muestra un ligero proceso de fraccionamiento. Dicho fraccionamiento debe haber ocurrido en procesos primarios en el protolito ígneo que, dada la mineralogía, debe haber sido félsico o intermedio, concordante con el enriquecimiento en los elementos ligeros y la abundancia de los LFSE. Lo anterior también es comprobable con la tasa de Al_2O_3/TiO_2 , que en la mayoría de las rocas metasedimentarias aquí consideradas se encuentra entre 19 y 26, lo que es indicador probable de que el protolito sea un granito, granitoide o granodiorita, por ejemplo (Dostal et al., 2009). La anomalía menor de Eu se asocia al fraccionamiento de las plagioclasas; el que la anomalía sea ligera puede deberse al intemperismo moderado de las plagioclasas.

Dado que todas las muestras de rocas metasedimentarias de las Unidades consideradas en esta tesis (Formación Cosoltepec s.s., La Huerta, Las Minas, Salada, Zumpango, Progreso y Amarillo; Dostal et al., 2009; Kirsch et al., 2014; Ortega-Obregón et al., 2010a,) se presentan como intercalaciones de horizontes metapelíticos y metapsamíticos y comparten una similitud entre sus características geoquímicas petrológicas y estructurales, se puede afirmar que los protolitos sedimentarios de estas Unidades pertenecen a un mismo ambiente tectónico: un margen pasivo (Fig. 21).

A partir de la geoquímica realizada a los metabasaltos y rocas metasedimentarias de la Formación Cosoltepec s.s. y posibles Unidades análogas (Fm. Cosoltepec s.l.), se propone un modelo de ambiente de formación en un contexto de *rift*-margen pasivo. En este modelo, los sedimentos siliciclásticos se habrían depositado en un margen continental, a lo largo de la costa, en una pendiente pronunciada hacia un océano profundo, como pudo ser el Océano Iapetus o Rhéico. Este modelo explicaría la escasez de rocas con un alto contenido de $CaCO_3$, la formación de un fondo oceánico más antiguo, tomando en cuenta que ambas litologías, la meta-ígneas y la metasedimentaria, se encuentran intercaladas.

Los datos obtenidos mediante los estudios de geocronología en los sistemas isotópicos de U/Pb, Ar/Ar y Sm/Nd proporcionan información clave para poder proponer modelos que expliquen las relaciones estratigráficas y la evolución tectónica de la cuenca oceánica, usando las edades máximas de depósito de los circones de las rocas

metasedimentarias, así como las edades de los últimos eventos metamórficos y de las intrusiones magmáticas.

En las Unidades metasedimentarias del Complejo Acatlán se encuentran rocas cuyos circones tienen edades entre los 3000 ± 10 Ma y 308 ± 3 Ma, que muestran picos aproximados referentes a tres periodos principales, entre 910 Ma y 1325 Ma (i.e., Proterozoico) el más antiguo, seguido de un segundo periodo principal entre 530 Ma y 410 Ma (i.e., Cámbrico-Devónico) y un tercer evento más reciente donde la máxima frecuencia de edades se presenta con picos aproximados entre 308 ± 3 Ma y 350 Ma (i.e., Carbonífero). A pesar de que todas las unidades muestran estos tres periodos principales, las edades de los circones de las Unidades Amate, Canoas, Las Minas y Progreso (Fig. 22 B, C) (Fig. 23 E, H) tienen una mayor frecuencia en el primer periodo, mientras que la Fm. Cosoltepec s.s., y las Unidades Salada, Coatlaco, El Epazote, Las Calaveras y La Huerta (Fig. 22 A, D) (Fig. 23F, G) (Fig. 24 I, J) se asocian más al segundo evento y aquellas Unidades con edades más recientes son Amarillo, Naranja y Zumpango (Fig. 24 K, L, M).

Esta variación en el promedio de edades máximas de depósito podría ser consistente con el ambiente tectónico definido previamente como *rift*-margen pasivo, y, por ello, estar relacionada con el cambio en dos direcciones: a lo largo de la costa y pendiente abajo, y en la distancia a la cual se fueron depositando los sedimentos conforme aumentaba la extensión del margen pasivo.

Una alternativa para explicar la variación en las edades es que, al ser principalmente sedimentos de una cuenca oceánica de extensión considerable, las edades podrían ser sólo indicadoras de tres periodos importantes de depósito. O bien, las diferencias en las edades pueden ser indicadoras del cambio en la procedencia de los sedimentos, que acabaron depositándose en el mismo espacio y que posteriormente fueron metamorfizados por los mismos eventos que causaron también la polideformación penetrativa en la Formación Cosoltepec s.l. Dado lo anterior, no se considera que los diferentes periodos de depósito de las rocas metasedimentarias sean argumento suficiente para considerar que las unidades referidas anteriormente sean independientes a la Formación Cosoltepec s.s., definida originalmente.

Con base en los resultados geoquímicos, geocronológicos, en conjunto con las descripciones petrológicas, estructurales y de relaciones de campo recopiladas se puede proponer un paleoambiente para las rocas de la Formación Cosoltepec s.l., basado en los modelos recopilados de la literatura. Las edades de máximo depósito más antiguas de los metasedimentos son del Proterozoico y concordantes con las edades promedio reportadas del Complejo Oaxaqueño (ej., Keppie et al., 2003, 2004; Solari et al., 2003), por lo que, los protolitos de las rocas metasedimentarias podrían proceder que dicho Complejo, el cual, podría haberse encontrado en localización paleogeográfica junto al Complejo Acatlán, según el modelo Cordillerano (Grodzicki et al., 2008; Keppie et al., 2006, 2008b; Malone et al., 2002; Morales-Gómez et al., 2008). Mientras que los circones del Neo-proterozoico pudiesen, incluso, provenir del basamento de la península de Yucatán y Florida (Keppie et al., 2006, 2008b; Krogh et al., 1993a).

No obstante, un modelo complementario menciona que los circones más antiguos del Paleoproterozoico tienen edades similares a las de la orogenia Trans-Amazónica. Además, aquellos circones del periodo Cámbrico son concordantes con la edad representativa de la orogenia Panafricana/Brasileña, propia de los orógenos amazónicos y de África occidental, lo cual podría significar que el origen de los circones en las rocas metasedimentarias está en Gondwana. Puesto que en algunas unidades la edad de máximo depósito es en el periodo Ordovícico, se podría asociar a la orogenia Grenvilliana y, por tanto, el origen de los detritos se localizaría al noroeste de

Sudamérica, más que en el continente africano (Barr et al., 2003; Dalziel, 1997; Sims et al., 1998; Talavera-Mendoza et al., 2005).

En esta representación, el Complejo Oaxaqueño se encontraría cerca, más no estaría yuxtapuesto al Complejo Acatlán, lo que podría ser concordante con su procedencia continental, adaptándose al modelo Apalacheano-Caledoniano (ej., Yáñez et al., 1991). Además, el evento de cabalgamiento de las unidades eclogíticas de alto grado sobre la Formación Cosoltepec s.s. y algunas de las unidades análogas, se presentaría, posiblemente, durante o posterior al último periodo de máximo depósito, en el Carbonífero. De ser así, las rocas eclogíticas podrían ser una posible fuente de los circones y las micas detríticas que se encuentran en las unidades metasedimentarias, aunque también pudiesen proceder de fuentes más distales (Morales-Gómez et al., 2008; Ortega-Obregón et al., 2009).

Lo aquí expuesto permite plantear la ocurrencia de, al menos, dos episodios tectónicos importantes en la cuenca oceánica: un episodio sinorogénico y un segundo episodio post-orogénico. En el primer episodio sinorogénico se presentaría el magmatismo bimodal y el evento de *rift* que daría lugar a la asociación de basaltos y pedernal, lo que podría ser coherente con el modelo de la procedencia amazónica de los circones. En tanto que, un segundo episodio de máximo depósito sería post-orogénico y en él, pudo ocurrir la exhumación de la cuenca y el aporte de material continental, el cual podría proceder el Complejo Oaxaqueño, en un ambiente de margen pasivo, siendo esto compatible con la discusión de los resultados geoquímicos.

Cabe mencionar que lo más concordante con las edades de los circones es que el proceso al que esté asociado el *rifting*, el comienzo del depósito de los sedimentos en el margen pasivo y la edad de los diques máficos, es a la apertura del océano Rhéico, que inició en el Ordovícico Temprano, hace aproximadamente 480 Ma. No se podría asociar al cierre del océano Iapetus, ya que éste se encontraría completamente subducido a finales del Ordovícico en un contexto de márgenes activos (Keppie et al., 2008), lo que no es compatible con los resultados obtenidos.

Con base en los datos de $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$, la deformación D_2 puede relacionarse con el evento de exhumación que pudo haber ocurrido en el Misisípico inferior, asociado al evento tectonotérmico de la orogenia Acateca cuando se alcanzó un metamorfismo en facies de esquisto verde y la formación de las vetas de cuarzo características de las unidades metasedimentarias del Complejo Acatlán (Keppie et al., 2004, 2006; Kirsch et al., 2014; Malone et al., 2002;). El episodio de deformación D_3 , que involucra cizallamiento, pudo haber ocurrido del Misisípico medio al Pérmico temprano donde se formó la mica blanca en los micaesquistos registrando el ensamble de la Fm. Cosolepec s.l. con Laurentia. Mientras que las micas blancas de las rocas metapelíticas se pudieron haber formado en el periodo Jurásico, debido a un evento metamórfico donde se presentó la deformación D_4 , posiblemente vinculado a la apertura de Pangea y al evento de exhumación y retrogresión de las unidades eclogíticas de alto grado, sincrónico a la formación de la Migmatita Magdalena (Keppie et al., 2004, 2006; Kirsch et al., 2014; Hinojosa-Prieto et al., 2008; Malone et al., 2002).

Se observó que en la literatura se reportan escasos fechamientos utilizando el método isotópico de Sm/Nd, en diversas litologías de la Fm. Cosoltepec s.s. y sus Unidades análogas. Las rocas de la Fm. Cosoltepec s.s. y las Unidades Progreso y Zumpango, que fueron medidas con una edad de residencia cortical entre 1040 Ma a 1824 Ma (i.e., Meso-proterozoico, Paleo-proterozoico) pueden ser resultado del proceso de reciclaje de la corteza y la mezcla de material juvenil con material de mayor edad antes del metamorfismo (Yáñez et al., 1991). Por otro lado, en la Unidad Amarillo (Kirsch et al., 2014), las edades tomadas con este método en rocas anfíbolíticas fueron

realmente variables, entre 332 Ma a 1596 Ma (i.e., Mesoproterozoico-Carbonífero), por lo que los autores proponen que las muestras provengan de una fuente enriquecida en Sm y Nd, concordante con su firma geoquímica tipo E-MORB y los valores más antiguos (>1300 Ma) se atribuyen a la contaminación cortical menor de las muestras con corteza más vieja o provengan de una fuente mantélica más antigua.

En algunas zonas del Complejo Acatlán, se reportan litologías como el Granitoide Esperanza o los plutones cerca de la zona de El Progreso, con estructuras de tipo *augen* asociadas a condiciones P-T de alto grado, como intrusiones dentro de la Formación Cosoltepec s.l. Si bien algunas de ella son posteriores a la edad de máxima depositación, como el dique andesítico que cortó a la Fm. Cosoltepec s.l. hace 303 Ma (Kirsch et al., 2014), y otras son sincrónicas a los depósitos sedimentarios, la mayoría suelen presentar circones con una edad mayor (Mesoproterozoico-Ordovícico (Talavera-Mendoza et al., 2005)) a la de los depósitos promedio (Ordovícico-Carbonífero) de la Fm. Cosoltepec s.l.

Debido a lo antes expuesto, se plantea el considerar las relaciones de contacto entre dichas rocas con las de la Fm. Cosoltepec s.s. y las unidades metasedimentarias, como contactos discordantes. Puesto que las edades y sus condiciones metamórficas no coinciden con su actual identificación como cuerpos que cortan a las rocas en facies de esquisto verde, ésto podría indicar que no se encuentran asociados y pertenecen a eventos geológicos independientes; situación que se repite con los plutones reportados dentro de la Formación Tecomate (Talavera-Mendoza et al., 2005). En adición a ésto, como proponen Keppie et al. (2006), los circones que se han fechado con edades similares entre los intrusivos y las rocas metasedimentarias (Ordovícico Temprano) puede deberse a la incorporación de granos provenientes directamente de los plutones en las rocas de la Fm. Cosoltepec s.l.

11.2. Comparación Entre Posibles Unidades Análogas a la Formación Cosoltepec s.s.

La Tabla 1 muestra que los afloramientos de todas estas Unidades se componen de rocas metasedimentarias y metavolcánicas de bajo grado como: esquistos, metaconglomerados, metarcosas, metabasitas, cuarcitas, metapsamitas y metapelitas en facies de esquisto verde o menor grado, frecuentemente penetradas por vetas de cuarzo. Asimismo, dichas rocas muestran estructuras, en las diferentes escalas, como lineación, clivaje, crenulación, esquistosidad y plegamiento, que son evidencia de, al menos, cuatro eventos de deformación, que se observan en el Complejo Acatlán, presentándose con diferentes grados de intensidad.

Además, en ciertas zonas, estas unidades metasedimentarias de bajo grado metamórfico están siendo cabalgadas por unidades de alta presión, como las unidades eclogíticas y anfibolíticas. Las rocas de bajo grado también sobreyacen o están en contacto, ya sea discordante o inconforme, con formaciones sedimentarias y, frecuentemente, se encuentran intrusionadas por cuerpos ígneos.

Así, dada la síntesis de toda la información presentada anteriormente en esta tesis se propone que todas las unidades consideradas en la Tabla 1 son litológicamente equivalentes a la Formación Cosoltepec s.s. Lo anterior debido a que, como se ha demostrado, dichas unidades presentan características estructurales, litológicas, petrológicas y geoquímicas similares. Adicionalmente, algunas de estas unidades, también comparten características geocronológicas y relaciones estratigráficas correlacionables con aquellas que se describen en la Fm. Cosoltepec s.s. y se

encuentran en los afloramientos de las rocas metasedimentarias distribuidas en alrededor de todo el Complejo Acatlán. Asimismo, las evidencias indican que todas las unidades se sometieron a las mismas condiciones de presión y temperatura que provocaron el metamorfismo en facies de esquisto verde representativo de la Fm. Cosoltepec s.s.

Si bien el estudio de unidades de bajo grado de manera independiente trae consigo algunas ventajas como el hecho de favorecer la obtención de descripciones puntuales más detalladas y especializadas, la fragmentación del estudio de la Formación Cosoltepec s.l. en diferentes unidades de menor área ha provocado el seccionamiento de la información disponible, lo que complica el entendimiento y estudio de esta Formación, que ya es compleja *per se*.

El aumento en la complejidad del proceso de análisis se produce puesto que la información acerca de la Formación Cosoltepec s.s. se encuentra muy limitada y para poder recopilar más estudios de las rocas metasedimentarias se tienen que ubicar las fracciones de las distintas áreas que han sido descritas con un nombre diferente por localidad dentro del Complejo Acatlán, lo que ralentiza el proceso de la búsqueda bibliográfica. Debido a esto, puede ocurrir que se pase por alto información útil al presentarse nuevos nombres en la literatura, provocando un sesgo en la información consultada. Todo esto conlleva a perder el enfoque general que decanta en el aumento de la dificultad para realizar inferencias acerca de las relaciones de eventos de deformación y sobre las relaciones de las unidades de bajo grado con aquellas unidades de alta presión.

Dicho lo anterior, en el presente trabajo se plantea considerar que todas las Unidades metasedimentarias de bajo grado listadas previamente en la Tabla 1 componen y pertenecen a una misma Unidad metasedimentaria continua que mantendría el nombre original de Formación Cosoltepec, o bien, a dos Formaciones equivalentes que se depositaron en dos periodos, favoreciendo así la reintegración de la información y la unificación de su estudio. Además, puesto que se trata de una Formación bien establecida y un conjunto de más unidades, se propone como conveniente la elevación del rango formal de Formación a Grupo, en la clasificación litoestratigráfica, o *Suite*, en la litodémica, tomando en cuenta también el alto grado de deformación que presentan estas unidades, ya que este cambio no altera el sentido de la unidad ya establecida (Barragan-Manzo et al., 2010).

12. Conclusiones

A partir de las características geoquímicas, geocronologías, petrológicas, estructurales y estratigráficas de la Formación Cosoltepec s.s. y las unidades metasedimentarias que comprende, se logró llegar a la conclusión de que el contexto tectónico en el cual se depositaron las rocas que conforman a esta unidad es un *rift*-margen pasivo.

Además, se definió que las rocas de la Formación Cosoltepec s.l., se asocian a dos periodos tectónicos, uno sinorogénico donde ocurrieron dos pulsos magmáticos que permitieron la cristalización de las rocas metabasálticas. Al primer pulso pertenecen las rocas basálticas subcalinas con una firma tipo MORB (i.e., basaltos del Grupo 1), provenientes de una zona de *rift* dada la apertura de cuenca oceánica, que tiene inicio en el Ordovícico inferior. Mientras que, en el segundo evento magmático, que eyectó una menor cantidad de material basáltico alcalino con firma geoquímica tipo OIB (i.e., basaltos del Grupo 2), puede asociarse una posible pluma.

Por otro lado, el segundo periodo tectónico importante es post-orogénico, en él se presentó la exhumación de la cuenca, el aporte de material continental a un ambiente de margen pasivo hacia un océano profundo que duraría hasta el Carbonífero y la producción de los eventos de deformación.

Las edades máximas de depósito en la Formación Cosoltepec *s.l.* son muy variables en toda la cuenca, que van desde el Proterozoico, tienen un auge entre el Ordovícico y el Devónico y finalizan en el Carbonífero. Esto se relaciona con cambios en la procedencia del material, cuya definición es dependiente del modelo paleogeográfico considerado, y/o de un cambio en las direcciones en que se llevó a cabo el depósito de los sedimentos.

De igual forma, vinculado a la comparación de todas las evidencias geológicas suficientes aquí mostradas, se considera correcto y necesario el agrupamiento definitivo de las múltiples unidades metasedimentarias equivalentes a la Formación Cosoltepec *s.s* dentro del Complejo Acatlán dentro de un único Grupo o *Suite*, para así beneficiar y favorecer la simplificación del estudio de ésta. Sin embargo, se requiere de estudios multidisciplinarios detallados en localidades críticas para poder asegurar que se trata de una única Formación posibles con cambios en los periodos de depósito y no de dos Formaciones metasedimentarias depositadas en diferentes episodios tectónicos. Esto dadas las diferencias en las principales edades máximas de depósito y los cambios en relaciones estratigráficas que se presentan en algunas de las unidades metasedimentarias alrededor del Complejo Acatlán.

Es así como, tras la recopilación intensiva de la información empleada en esta Tesis sobre la Formación Cosoltepec *s.l.*, se pone en evidencia la escasez de estudios o información. Se requiere profundizar, especialmente, acerca de las condiciones termodinámicas a las que se llevaron a cabo los eventos metamórficos de bajo grado que permitieron las paragénesis minerales presentes, y es necesario de abundar más en las descripciones de geología estructural a diferente escala que se presentan en esta unidad polideformada. Además, es necesario aplicar estudios con técnicas más actuales para sedimentos totales, multiminerales y monominerales que permitan esclarecer la información de los procesos tectónicos y la evolución en el espacio tiempo a los que se han sometido las rocas metasedimentarias de esta Formación.

Finalmente, cabe mencionar que la Formación Cosoltepec *s.l.* abarca un área muy extensa (entre el 70 y 90% del Complejo Acatlán) y, por lo tanto, aún quedan muchas zonas que necesitan ser estudiadas y descritas a detalle. Por lo que se enfatiza en la necesidad de ampliar el estudio en las diferentes áreas localizadas alrededor del Complejo Acatlán, principalmente al noroeste y sur de éste. Así, se permitirá obtener más información y mejorar las comparaciones acerca de los ambientes de depósito, edades y procesos tectónicos que tienen una relación directa con la distribución de las estructuras que se observan hoy en día en este Complejo, el cual es una de las áreas geológicamente más interesantes de nuestro país, al revelar tanta información sobre su evolución paleogeográfica y la relación que guarda directamente con el cierre o apertura de las cuencas oceánicas asociadas al súper continente Pangea.

13. Referencias

- Barr, S. M., Davis, D. W., Kamo, S., & White, C. E. (2003). Significance of U–Pb detrital zircon ages in quartzite from peri-Gondwanan terranes, New Brunswick and Nova Scotia, Canada. *Precambrian Research*, 126(1-2), 123-145.
- Barragán-Manzo, R., Campos-Madrigal, E., Ferrusquía-Villafranca, I., López-Palomino, I., & Tolson, G. (2010). Código Estratigráfico Norteamericano, Comisión Norteamericana de Nomenclatura Estratigráfica. Traducción al español: Distrito Federal, México, Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, Boletín, 117, 48.
- Bebout, G. E. (2013). Chemical and isotopic cycling in subduction zones. In *Treatise on Geochemistry: Second Edition*. Elsevier Inc. 703-747.
- Buiter S. J. H. & Torsvik, T. H. (2014). A review of Wilson Cycle plate margins: a role of mantle plumes in continental break up along sutures? *Gondwana Research*, 26, 627-653.
- Busby, C. J., Ingersoll, R. V., & Burbank, D. (1995). Tectonics of Sedimentary Basins. *Nature*, 376 (6542), 654-654
- Dewey, J. F., & Burke, K. (1974). Hot spots and continental break-up: implications for collisional orogeny. *Geology*, 2(2), 57-60.
- Cabanis, B. & Lacolle, M. (1989). Le diagramme La/10- Y/15-Nb/8: un outil pour la discrimination des series volcaniques et la mise en evidence des processus de melange et/ou de contamination crustale. *Comptes Rendus de l'Academie des Sciences de Paris*, 309(20), 2023–2039.
- Campa, U. M. F. & Coney, P. F. (1982) Tectono-stratigraphic terranes and mineral resources distribution in Mexico. *Can. J. Earth. Sci.* 20, 1040-1050.
- Condie, K. C. (2021). *Earth as an evolving planetary system*. Academic Press.
- Dalziel, I. W. (1997). OVERVIEW: Neoproterozoic-Paleozoic geography and tectonics: Review, hypothesis, environmental speculation. *Geological Society of America Bulletin*, 109(1), 16-42.
- DiPietro, J. A. (2018). *Geology and landscape evolution: General principles applied to the United States*. Elsevier.
- Dostal, J., & Keppie, J. D. (2009). Geochemistry of low-grade clastic rocks in the Acatlán Complex of southern Mexico: Evidence for local provenance in felsic–intermediate igneous rocks. *Sedimentary Geology*, 222(3-4), 241-253.
- Elías-Herrera, M., & Ortega-Gutiérrez, F. (2002). Caltepec fault zone: An Early Permian dextral transpressional boundary between the Proterozoic Oaxacan and Paleozoic Acatlán complexes, southern Mexico, and regional tectonic implications. *Tectonics*, 21(3), 4-1.
- Frost, B. R., & Frost, C. D. (2008). A geochemical classification for feldspathic igneous rocks. *Journal of Petrology*, 49(11), 1955-1969.
- Gehrels, G., Valencia, V., & Pullen, A. (2006). Detrital zircon geochronology by laser-ablation multicollector ICPMS at the Arizona LaserChron Center. *The Paleontological Society Papers*, 12, 67-76.
- Gill, R. (2011). *Igneous rocks and processes: a practical guide*. John Wiley & Sons.
- Grodzicki, K. R., Nance, R. D., Keppie, J. D., Dostal, J., & Murphy, J. B. (2008). Structural, geochemical and geochronological analysis of metasedimentary and metavolcanic rocks of the Coatlaco area, Acatlán Complex, southern Mexico. *Tectonophysics*, 461(1-4), 311-323.
- Gündüz, M., & Asan, K. (2021). PetroGram: An excel-based petrology program for modeling of magmatic processes. *Geoscience Frontiers*, 12(1), 81-92.

- Harland, W. B., & Gayer, R. A. (1972). The Arctic Caledonides and earlier oceans. *Geological Magazine*, 109(4), 289-314.
- Hay, W.W. (2016). Continental Rise. In: Harff J., Meschede M., Petersen S., Thiede J. (eds) *Encyclopedia of Marine Geosciences*. *Encyclopedia of Earth Sciences Series*. Springer, Dordrecht
- Helbig, M., Keppie, J. D., Murphy, J. B., & Solari, L. A. (2012). U–Pb geochronological constraints on the Triassic–Jurassic Ayú Complex, southern Mexico: derivation from the western margin of Pangea-A. *Gondwana Research*, 22(3-4), 910-927.
- Hernández, M. O. (2014) *Desarrollo de yacimientos petroleros en cuencas sedimentarias tipo sin-rift con ejemplos de México y del mundo*. Tesis de licenciatura. UNAM, 259.
- Hernández-Urbe, D., Gutiérrez-Aguilar, F., Mattinson, C. G., Palin, R. M., & Neill, O. K. (2019). A new record of deeper and colder subduction in the Acatlán complex, Mexico: Evidence from phase equilibrium modelling and Zr-in-rutile thermometry. *Lithos*, 324, 551-568.
- Hinojosa-Prieto, H. R., Nance, R. D., Keppie, J. D., Dostal, J. V., Ortega-Rivera, A., & Lee, J. K. W. (2008). Ordovician and Late Paleozoic–Early Mesozoic tectonothermal history of the La Noria area, northern Acatlán Complex, southern Mexico: Record of convergence in the Rheic and paleo-Pacific Oceans. *Tectonophysics*, 461(1-4), 324-342.
- Hollocher, K., Robinson, P., Walsh, E., & Roberts, D. (2012). Geochemistry of amphibolite-facies volcanics and gabbros of the Støren Nappe in extensions west and southwest of Trondheim, Western Gneiss Region, Norway: a key to correlations and paleotectonic settings. *American Journal of Science*, 312(4), 357-416.
- Keppie, J. D., Dostal, J., Cameron, K. L., Solari, L. A., Ortega-Gutiérrez, F., & Lopez, R. (2003). Geochronology and geochemistry of Grenvillian igneous suites in the northern Oaxacan Complex, southern Mexico: tectonic implications. *Precambrian Research*, 120(3-4), 365-389.
- Keppie, J. D., Nance, R. D., Dostal, J., Ortega-Rivera, A., Miller, B. V., Fox, D., ... & Lee, J. W. K. (2004). Mid-Jurassic tectonothermal event superposed on a Paleozoic geological record in the Acatlán Complex of southern Mexico: Hotspot activity during the breakup of Pangea. *Gondwana Research*, 7(1), 238-260.
- Keppie, J. D., Nance, R. D., Fernández-Suárez, J., Storey, C. D., Jeffries, T. E., & Murphy, J. B. (2006). Detrital zircon data from the eastern Mixteca terrane, southern Mexico: evidence for an Ordovician–Mississippian continental rise and a Permo-Triassic clastic wedge adjacent to Oaxaquia. *International Geology Review*, 48(2), 97-111.
- Keppie, J. D., Dostal, J., & Elías-Herrera, M. (2007). Ordovician-Devonian oceanic basalts in the Cosoltepec Formation, Acatlan Complex, southern Mexico: Vestiges of the Rheic Ocean?. *Special Papers-Geological Society of America*, 423, 477.
- Keppie, J. D., Dostal, J., Miller, B. V., Ramos-Arias, M. A., Morales-Gómez, M., Nance, R. D., ... & Cooper, P. (2008b). Ordovician–earliest Silurian rift tholeiites in the Acatlán Complex, southern Mexico: Evidence of rifting on the southern margin of the Rheic Ocean. *Tectonophysics*, 461(1-4), 130-156.
- Keppie, J. D., Nance, R. D., Ramos-Arias, M. A., Lee, J. K. W., Dostal, J., Ortega-Rivera, A., & Murphy, J. B. (2010). Late Paleozoic subduction and exhumation of Cambro-Ordovician passive margin and arc rocks in the northern Acatlán Complex, southern Mexico: Geochronological constraints. *Tectonophysics*, 495(3-4), 213-229.
- Keppie, J. D., Dostal, J., Murphy, J. B., Galaz-Escanilla, G., Ramos-Arias, M. A., & Nance, R. D. (2012). High pressure rocks of the Acatlán Complex, southern Mexico: Large-scale subducted Ordovician rifted passive margin extruded into the upper plate during the Devonian–Carboniferous. *Tectonophysics*, 560, 1-21.

- Kearey, P., Klepeis, K., Vine, F. (2009). Global tectonics.
- Kirsch, M., Helbig, M., Keppie, J. D., Murphy, J. B., Lee, J. K., & Solari, L. A. (2014). A Late Triassic tectonothermal event in the eastern Acatlán Complex, southern Mexico, synchronous with a magmatic arc hiatus: The result of flat-slab subduction?. *Lithosphere*, 6(2), 63-79.
- Krogh, T. E., Kamo, S. L., Sharpton, V. L., Marin, L. E., & Hildebrands, A. R. (1993). U–Pb ages of single shocked zircons linking distal K/T ejecta to the Chicxulub crater. *Nature*, 366(6457), 731-734.
- Li, Q., Liu, S., Han, B., Zhang, J., Chu, Z., 2005. Geochemistry of metasedimentary rocks of the Proterozoic Xingxingxia complex: implications for provenance and tectonic setting of the eastern segment of the Central Tianshan Tectonic Zone, northwestern China. *Canadian Journal of Earth Sciences* 42, 287–306.
- Leeder, M. R., Busby, C. J., & Ingersoll, R. V. (1995). Continental rifts and proto-oceanic rift troughs. *Tectonics of sedimentary basins*, 119-148.
- Malone, J. W., Nance, R. D., Keppie, J. D. & Dostal, J. (2002). Deformational history of part of the Acatlán Complex: Late Ordovician-Early Silurian and Early Permian orogenesis in southern México. *Journal of south American Earth Sciences* 15, 511-552.
- Meza-Figueroa, D., Ruiz, J., Talavera-Mendoza, O., & Ortega-Gutiérrez, F. (2003). Tectonometamorphic evolution of the Acatlán Complex eclogites (southern México). *Canadian Journal of Earth Science*, 40, 27-44.
- Middleton, G. V. (2017). Continental rise. *Encyclopedia Britannica*. Recuperado de <https://www.britannica.com/science/continental-rise>
- Mitchell, N. C. (2015). Submarine geomorphology. In *Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences*. Elsevier BV.
- Moore, J. C. (2001). Accretionary prisms at convergent plate boundaries. *Encyclopedia of Ocean Sciences*, 28-34.
- Morales-Gómez, M., Keppie, J. D., & Norman, M. (2008). Ordovician–Silurian rift-passive margin on the Mexican margin of the Rheic Ocean overlain by Carboniferous–Permian periarctic rocks: Evidence from the eastern Acatlán Complex, southern Mexico. *Tectonophysics*, 461(1-4), 291-310.
- Nance, R. D., Worsley, T. R., & Moody, J. B. (1988). The supercontinent cycle. *Scientific American*, 259(1), 72-79.
- Nance, R. D., Miller, B. V., Keppie, J. D., Murphy, J. B. & Dostal, J. (2006). Comment on “U-Pb geochronology of the Acatlán Complex and implications for the Paleozoic paleogeography and tectonic evolution of southern México” por O., Talavera-Mendoza, J., Ruiz, G., E., Gehrels, D., M., Meza-Figueroa, R., Vega-Granillo & M., F., Campa-Uranga, *Earth Planet. Science Letters*, 235, p. 682-699, *Earth and planetary Science Lettler*, 245 (15), 471-475.
- Noda, A. (2016). Forearc basins: Types, geometries, and relationships to subduction zone dynamics. *Geological Society of America Bulletin*, 128(5-6), 879-895.
- Ortega-Gutiérrez, F. (1978). Estratigrafía del Complejo Acatlán en la Mixteca Baja, Estado de Puebla y Oaxaca. *Revista del Instituto de Geología, UNAM*, 2(2), 112-131.
- Ortega-Gutiérrez, F., Elías-Herrera, M., Reyes-Salas, M., Macías-Romo, C., & López, R. (1999). Late Ordovician-Early Silurian continental collisional orogeny in southern México and its bearing on Gondwana-Laurentia connections. *Geological Society of America Bulletin, Geology*, 27(8), 719-722.

- Ortega-Gutiérrez, F., Elías-Herrera, M., Morán-Zenteno, D., J., Solari, L., Weber, B., & Luna-González, L. (2018). The pre-Mesozoic metamorphic basement of Mexico, 1.5 billion years of crustal evolution. *Earth-Science Reviews*, 183, 2-37.
- Ortega-Obregon, C., Keppie, J. D., Murphy, J. B., Lee, J. K. W., & Ortega-Rivera, A. (2009). Geology and geochronology of Paleozoic rocks in western Acatlán Complex, southern Mexico: evidence for contiguity across an extruded high-pressure belt and constraints on Paleozoic reconstructions. *Geological Society of America Bulletin*, 121(11-12), 1678-1694.
- Ortega-Obregón, C., Duncan Keppie, J., & Brendan Murphy, J. (2010a). Geochemistry of Carboniferous low metamorphic grade sedimentary and tholeiitic igneous rocks in the western Acatlán Complex, southern Mexico: deposition along the active western margin of Pangea. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 27(2), 238-253.
- Ortega-Obregón, C., Murphy, J. B., & Keppie, J. D. (2010b). Geochemistry and Sm–Nd isotopic systematics of Ediacaran–Ordovician, sedimentary and bimodal igneous rocks in the western Acatlán Complex, southern Mexico: Evidence for rifting on the southern margin of the Rheic Ocean. *Lithos*, 114(1-2), 155-167.
- Palme, H., O'Neill, H. S. C., Holland, H. D., & Turekian, K. K. (2014). Geochemistry. Cosmochemical Estimates of Mantle Composition. *Treatise on Geochemistry*, 2, 1-38.
- Pearce, J. A. (1996). A user's guide to basalt discrimination diagrams. Trace element geochemistry of volcanic rocks: applications for massive sulphide exploration. *Geological Association of Canada, Short Course Notes*, 12(79), 113.
- Pearce, J. A., & Parkinson, I. J. (1993). Trace element models for mantle melting: application to volcanic arc petrogenesis. *Geological Society, London, Special Publications*, 76(1), 373-403.
- Piper, D. J. W. (2005). Sedimentary Processes. Deep Water Processes and Deposits. *Encyclopedia of Geology*, Elsevier, 641-649.
- Prieto, C. C. S. (1984). Los limites tectónicos sur y occidental del terreno Mixteco. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 45(1/2), 73-85.
- Ramírez-Espinoza, J. (2001). Tectono-magmatic evolution of the Paleozoic Acatlán Complex in southern Mexico, and its correlation with the Appalachian system. Tesis de doctorado. The Estados Unidos de América: University of Arizona, 41, 118.
- Ramos-Arias, M., A., Keppie, J., D. & Ortega-Rivera, A. (2011). A Carboniferous high-pressure klippe in the western Acatlán Complex of southern México: Implications for the tectonothermal development and palaeogeography of Pangea. *International Geological Review*, 54 (7), 779-798.
- Roser, B. P., & Korsch, R. J. (1986). Determination of tectonic setting of sandstone-mudstone suites using content and ratio. *The journal of Geology*, 94(5), 635-650.
- Ruiz, J., Patchett, P. J., & Ortega-Gutiérrez, F. (1988). Proterozoic and Phanerozoic basement terranes of Mexico from Nd isotopic studies. *Geological Society of America Bulletin*, 100(2), 274-281.
- Sánchez Zavala, J. L., Ortega Gutiérrez, F., & Elías Herrera, M. (2000). La orogenia Mixteca del Devónico del Complejo Acatlán, sur de México. *GEOS, Union Geofísica Mexicana, 2nd Reunión Nacional de Ciencias de la Tierra, Resúmenes y Programa*, 20(3), 321-322.
- Sánchez-Zavala, J. L., Ortega-Gutiérrez, F., Keppie, J. D., Jenner, G. A., Belousova, E., & Macías-Romo, C. (2008). Ordovician and Mesoproterozoic zircons from the Tecamate Formation and Esperanza Granitoids, Acatlán complex, southern Mexico: local provenance in the Acatlán and Oaxacan complexes. In *Middle American Terranes, Potential Correlatives, and Orogenic Processes* CRC Press. 121-135.

- Schilling, J. G., Meyer, P. S., & Kingsley, R. H. (1983). Rare earth geochemistry of Iceland basalts: spatial and temporal variations. In *Structure and Development of the Greenland-Scotland Ridge* (pp. 319-342). Springer, Boston, MA.
- Sims, J. P., Ireland, T. R., Camacho, A., Lyons, P., Pieters, P. E., Skirrow, R. G., & Miró, R. (1998). U-Pb, Th-Pb and Ar-Ar geochronology from the southern Sierras Pampeanas, Argentina: implications for the Palaeozoic tectonic evolution of the western Gondwana margin. *Geological Society, London, Special Publications*, 142(1), 259-281.
- Solari, L. A., Keppie, J. D., Ortega-Gutiérrez, F., Cameron, K. L., Lopez, R., & Hames, W. E. (2003). 990 and 1100 Ma Grenvillian tectonothermal events in the northern Oaxacan Complex, southern Mexico: roots of an orogen. *Tectonophysics*, 365(1-4), 257-282.
- Stern, R.J. (2021). Oceanic Trenches. *Encyclopedia of Geology*, 2nd Ed. Elsevier, v.3, 845-854.
- Sun, S. S., & McDonough, W. F. (1989). Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes. *Geological Society, London, Special Publications*, 42(1), 313-345.
- Talavera-Mendoza, O., Ruiz, J., Gehrels, G., E., Meza-Figueroa, Vega-Granillo, R., & Campa-Uranga, M., F. (2005). U-Pb geochronology of the Acatlán Complex and implications for the Paleozoic paleogeography and tectonic evolution of southern Mexico. *Earth and Planetary Science Letters*, 235, 682-699.
- Tarback, E. J., Lutgens, F. K., Tasa, D., & Cientificas, A. T. (2005). *Ciencias de la Tierra* (Vol. 1). Madrid: Pearson Educación.
- Toselli, A. J. (2009). Elementos básicos de petrología ígnea. *Instituto Superior de Correlación Geologica, Serie Miscelanea*, 18, 143-186.
- Van der Pluijm, B. A., & Marshak, S. (2004). *Earth structure: An introduction to structural geology and tectonics* 2nd Ed. W.W. Norton & Company. New York, **382-390**.
- Vega-Granillo, R., Talavera-Mendoza, O., Meza-Figueroa, D., Ruiz, J., Gehrels, G., E., López-Martínez, M., & de la Cruz-Vargas, J., C. (2007). Pressure-temperature-time evolution of Paleozoic high-pressure rocks of the Acatlán Complex (southern México): Implications for the evolution of the Iapetus and Rheic Oceans. *Geological Society of America Bulletin*, 119 (9/10), 1249-1264.
- Vega-Granillo, R., Calmus, T., Meza-Figueroa, D., Ruiz, J., Talavera-Mendoza, O., & López-Martínez, M. (2009). Structural and tectonic evolution of the Acatlán Complex, southern Mexico: Its role in the collisional history of Laurentia and Gondwana. *Tectonics*, 28(4).
- Weber, B., Meschede, M., Ratschbacher, L., & Frisch, W. (1997). Structure and kinematic history of the Acatlán Complex in the Nuevos Horizontes-San Bernardo region, Puebla. *Geofísica Internacional*, 36(2), 63-76.
- Wegener, A. (1929). *Die Entstehung der Kontinente und Ozeane*. 5th edn. Friedr. Vieweg & Sohn A.-G., Braunschweig.
- Wilson, J.T. (1966). Did the Atlantic close and then re-open? *Nature*, 211, 676–681.
- Wilson, M. (1993). Magmatism and the geodynamics of basin formation. *Sediment. Geol.* 86, 5–29.
- Wilson, R.W., Houseman, G.A., Mccaffrey, K.J.W., Doré, A.G.&Buitter, S.J.H. (2019). Fifty Years of the Wilson Cycle Concept in Plate Tectonics. *Geological Society, London, Special Publications*, 470.
- Yáñez, P., Ruiz, J., Patchett, P., J., Ortega-Gutiérrez, F. & Gehrels, G., E. (1991). Isotopic studies of the Acatlán Complex, southern Mexico: implications for Paleozoic North American tectonics: *Geological Society of America Bulletin*, 103, 817-828.

Zheng, Y.F. (2021). Convergent Plate Boundaries and Accretionary Wedges. Encyclopedia of Geology, 2nd Ed. Elsevier, v.3, 770-787.

14. Anexos

14.1. Recopilación de Datos de Análisis Geoquímicos de Roca Total

Unidad	Formación Cosoltepec	Formación Cosoltepec	Formación Cosoltepec	Formación Cosoltepec	Formación Cosoltepec	Formación Cosoltepec
Litología	Metabasalto	Metabasalto	Metabasalto	Metabasalto	Metabasalto	Metabasalto
Muestra (wt%)	CF 37	CF 110	CF 59	CF 91	CF 126	CF 230
SiO ₂	49.8	45.05	47.55	46.2	46.1	45.7
TiO ₂	3.8	2.48	1.46	1.38	0.94	1.28
Al ₂ O ₃	14.9	11.15	14.3	15.5	12	15
Fe ₂ O ₃	13.2	11.4	11.45	12.6	10.6	12.3
MnO	0.08	0.17	0.18	0.2	0.18	0.18
MgO	2.4	7.44	6.51	6.28	10.7	8.58
CaO	4.05	10.2	11.6	8.82	13.2	10.2
Na ₂ O	6.22	3.465	2.545	3.51	1.46	2.66
K ₂ O	0.04	0.545	0.025	0.09	0.13	0.18
P ₂ O ₅	0.75	0.405	0.115	0.11	0.06	0.1
L.O.I	3.05	5.95	3.05	4.05	3.35	3.05
Total	98.4	98.5	98.6	99	98.8	99.2
Rb (ppm)	1.9	25.5	7.5	11	1.9	23
Sr	131	608	115	151	44	422
Ba	154	1760	68.5	123	77	77
Cs	1	2	0.4	7	0.4	1
Ta	3.1	1.2	0.6	0.4	0.4	0.4
Th	1.6	3.1	1.19	0.19	0.3	0.4
U	0.2	0.7	0.45	0.1	0.09	0.09
Y	38	21	25	26	16	20
Zr	299	128	74	66	41	47
Hf	8	4	2	2	1	1.4
Nb	24	37	5	4	3	4
Ni	61	119	72.5	46	132	104
Co	47	40	44	42.5	42	48
V	208	247	365.5	370	297	330
Cr	69	290	205	38	390	320
Sc	15	31	44.5	38	54	45
La	1.7	28.7	4.9	4.4	3.1	4.2
Ce	52.7	55.9	13.1	12.3	8.3	11.3
Pr	7.7	6.8	2.05	1.95	1.3	1.8
Nd	37.9	29.1	9.85	9.7	6.7	9.2
Sm	12.1	7.2	3.6	3.55	2.3	3.2
Eu	3.58	3.04	1.33	1.165	0.93	1.06
Gd	10.5	6.4	4.45	4.2	2.8	3.9
Tb	1.6	0.9	0.7	0.75	0.5	0.7
Dy	8.9	4.8	4.9	4.75	3.3	4.4
Ho	1.68	0.82	1.08	1	0.67	0.89
Er	4.2	2.3	2.95	2.85	1.7	2.7
Tm	0.6	0.3	0.4	0.45	0.3	0.4
Yb	3.3	1.5	2.8	2.85	1.7	2.3
Lu	0.42	0.22	0.43	0.45	0.25	0.37
#Mg	15.4	39.4	33.26	36.34	50.2	41.09
(La/Yb) _N	4.03	12.92	1.18	0.99	1.23	1.23
Zr/Y	7.6	6.5	2.9	2.73	2.75	2.35
Y/Nb	1.58	0.57	5	6.5	5.3	5

Anexo 1. Datos geoquímicos de los basaltos de la Formación Cosoltepec localidad-tipo de Ramírez-Espinosa (2001).

Unidad	Formación Cosoltepec	Formación Cosoltepec	Formación Cosoltepec	Formación Cosoltepec
Litología	Metabasalto	Metabasalto	Metabasalto	Metabasalto
Muestra (wt%)	COS-3	COS-5	COS-9	COS-16
SiO ₂	51.86	51.6	49.21	47.74
TiO ₂	2.36	2.19	1.08	1.45
Al ₂ O ₃	15.01	15.64	14.74	14.49
Fe ₂ O ₃	15.24	16.07	10.14	12.32
MnO	0.09	0.14	0.15	0.2
MgO	2.53	2.08	7.88	6.67
CaO	2.2	1.7	9.52	11.81
Na ₂ O	6.24	6.95	3.88	2.29
K ₂ O	0.24	0.25	0.26	0.22
P ₂ O ₅	0.62	0.88	0.08	0.11
TOTAL	98.94	99.6	99.47	99.84

ppm				
Cr	358	423	323	88
Ni	126	285	81	73
Co	61	100	46	47
V	270	253	198	255
Cu	44	49	62	97
Pb	5	5	1	5
Zn	90	141	94	110
Rb	11	12	10	7
Ba	5	5	118	49
Sr	73	84	124	165
Ga	15	14	11	18
Ta	2.45	2.24	0.08	0.13
Nb	51.7	49.8	3.4	3.9
Hf	4.34	4.04	1.63	2.22
Zr	210	193	62	83
Y	18	28	20	26
Th	5.08	4.85	0.09	0.15
U	0	0	0	1
La	16.9	26.53	1.68	2.67
Ce	43.44	62.54	5.47	7.79
Nd	22.06	25.85	5.61	7.9
Sm	4.64	5.41	2.09	2.76
Eu	1.42	1.85	0.81	1.05
Gd	4.58	5.93	3.08	4.11
Tb	0.69	0.9	0.55	0.75
Dy	4.04	5.33	3.75	5.07
Ho	0.69	0.94	0.73	1.01
Er	1.88	2.51	2.14	2.95
Tm	0.25	0.33	0.32	0.43
Yb	1.49	1.99	2.07	2.78
Lu	0.22	0.29	0.3	0.41

Unidad	Formación Cosoltepec	Formación Cosoltepec	Formación Cosoltepec	Formación Cosoltepec	Formación Cosoltepec
Litología	Basalto	Basalto	Basalto	Basalto	Basalto
Muestra (wt%)	COS-31	COS-33	COS-44	COS-46	COS-52
SiO2	46.95	47.88	47.44	47.08	47.39
TiO2	1.31	1.33	1.15	1.82	1.23
Al2O3	15.12	15.62	15.52	14.09	14.88
Fe2O3	11.79	9.58	10.33	13.41	10.99
MnO	0.2	0.26	0.19	0.15	0.19
MgO	7.22	7.6	8.54	7.33	7.95
CaO	10.92	9.47	9.49	9.69	11.96
Na2O	2.75	3.51	2.08	3.08	2.53
K2O	0.69	0.62	1.67	0.56	0.22
P2O5	0.1	0.12	0.11	0.15	0.1
TOTAL	100	99.89	99.85	100.04	100.87
ppm					
Cr	306	315	268	154	451
Ni	110	119	117	102	130
Co	52	54	43	63	49
V	238	243	211	299	222
Cu	120	132	57	163	107
Pb	0	0	0	3	3
Zn	65	81	68	90	47
Rb	20	22	34	16	8
Ba	117	218	608	62	133
Sr	196	93	100	215	124
Ga	17	15	16	18	15
Ta	0.23	0.3	0.41	0.4	0.26
Nb	6.3	6.5	2.7	8.7	4.7
Hf	2.02	2	2.18	2.85	1.73
Zr	72	74	81	108	64
Y	18	19	21	22	16
Th	0.32	0.33	0.73	0.53	0.29
U	0.5	2	0.5	1	0.5
La	3.83	4.05	4.68	5.97	3.48
Ce	10.13	10.56	11.81	15.8	9.04
Nd	7.92	8.29	8.88	12.08	7.13
Sm	2.41	2.47	2.6	3.53	2.15
Eu	0.91	0.93	0.92	1.33	0.83
Gd	3.18	3.28	3.49	4.4	2.88
Tb	0.56	0.58	0.61	0.74	0.51
Dy	3.62	3.85	4.02	4.73	3.29
Ho	0.72	0.75	0.82	0.91	0.66

Er	2.06	2.19	2.41	2.58	1.92
Tm	0.3	0.31	0.35	0.37	0.27
Yb	1.94	2.01	2.29	2.35	1.81
Lu	0.28	0.29	0.34	0.33	0.26

Anexo 2. Datos geoquímicos de los basaltos de la Formación Cosoltepec localidad-tipo de Keppie et al. (2007).

Unidad	La Huerta	La Huerta	Las Minas	Las Minas	Pitayo
Litología	Metapelita	Metapelita	Metapsamita	Metapelita	Metapelita
Muestra (wt%)	C-10	C-22 P	C-84 M	C-85 P	C-3
SiO2	41.43	49.84	74.15	58.21	60.42
TiO2	1.52	1.14	0.76	1.23	0.76
Al2O3	30.27	24.05	10.76	15.45	18.7
Fe2O3	7.96	9.02	3.82	8.73	7.58
MnO	0.08	0.06	0.07	0.1	0.07
MgO	2.39	2.56	1.35	1.54	2.13
CaO	0.26	0.26	0.81	2.96	0.3
Na2O	0.34	1.36	2.64	0.47	1.38
K2O	8.04	5.04	1.58	4.19	3.29
P2O5	0.16	0.19	0.2	0.2	0.17
LOI	6.5	5.6	2.5	6.7	4.2
Total	98.95	99.12	98.65	99.77	98.99
ppm					
Cr	155	107	50	81	86
Ni	47	76	24	61	65
Co	12	26	14	33	20
V	197	188	61	186	143
Zn	111	138	57	38	120
Rb	346	230	77	155	161
Ba	1483	1282	261	1420	625
Sr	109	163	61	80	74
Ga	36	31	11	20	23
Ta	2.4	1.72	1.12	1.13	1.11
Nb	40.2	31.4	12	16	19.8
Hf	4.77	3.61	10.25	3.06	2.08
Zr	236	182	500	156	105
Y	46	39	50	24	24
Th	23.04	17.57	12.54	10.03	13
La	67.59	54.23	35.89	36.56	37.71
Ce	131.52	112	71.26	69.64	77.09
Pr	15.34	13.07	8.62	8.23	9.01
Nd	56.01	49.26	32.75	30.88	35.12
Sm	8.81	8.33	6.27	5.84	6.66
Eu	1.82	1.6	1.08	1.15	1.06
Gd	8.4	7.89	5.54	6.23	5.57
Tb	1.47	1.3	0.87	1.06	0.85
Dy	9.43	8.08	5.09	6.93	5.08
Ho	1.87	1.57	0.99	1.34	0.95
Er	5.51	4.55	2.83	3.81	2.85
Tm	0.78	0.65	0.43	0.55	0.42
Yb	5.22	4.26	2.75	3.51	2.82
Lu	0.73	0.6	0.42	0.51	0.41

Unidad	Pitayo	La Salada	La Salada	F- Cosoltepec	Inopilco
Litología	Metapsamita	Metapelita	Metapelita	Metapelita	Metapelita
Muestra (wt%)	C-4	C-36 P	C-40 P	C-51 P	C-79 P
SiO2	83.13	65.11	68.87	59.14	67.74
TiO2	0.2	0.73	0.61	0.84	0.74
Al2O3	5.32	15.86	13.61	19.54	15.75
Fe2O3	3.43	5.98	4.43	6.19	4.24
MnO	0.04	0.08	0.08	0.04	0.05
MgO	0.85	1.82	1.35	1.78	0.95
CaO	1.29	0.32	1.3	0.46	0.35
Na2O	1.05	1.3	1.82	0.9	0.24
K2O	0.48	3.58	2.72	4.33	3.89
P2O5	0.06	0.15	0.13	0.12	0.16
LOI	2.6	4.4	4.3	5.7	4.2
Total	98.45	99.33	99.22	99.03	98.32
ppm					
Cr	29	82	60	127	70
Ni	33	50	59	31	21
Co	12	17	18	15	14
V	17	98	73	159	91
Zn	21	103	66	108	55

Rb	25	155	123	183	173
Ba	92	687	591	2538	563
Sr	30	92	94	120	47
Ga	2	19	15	24	19
Ta	0.32	1.09	0.98	1.21	1.05
Nb	5.5	18.7	16.4	21.2	14
Hf	3.35	3.03	3.91	3.81	3.78
Zr	151	140	189	192	173
Y	9	26	27	30	37
Th	3.17	14.5	10.83	13.53	11.52
La	9.3	39.56	34.86	45.46	33.95
Ce	19.74	78.86	70.47	58.77	68.54
Pr	2.4	9.32	8.36	11.44	8.12
Nd	9.57	36.13	31.65	44.63	31.8
Sm	1.93	6.6	5.89	8.13	5.79
Eu	0.44	1.22	1.11	1.49	1.01
Gd	2.27	6.19	5.78	7.37	5.15
Tb	0.35	0.91	0.92	1.1	0.83
Dy	1.92	5.17	5.7	6.4	4.91
Ho	0.34	0.98	1.08	1.18	0.91
Er	1.01	2.86	3.06	3.42	2.63
Tm	0.14	0.42	0.46	0.49	0.38
Yb	0.97	2.74	3.03	3.25	2.42
Lu	0.14	0.38	0.43	0.44	0.36

Unidad	Matamoros	Matamoros	Amatitlan	Amatitlan	Amatitlan
Litología	Metapelita	Metapelita	Metapelita	Metapsamita	Metapelita
Muestra (wt%)	C-93 P	C-95 P	C-53	C-70	C-74
SiO2	51.54	68.5	55.9	75.26	48.21
TiO2	0.99	0.85	1.09	0.54	1.18
Al2O3	22.86	16.77	20.22	11.1	26.08
Fe2O3	9.75	3.77	8.5	3.79	8.66
MnO	0.09	0.01	0.09	0.07	0.05
MgO	2.37	0.5	2.5	1.34	2.38
CaO	0.32	0.04	0.35	0.13	0.3
Na2O	0.81	0.84	1.08	0.61	0.86
K2O	4.39	3.75	4.04	2.6	5.1
P2O5	0.28	0.07	0.18	0.06	0.15
LOI	6.3	3.8	5.2	3.8	6.9
Total	99.7	98.89	99.14	99.3	99.87
ppm					
Cr	93	72	91	65	117
Ni	53	15	45	26	37
Co	26	8	23	10	17
V	144	106	177	96	206
Zn	145	43	140	86	119
Rb	207	170	192	105	250
Ba	808	739	1312	2057	1000
Sr	76	97	82	60	200
Ga	32	22	28	15	33
Ta	1.51	1.25	1.48	0.73	1.78
Nb	21	17	25.3	12.5	32.1
Hf	3.65	3.13	4.82	2	4.51
Zr	169	157	215	88	198
Y	27	31	31	28	36
Th	17.75	11.94	16.76	5.67	19.69
La	53.68	28.71	48.2	59.9	48.85
Ce	108.33	56.38	96.38	68.72	96.93
Pr	12.35	6.74	11.58	12.21	11.26
Nd	46.87	25.94	44.82	44.53	43.54
Sm	8.58	5.2	8.31	7.54	6.87
Eu	1.74	1.1	1.6	1.48	1.38
Gd	9.31	5.46	7.53	6.97	7.14
Tb	1.58	0.98	1.12	1.06	1.17
Dy	9.73	6.3	6.9	6.16	7.26
Ho	1.79	1.18	1.28	1.08	1.41
Er	5.03	3.39	3.71	3.04	4.07
Tm	0.71	0.46	0.54	0.42	0.62
Yb	4.43	3.2	3.47	2.7	4.06
Lu	0.61	0.46	0.5	0.36	0.57

Anexo 3. Datos geoquímicos de las metapelitas y metapsamitas de la Formación Cosoltepec localidad-tipo, en el área de Inopilco, El Pitayo, Matamoros, Amatitlán y las Unidades, La Huerta, Las Minas, La Salada, de Dostal et al. (2009).

Unidad	Unidad Coatlaco	Unidad Coatlaco	Unidad Coatlaco	Unidad Coatlaco
Litología	Metabasalto	Metabasalto	Metabasalto	Metabasalto
Muestra (wt%)	CB1	CB4	CB5	CB6
SiO2	50.84	46.85	44.32	46.17
TiO2	1.63	1.46	2.82	1.22
Al2O3	14.07	14	12.12	15.91
Fe2O3	10.1	12.64	17.83	11.16
MnO	0.298	0.267	0.294	0.166
MgO	6.62	8.68	4.47	7.88
CaO	7.62	8.95	10.56	10.54
Na2O	4.66	2.5	1.26	3.32
K2O	0.16	0.02	0.21	0.05
P2O5	0.17	0.13	0.3	0.11
Total	99.29	99.93	99.1	100.12
Cr ppm	231	172	46	320
Ni	71	74	40	107
Co	51	61	72	55
V	240	261	392	222
Zn	100	85	143	80
Rb	6	3	2	2
Ba	175	214	515	234
Sr	79	79	51	55
Ga	12	20	23	18
Nb	9.14	7.9	20.47	7.53
Ta	0.437	0.386	1.05	0.348
Zr	98.3	102	238	83.9
Hf	2.08	2.61	5.81	2.17
Y	24.2	25.2	48	17.5
Th	0.402	0.386	1.05	0.344
La	4.82	5.34	13.2	4.38
Ce	13.32	13.26	31.9	11.18
Pr	2.21	2.07	4.8	1.71
Nd	11.6	10.4	23.7	8.73
Sm	3.58	3.21	6.82	2.65
Eu	1.29	1.24	2.26	0.986
Gd	4.51	4.18	8.33	3.21
Tb	0.746	0.702	1.38	0.53
Dy	4.82	4.67	9	3.5
Ho	0.972	0.985	1.89	0.722
Er	2.78	2.93	5.4	2.07
Tm	0.389	0.425	0.788	0.293
Yb	2.47	2.86	5.08	1.86
Lu	0.376	0.436	0.774	0.285

Unidad	Unidad Coatlaco	Unidad Coatlaco	Unidad Coatlaco	Unidad Coatlaco
Litología	Metabasalto	Metabasalto	Metabasalto	Metabasalto
Muestra (wt%)	LCB5	LCB6	LCB7	LCB8
SiO2	44.82	45.79	47.58	48.22
TiO2	1.13	1.2	1.93	1.21
Al2O3	15.15	14.49	15.65	15.36
Fe2O3	10.51	11.03	8.9	11.5
MnO	0.924	0.169	0.174	0.168
MgO	7.7	6.8	7.69	8.5
CaO	8.12	9.96	6.05	7.61
Na2O	3.21	2.98	4.81	3.75
K2O	1.36	0.06	0.28	0.79
P2O5	0.09	0.1	0.16	0.1
Total	100.13	98.9	99.96	100.9
Cr ppm	319	333	215	352
Ni	142	105	102	118
Co	63	54	64	62
V	207	225	303	218
Zn	82	75	105	81
Rb	22	2	17	2
Ba	309	223	183	294
Sr	120	88	129	65
Ga	15	17	12	17
Nb	6.45	6.3	10.4	7
Ta	0.314	0.267	0.514	0.298
Zr	68.1	78.7	125	73.7

Hf	1.9	2.12	3.27	2.03
Y	16	20.7	22.9	17.1
Th	0.337	0.34	0.606	0.391
La	4.06	4.42	6.97	4.28
Ce	10.27	11.07	18.5	10.76
Pr	1.59	1.73	2.85	1.7
Nd	8.15	8.9	14.2	8.5
Sm	2.33	2.68	4.02	2.56
Eu	0.843	1.02	1.41	0.891
Gd	2.98	3.59	4.84	3.18
Tb	0.505	0.616	0.816	0.553
Dy	3.27	3.94	5.17	3.52
Ho	0.674	0.824	1.02	0.722
Er	1.9	2.36	2.88	2.02
Tm	0.262	0.334	0.405	0.3
Yb	1.71	2.2	2.64	1.89
Lu	0.248	0.314	0.381	0.269

Anexo 4. Datos geoquímicos de los metabasaltos de la Unidad Coatlaco, de Grodzicki et al. (2008).

Unidad	Progreso y Zumpango	Progreso y Zumpango	Progreso y Zumpango	Progreso y Zumpango	Progreso y Zumpango
Litología	Metabasalto	Metabasalto	Metabasalto	Metabasalto	Metabasalto
Muestra	OL-36(1)	OL-36(2)	OL-243	OL-244	OL-245
SiO ₂ (wt%)	47	45.8	47.4	48.7	46.2
TiO ₂	1.67	1.27	1.31	1.04	1.36
Al ₂ O ₃	22.7	18.3	15.9	14.6	15.7
Fe ₂ O ₃	13.5	10.9	10.6	11.6	12.3
MnO	0.12	0.15	0.17	0.14	0.16
MgO	3.7	6	7.8	7.3	7.4
CaO	0.4	4.7	9	9.5	10
Na ₂ O	4.2	5.7	4	3.6	3.5
K ₂ O	2.8	0.14	0.33	0.14	0.17
P ₂ O ₅	0.13	0.11	0.12	0.12	0.13
Mg#	32.8	49.7	56.9	52.7	51.7
L.O.I.	5.1	7	3.3	3.4	3.1
Total	106.3	100.1	96.7	96.6	96.9
V (ppm)	201	276	315	305	311
Cr	374	356	250	290	281
Co	81	67	59.4	56.2	48.9
Ni	104	112	105	104	100
Cu	13	39	129	124	131
Zn	104	86	86	85	87
Ga	22	18	15.4	12.8	16.2
Rb	74	8	11.2	6.2	4.8
Sr	53	250	367	87	255
Y	32	24	18	21	21
Zr	103	75	78	83	81
Nb	3.7	3.3	5.4	5.6	5.6
Cs	n.d.	n.d	n.d	2.8	n.d
Ba	629	50	104	54	78
La	2.6	1.9	4.1	4.4	4.6
Ce	6.3	6	11.2	11.8	11.8
Pr	1.04	1.31	1.75	1.85	1.78
Nd	5.9	8.4	8.9	8.9	8.8
Sm	2.4	3.5	2.7	2.9	2.7
Eu	0.82	1.17	1.16	1.09	1.1
Gd	4.3	4.3	3.8	3.7	3.5
Tb	0.82	0.78	0.6	0.67	0.6
Dy	5.8	5.2	4	4.5	4.2
Ho	1.26	1.09	0.76	0.85	0.86
Er	3.8	3.4	2.3	2.5	2.4
Tm	0.55	0.53	0.31	0.36	0.31
Yb	3.5	3.4	2	2.2	2.4
Lu	0.53	0.51	0.31	0.33	0.34

Hf	2.5	2.5	2.1	2.2	2.1
Ta	0.23	0.26	0.22	0.22	0.2
Pb	<3	<3	0.4	4.7	0.4
Th	0.35	0.33	0.38	0.31	0.32
U	4	3	0	4.3	3.4

Unidad	Progreso y Zumpango	Progreso y Zumpango	Progreso y Zumpango	Progreso y Zumpango	Progreso y Zumpango
Litología	Metabasalto	Metabasalto	Metabasalto	Metabasalto	Metabasalto
Muestra	OL-500 M1	OL-501 M2	OL-502 M3	OL-503 M4	OL-504 M5
SiO2 (wt%)	43.3	47.4	46.1	46.8	46.6
TiO2	1.45	1.02	1.49	1.45	1.33
Al2O3	15.3	14.4	15.3	15.4	14.7
Fe2O3	10.6	12.4	12.4	12.1	12.4
MnO	0.15	0.15	0.16	0.17	0.18
MgO	6.7	7.6	7.3	7	7.8
CaO	9.4	10.5	10.1	10.4	10.6
Na2O	3	3.1	3.2	3.2	3.1
K2O	0.21	0.09	0.09	0.09	0.09
P2O5	0.19	0.11	0.13	0.12	0.12
Mg#	52.9	52.2	51.4	50.9	52.8
L.O.I.	9.7	3.2	3.6	3.4	3
Total	90.3	96.8	96.4	96.6	97.1
V (ppm)	300	297	303	318	305
Cr	348	276	285	303	281
Co	40.3	47.6	48.1	48.4	40.4
Ni	157	105	101	106	98
Cu	78	123	132	138	128
Zn	96	89	91	87	84
Ga	19	16.6	15	17.6	15.7
Rb	21.2	5.5	4.3	4.6	4.2
Sr	185	228	133	89	68
Y	30	20	21	22	21
Zr	171	80	84	85	81
Nb	8	5.5	5.8	6	5.7
Cs	17.9	3.9	6.7	n.d	3.8
Ba	97	36	40	30	28
La	13.7	4.4	4.8	4.6	4.7
Ce	31.5	12.2	12.1	12.2	11.8
Pr	4.33	1.68	1.88	1.91	1.7
Nd	19.3	9.5	9.8	9.4	9.6
Sm	5	2.8	2.9	3.2	3.2
Eu	1.58	1.05	1.17	1.07	1.07
Gd	5.7	3.4	3.8	4	3.7
Tb	0.94	0.6	0.62	0.68	0.59
Dy	5.8	3.9	4.3	4.3	4.2
Ho	1.25	0.86	0.91	0.85	0.91
Er	3.5	2.4	2.5	2.4	2.4
Tm	0.52	0.36	0.35	0.34	0.35
Yb	3.4	2.2	2.5	2.3	2.5
Lu	0.48	0.34	0.38	0.36	0.38
Hf	4.2	2.3	2.1	2.2	2
Ta	0.25	0.17	0.19	0.24	0.22
Pb	8.1	3.6	4.4	5.8	6.7
Th	2.64	0.32	0.4	0.35	0.39
U	0	5.7	3.1	1.1	0.3

Unidad	Progreso y Zumpango	Progreso y Zumpango	Progreso y Zumpango	Progreso y Zumpango	Progreso y Zumpango
Litología	Metabasalto	Metabasalto	Metabasalto	Metabasalto	Metabasalto
Muestra	OL-505 M6	OL-506 M7	OL-507 M8	OL-508 M9	OL-509 M10
SiO2 (wt%)	46.5	47.3	48	46.8	46.6
TiO2	1.44	1.47	1.41	1.26	1.35
Al2O3	14.9	15.2	12.9	15	15.1
Fe2O3	12.5	12.4	11.8	12.3	12.5
MnO	0.18	0.17	0.14	0.17	0.17
MgO	7.5	7.4	9.1	8	7.5
CaO	10.6	9.3	11.7	10	10.1
Na2O	3.1	3.6	0.2	3.3	3.2
K2O	0.12	0.09	0.08	0.1	0.09
P2O5	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12

Mg#	51.6	51.4	57.9	53.7	51.8
L.O.I.	3	3	4.6	3	3.2
Total	97	97	95.4	97	96.8
V (ppm)	315	313	293	289	305
Cr	290	278	271	267	281
Co	47.9	44.3	40.9	40.9	51
Ni	98	101	90	98	99
Cu	134	131	135	131	127
Zn	87	87	74	76	106
Ga	14.6	16.7	15	14.1	18.2
Rb	4.8	4.2	6.6	5	2.5
Sr	88	109	35	186	117
Y	21	21	18	21	21
Zr	80	82	86	83	82
Nb	5.4	5.7	6	5.9	5.7
Cs	2.8	3	4.8	2	0
Ba	38	44	21	25	34
La	4.5	4.6	4.7	4.7	4.5
Ce	11.4	12	11.3	12.2	11.6
Pr	1.77	1.82	1.64	1.89	1.76
Nd	9	9.6	8.6	9.6	9.8
Sm	2.8	3	2.7	2.8	2.8
Eu	1.1	1.13	1.02	1.13	1.05
Gd	3.9	3.8	3.4	3.9	3.8
Tb	0.61	0.64	0.56	0.62	0.63
Dy	4.2	4.1	3.9	4.3	4.2
Ho	0.82	0.82	0.8	0.87	0.86
Er	2.3	2.5	2.1	2.6	2.4
Tm	0.35	0.34	0.32	0.37	0.37
Yb	2.1	2.2	2.1	2.3	2.3
Lu	0.35	0.36	0.31	0.33	0.3
Hf	2.1	1.8	2.3	2.1	2.3
Ta	0.19	0.19	0.2	0.21	0.22
Pb	7.6	10	1.3	1.1	29.8
Th	0.35	0.33	0.41	0.35	0.35
U	2.6	2.3	1.2	1.3	2.9

Anexo 5. Datos geoquímicos de los metabasaltos de las Unidades Progreso y Zumpango, de Ortega-Obregón et al. (2010).

Unidad	Progreso	Progreso	Progreso	Progreso
Litología	Metapelitas	Metapelitas	Metapelitas	Metapelitas
Muestra	OL-511	N-1	N-2	PRO-2
SiO2 (wt%)	81.1	74.7	49.1	73.4
TiO2	0.56	0.54	1.74	1.08
Al2O3	9.7	13.4	12.3	9.6
Fe2O3	2	3.6	10.2	5.5
MnO	0.09	0.04	0.15	0.09
MgO	0.5	0.9	5	1.2
CaO	0.5	0.2	4.3	1.8
Na2O	2.7	3.2	3.4	2.3
K2O	0.95	2.3	0.12	1.37
P2O5	0.06	0.1	0.17	0.09
Mg#	29.8	30.9	46.8	27.3
L.O.I.	2	1.9	14.5	2.9
Total	127.9	100.9	100.9	99.3
V (ppm)	51	60	327	83
Cr	41	38	70	29
Co	15	19	59	27
Ni	22	13	41	13

Cu	7	32	207	76
Zn	34	53	80	68
Ga	8.8	16	15	12
Rb	45.7	117	11	60
Sr	56	48	377	18
Y	14	45	29	23
Zr	179	209	95	311
Nb	7.9	11	1	19.3
Cs	0	n.d	n.d	n.d
Ba	224	510	248	344
La	18.6	45	72	37
Ce	42.8	n.d	n.d	52
Pr	4.53	n.d	n.d	6.35
Nd	16.8	39	62	38
Sm	3.3	n.d	n.d	5.7
Eu	0.65	n.d	n.d	1.44
Gd	2.9	n.d	n.d	5.3
Tb	0.42	n.d	n.d	0.83
Dy	2.9	n.d	n.d	4.9
Ho	0.57	n.d	n.d	1
Er	1.6	n.d	n.d	3
Tm	0.25	n.d	n.d	0.45
Yb	1.7	n.d	n.d	3.1
Lu	0.27	n.d	n.d	0.44
Hf	3.9	n.d	n.d	6.5
Ta	0.35	n.d	n.d	1.05
Pb	22	42	7	37
Th	6.7	27	7	7.3
U	2.4	5	4	4

Anexo 5.1. Datos geoquímicos de las metapelitas de la Unidad Progreso, de Ortega-Obregón et al. (2010).

Unidad	Zumpango	Zumpango	Zumpango	Zumpango	Zumpango
Litología	Metapelitas	Metapelitas	Metapelitas	Metapelitas	Metapelitas
Muestra	OL-18B	OL-21A	OL-21B	OL-22	OL-35
SiO ₂ (wt%)	75.3	69.4	67.7	75.3	91.1
TiO ₂	0.71	0.76	0.82	0.53	0.26
Al ₂ O ₃	12.7	15.3	16.3	12.1	4.3
Fe ₂ O ₃	3.6	4.9	5.6	4	0.8
MnO	0.03	0.05	0.06	0.02	0.01
MgO	0.4	1.4	1.7	0.9	0.1
CaO	0.2	0.1	0.2	0	0
Na ₂ O	2.8	1.6	1.5	1.4	0.8
K ₂ O	1.98	3.07	3.42	2.08	0.62
P ₂ O ₅	0.11	0.09	0.15	0.07	0.02
Mg#	17.7	33.4	35.1	28.4	20.1
L.O.I.	2.7	3.4	3.6	3.5	1.1
Total	100.4	100.1	100.9	99.9	99.2
V (ppm)	50	92	100	66	14
Cr	20	55	63	35	21
Co	17	24	26	20	6
Ni	<3	22	25	13	<3
Cu	20	30	25	43	44
Zn	41	72	77	52	<5
Ga	14	17	19	13	5
Rb	81	140	143	110	61
Sr	48	22	19	47	14
Y	36	32	30	27	47
Zr	418	182	182	200	406

Nb	28	18.8	20.2	14.6	11
Cs	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
Ba	365	577	672	377	28
La	41	56	62	51	18
Ce	n.d	83.2	90.6	67.7	n.d
Pr	n.d	9.98	10.47	8.43	n.d
Nd	33	52	59	45	<5
Sm	n.d	7.4	8	6.8	n.d
Eu	n.d	1.45	1.48	1.38	n.d
Gd	n.d	6.7	6.8	6.1	n.d
Tb	n.d	1.03	1.03	0.89	n.d
Dy	n.d	6.3	6.1	5.5	n.d
Ho	n.d	1.21	1.16	1.07	n.d
Er	n.d	3.5	3.3	2.9	n.d
Tm	n.d	0.5	0.49	0.42	n.d
Yb	n.d	3.2	3.2	2.6	n.d
Lu	n.d	0.46	0.47	0.39	n.d
Hf	n.d	4	3.9	3.8	n.d
Ta	n.d	1.39	1.47	0.91	n.d
Pb	32	40	33	40	45
Th	26	13.7	15.1	10.3	36
U	5	4	4	5	7

Unidad	Zumpango	Zumpango	Zumpango	Zumpango	Zumpango
Litología	Metapelitas	Metapelitas	Metapelitas	Metapelitas	Metapelitas
Muestra	OL-VC1	ZUM-1	ZUM-4	ZUM-6	ZUM-7
SiO2 (wt%)	83.4	90.9	84.8	84.3	83
TiO2	0.38	0.23	0.37	0.33	0.46
Al2O3	10.2	5.7	7.8	10.2	9.1
Fe2O3	0.6	0.8	1.8	0.6	1.7
MnO	0.001	0	0.01	0.001	0.02
MgO	0.3	0.2	0.5	0.2	0.7
CaO	0	0.1	0.1	0	0.1
Na2O	1.1	1	1.7	0.01	0.1
K2O	1.57	1.15	1.3	1.2	2.67
P2O5	0.02	0.05	0.08	0.04	0.03
Mg#	44.5	30	31.4	34.1	42
L.O.I.	2.5	0.7	1.2	2.9	2.7
Total	100.1	100.6	99.6	99.7	100.5
V (ppm)	32	23	28	22	48
Cr	13	21	15	14	27
Co	8	5	8	<5	8
Ni	<3	<3	<3	<3	<3
Cu	54	50	49	48	33
Zn	17	6	19	<5	14
Ga	9	8	9	8	10
Rb	108	84	86	90	130
Sr	44	20	14	35	42
Y	64	9	43	56	47
Zr	245	195	313	369	393
Nb	15	5.6	7	18	19
Cs	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
Ba	213	102	113	152	426
La	33	18	33	37	42
Ce	n.d	20.4	n.d	n.d	n.d
Pr	n.d	2.27	n.d	n.d	n.d
Nd	24	<5	17	19	27
Sm	n.d	1.8	n.d	n.d	n.d

Eu	n.d	0.35	n.d	n.d	n.d
Gd	n.d	1.6	n.d	n.d	n.d
Tb	n.d	0.29	n.d	n.d	n.d
Dy	n.d	1.7	n.d	n.d	n.d
Ho	n.d	0.35	n.d	n.d	n.d
Er	n.d	1.1	n.d	n.d	n.d
Tm	n.d	0.17	n.d	n.d	n.d
Yb	n.d	1.1	n.d	n.d	n.d
Lu	n.d	0.2	n.d	n.d	n.d
Hf	n.d	3.2	n.d	n.d	n.d
Ta	n.d	0.28	n.d	n.d	n.d
Pb	54	49	46	325	39
Th	37	3.9	35	39	32
U	7	7	6	7	6

Anexo 5.2. Datos geoquímicos de las metapelitas de la Unidad Zumpango, de Ortega-Obregón et al. (2010).

Unidad	Amarillo	Amarillo	Amarillo	Amarillo	Amarillo	Amarillo
Litología	Anfibolita	Anfibolita	Anfibolita	Anfibolita	Anfibolita	Anfibolita
Muestra (wt%)	TT-30	TT-47	TT-661	TT-682	TT-48A	TT-664
SiO2	48.5	47.6	47.9	48.3	55.9	49.9
TiO2	1.9	0.9	1.9	1.9	1.6	1.9
Al2O3	15.2	13.6	15.0	15.2	15.3	15.4
Fe2O3	11.1	11.9	10.9	11.1	10.5	12.9
MnO	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2
MgO	7.1	8.4	6.0	8.3	4.0	5.6
CaO	9.4	11.8	9.2	8.4	6.5	8.0
Na2O	4.0	2.3	4.4	3.6	2.8	2.2
K2O	0.3	0.2	0.4	0.3	1.1	2.1
P2O5	0.2	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3
LOI	2.2	3.1	4.0	2.3	1.8	1.6
Total	100.0	100.0	100.0	99.8	100.0	100.0
Mg#	56.2	58.3	52.3	59.6	43.1	46.4
V	308.3	314.9	284.5	321.0	233.5	304.6
Cr	138.2	335.3	71.7	148.0	60.8	177.5
Co	42.3	47.6	46.5	44.4	32.0	35.1
Ni	55.3	112.2	43.5	59.3	33.6	42.1
Cu	80.0	131.4	74.2	46.8	42.8	6.0
Zn	80.1	84.5	82.9	85.5	110.1	131.6
Ga	16.7	16.6	17.3	18.0	20.8	23.1
Rb	11.0	7.5	16.8	7.6	46.2	70.6
Sr	256.1	176.5	263.6	208.1	216.3	174.0
Y	26.2	18.1	26.5	27.3	36.9	39.2
Zr	142.8	65.1	143.5	151.0	378.7	255.9
Nb	11.7	4.3	12.6	12.9	23.5	21.7
Ba	55.8	50.6	51.7	66.7	449.5	580.2
Cs	1.2	0.6	0.7	0.2	3.9	2.5
La	7.8	3.5	9.0	8.3	32.8	25.3
Ce	19.6	8.5	22.2	20.9	69.0	54.3
Pr	2.9	1.4	3.2	3.1	9.1	7.3
Nd	13.5	7.2	14.9	15.4	37.8	30.5
Sm	4.1	2.4	4.4	4.3	7.9	7.4
Eu	1.5	0.9	1.5	1.6	2.0	2.1
Gd	4.8	3.2	5.0	5.2	8.0	7.4
Tb	0.9	0.6	0.9	0.9	1.3	1.2
Dy	5.1	3.7	5.5	5.6	7.3	7.9
Ho	1.1	0.7	1.1	1.1	1.5	1.6
Er	2.9	2.2	3.1	3.1	4.1	4.5
Tm	0.4	0.3	0.4	0.4	0.6	0.6
Yb	2.9	2.1	2.7	2.8	3.8	4.0
Lu	0.4	0.3	0.4	0.4	0.6	0.6
Hf	2.9	1.7	3.2	3.5	7.8	5.7
Ta	0.3	0.1	0.3	0.4	0.6	0.6
Pb	6.1	2.7	4.4	0.9	13.2	10.3
Th	0.6	0.3	0.6	0.7	2.7	2.4
U	0.0	2.0	1.5	1.3	0.0	1.1

Anexo 6. Datos geoquímicos de las anfibolitas de la Unidad Amarillo, de Kirsch et al. (2014).

Unidad	Amarillo	Amarillo	Amarillo	Amarillo	Amarillo	Amarillo	Amarillo
Litología	Metapelita	Metapelita	Metapelita	Metapelita	Metapelita	Metapelita	Metapelita
Muestra (wt%)	TT-29	TT-31	TT-44A	TT-44B	TT-45C	TT-46	TT-45B
SiO ₂	47.7	62.9	55.0	65.1	62.1	56.2	57.6
TiO ₂	1.6	0.7	0.7	0.6	0.6	0.8	1.1
Al ₂ O ₃	24.3	18.6	15.3	15.7	16.8	22.7	15.4
Fe ₂ O ₃	11.1	6.3	7.2	6.2	5.9	6.0	9.4
MnO	0.2	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1
MgO	2.9	2.0	4.4	3.5	2.0	1.8	4.1
CaO	0.7	0.4	3.7	1.1	4.2	0.6	5.9
Na ₂ O	0.8	1.1	6.4	3.1	2.4	1.1	1.7
K ₂ O	6.0	3.9	0.2	1.6	3.7	4.4	3.2
P ₂ O ₅	0.2	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2
LOI	4.5	3.9	6.8	2.9	2.1	6.1	1.3
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Mg#	34.1	38.8	54.8	52.6	39.9	37.3	46.5
V	265.5	156.9	84.6	157.9	101.3	199.1	159.9
Cr	221.4	98.6	384.0	92.3	21.4	125.5	114.7
Co	35.5	15.0	41.1	13.6	14.8	10.9	27.9
Ni	71.5	40.1	80.9	29.4	14.8	28.7	43.8
Cu	66.4	41.7	218.4	38.5	15.5	31.2	48.9
Zn	144.6	99.8	88.1	136.8	63.0	94.7	102.9
Ga	35.2	26.8	9.3	17.2	18.1	34.1	19.2
Rb	229.2	179.3	14.9	69.1	138.9	196.6	121.9
Sr	127.3	72.3	377.3	176.3	176.3	112.5	258.4
Y	28.4	29.5	20.8	22.9	31.2	32.8	36.3
Zr	196.2	182.8	60.5	138.5	271.5	156.4	386.2
Nb	18.3	21.0	0.9	9.0	18.7	16.6	24.3
Ba	1265.3	829.1	59.6	661.5	712.1	702.8	462.1
Cs	9.4	7.7	0.9	3.7	5.7	9.1	4.3
La		42.1		19.6	42.1		39.2
Ce	81.9	86.4	11.9	41.0	84.2	92.4	77.6
Pr		9.9		5.3	10.0		10.5
Nd		37.8		22.5	37.7		42.9
Sm		6.9		4.9	7.4		8.7
Eu		1.4		1.2	1.6		2.2
Gd		6.2		5.2	6.7		8.5
Tb		1.0		0.8	1.0		1.2
Dy		6.2		4.8	6.3		7.7
Ho		1.1		1.0	1.3		1.5
Er		3.4		2.9	3.4		4.3
Tm		0.5		0.4	0.5		0.6
Yb		3.1		2.8	3.5		3.8
Lu		0.5		0.5	0.5		0.6
Hf		3.9		3.1	6.5		8.5
Ta		0.7		0.3	0.6		0.5
Pb	26.1	24.0	31.9	26.1	14.8	29.9	27.5
Th		15.2		6.6	12.3		8.7
U	0.7	4.1	0.0	1.6	3.7	6.5	1.3

Anexo 6.1. Datos geoquímicos de las anfibolitas de la Unidad Amarillo, de Kirsch et al. (2014).

14.2. Recopilación de Datos de Análisis con el Método Isotópico U/Pb

U (ppm)	²⁰⁶ Pb/ ²⁰⁴ Pb	U/T h	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	± (%)	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	± (%)	erro r	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	± (Ma)	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	± (Ma)	²⁰⁶ Pb/ ²⁰⁷ Pb	± (Ma)
336	7401	2	0.48156	7.35	0.05979	2.49	0.34	374.4	9.6	399.1	35.3	545	76
438	13890	1.1	0.51353	8.4	0.06277	1.83	0.22	392.4	7.4	420.8	42.9	579	89
546	2559	1.6	0.59177	10.88	0.06511	2.8	0.26	406.6	11.7	472	63.3	804	110
91	2082	2.3	0.53075	27.39	0.06792	2.14	0.08	423.6	9.4	432.3	137.8	479	302
777	8709	2.1	0.6546	6.38	0.07313	2.4	0.38	455	11.3	511.3	41.5	772	62
360	9447	21.8	0.69088	5.32	0.07872	2.96	0.56	488.5	15	533.3	36.6	730	47
331	7842	8.1	0.87134	8.72	0.08059	4.17	0.48	499.6	21.6	636.3	74.3	1158	76
75	3174	2.1	0.86705	18.17	0.0827	7.93	0.44	512.2	42.1	634	148.6	1096	164
187	6168	2.4	0.68491	13.04	0.08282	2.98	0.23	513	15.9	529.7	86.8	603	137
92	2052	1.2	0.76196	24.76	0.08351	3.93	0.16	517	21.1	575.1	175.5	812	256
614	13188	1.6	0.69196	5.33	0.08376	2.52	0.47	518.5	13.6	534	36.8	600	51
58	1905	1.4	0.88895	26.31	0.08474	5.61	0.21	524.4	30.6	645.8	213.4	1097	257
54	2745	11.5	0.59136	24.57	0.08598	3.36	0.14	531.7	18.6	471.7	137.8	190	283

415	6486	2.3	0.71515	6.06	0.08687	1.67	0.28	537	9.3	547.8	43.1	593	63
368	11709	3.3	0.70351	4.48	0.08697	1.84	0.41	537.6	10.3	540.9	31.5	555	45
250	9570	2.5	0.76897	7.89	0.08734	1.46	0.19	539.8	8.2	579.2	59.8	737	82
515	30495	2.3	0.84177	3.38	0.08735	1.22	0.36	539.9	6.9	620.1	28.5	925	32
414	17598	1.4	0.74312	6.08	0.08822	2.72	0.45	545	15.5	564.2	44.8	643	58
255	7932	1.4	0.76199	7.68	0.0888	3.5	0.46	548.4	20	575.2	57.8	682	73
318	14595	3.6	0.79216	4.63	0.09058	1.74	0.38	558.9	10.2	592.4	36.5	723	45
105	3531	2.3	0.84292	16.4 1	0.09084	2.96	0.18	560.5	17.3	620.8	131.5	847	168
346	19761	12.9	0.75681	4.85	0.09118	1.67	0.34	562.5	9.8	572.2	36.6	611	49
180	6207	1.7	0.85831	10.9	0.09129	4.63	0.42	563.2	27.2	629.2	90.8	874	102
390	15099	3.7	0.79877	5.01	0.09137	2.52	0.5	563.7	14.8	596.1	39.8	722	46
307	22989	4.1	0.79135	7.26	0.09403	3.26	0.45	579.3	19.7	591.9	56.7	641	70
409	8814	1.3	1.3922	7.93	0.09408	3.61	0.46	579.6	21.9	885.6	106.3	1754	65
394	10350	3.3	0.8294	7.66	0.09476	2.15	0.28	583.6	13.1	613.3	62.6	724	78
236	5658	3.5	1.11033	10.7 7	0.09519	4.07	0.38	586.2	24.9	758.3	114.7	1306	97
131	4587	0.8	0.78994	13.0 4	0.09655	5.09	0.39	594.2	31.6	591.1	99.5	579	130
56	2304	1	0.95785	25.4	0.09753	4.64	0.18	599.9	29.1	682.2	221.1	964	255
139	6774	2.5	0.78681	6.93	0.0976	1.34	0.19	600.3	8.4	589.4	53.9	547	74
340	19986	5.7	0.87214	5.64	0.09762	1.66	0.29	600.4	10.4	636.7	48.7	768	57
118	5127	1	0.95268	11.0 9	0.09896	2.17	0.2	608.3	13.8	679.5	102	923	112
84	4950	2.1	1.00726	16.9 9	0.10051	3.58	0.21	617.4	23.2	707.5	160.4	1005	168
302	12168	1.8	1.4581	8.84	0.10055	1.89	0.21	617.6	12.2	913.2	123.1	1717	79
241	10260	2.1	0.99048	13.7 6	0.10217	2.7	0.2	627.1	17.8	699	129.8	937	138
465	18207	3.6	0.88814	4.4	0.10302	1.09	0.25	632.1	7.2	645.4	38.9	692	45
358	14679	1.8	0.91787	4.28	0.10427	1.66	0.39	639.4	11.1	661.2	39.2	737	42
79	2787	3.1	1.05618	22.0 4	0.10465	7.92	0.36	641.6	53.2	731.9	212.5	1020	208
69	4716	5.1	1.19186	10.6 7	0.10511	5.53	0.52	644.3	37.4	796.8	121.6	1251	89
543	30126	4.4	1.07009	3.34	0.1104	2.23	0.67	675.1	15.9	738.8	35.7	937	26
431	7677	2.3	1.11002	3.2	0.11246	1.35	0.42	687	9.8	758.2	35.4	974	30
330	4500	2.2	1.21573	20.5 5	0.11505	4.27	0.21	702	31.6	807.8	226.4	1112	201
109	6003	6.9	1.39775	19.1 4	0.11515	4.03	0.21	702.6	29.8	888	240.7	1383	180
242	3246	6	1.30276	7.73	0.11554	2.91	0.38	704.8	21.6	846.9	97.4	1240	70
318	21192	2.7	1.07722	4.65	0.12224	1.81	0.39	743.5	14.2	742.3	49.6	739	45
92	7875	1.9	1.33244	6.38	0.12368	3.84	0.6	751.7	30.5	859.9	82.8	1150	51
277	10782	0.8	1.16316	8.26	0.12472	1.62	0.2	757.7	13	783.4	93.2	858	84
296	12054	2.7	1.21626	3.51	0.12585	1.71	0.49	764.1	13.9	808.1	42.4	931	31
143	7998	1.7	1.66713	7.63	0.12783	4.11	0.54	775.5	33.8	996.1	121.6	1520	61
156	13482	2.8	1.26967	8.53	0.13165	1.74	0.2	797.3	14.7	832.2	104.4	927	86
278	7629	2.8	1.28116	13.5 1	0.13208	2.5	0.19	799.7	21.3	837.4	162.1	939	136
143	10848	1.7	1.43076	10.0 8	0.1339	5.61	0.56	810.1	48.2	901.9	136.8	1134	83
81	3750	5.7	1.47866	10.2 4	0.13838	1.92	0.19	835.5	17.1	921.7	143.1	1134	100
548	46269	9.2	1.50244	5.81	0.13923	2.22	0.38	840.3	19.9	931.4	85	1154	53
361	25020	3.2	1.41764	3.01	0.14478	1.9	0.63	871.6	17.7	896.4	42.5	958	24
277	19830	3.8	1.49477	4.88	0.14609	4.42	0.91	879	41.5	928.3	71.4	1047	21
168	9678	1.5	1.62695	7.58	0.147	3.47	0.46	884.1	32.8	980.7	118.1	1204	66
132	7317	2.9	1.64544	7.74	0.15138	3.34	0.43	908.7	32.5	987.8	121.7	1168	69
200	20940	1.2	1.5487	8.05	0.1537	6.33	0.79	921.7	62.4	950	119.2	1016	50
87	3507	6.4	1.74263	18.4 2	0.15507	2.81	0.15	929.3	28	1024.4	282.7	1234	179
59	4386	1.8	1.52812	11.6 7	0.15519	2.23	0.19	930	22.3	941.7	166.6	969	117
181	4413	2.8	1.65456	8.98	0.15552	1.99	0.22	931.8	19.9	991.3	140.7	1125	87
393	5856	4.1	1.73035	7.94	0.1564	2.57	0.32	936.7	25.9	1019.9	130.7	1203	74
263	19416	2.3	1.5361	5.24	0.15852	2.06	0.39	948.6	21	944.9	78.7	937	49
209	10983	4.9	1.95268	7.33	0.1622	5.45	0.74	969	56.7	1099.4	135.8	1367	47
284	16164	7	1.64534	4.3	0.16306	1.85	0.43	973.8	19.4	987.8	69.4	1019	39
555	34719	69.8	1.63549	3.86	0.16416	3.33	0.86	979.8	35.1	984	62.2	993	20
295	12777	2.4	1.68031	4.8	0.16436	1.29	0.27	980.9	13.7	1001.1	78.8	1045	47
456	16623	1.3	1.62412	3.53	0.16714	1.34	0.38	996.3	14.4	979.6	56.6	942	33
300	19407	3.2	1.60929	4.97	0.16771	0.8	0.16	999.5	8.6	973.8	78.2	916	50
178	8586	2.6	1.80723	5.61	0.17186	2.04	0.36	1022.3	22.6	1048.1	98.1	1102	52
278	31008	1.4	2.25116	4.55	0.18704	3.36	0.74	1105.3	40.4	1197.1	99	1367	30
194	11868	2	1.98561	5.34	0.18706	3.46	0.65	1105.4	41.6	1110.6	102.3	1121	41
286	25332	5.6	2.29383	5.87	0.19374	3.94	0.67	1141.6	49	1210.4	128.3	1335	42
243	28626	1.8	2.45952	5.51	0.20163	3.01	0.55	1184.1	39	1260.2	129.1	1393	44

107	5400	2.2	2.4855	10.2	0.21808	4.18	0.41	1271.7	58.5	1267.8	229.4	1261	91
60	4728	2.8	3.54809	6.47	0.24794	2.17	0.34	1427.9	34.6	1538	209.8	1693	56
250	20697	1.6	4.73779	5.01	0.28728	4.81	0.96	1627.9	88.5	1773.9	216.2	1950	12
157	23019	1.3	4.5929	3.43	0.30201	2.91	0.85	1701.3	56.4	1748	148.6	1804	17
636	68460	12.5	5.3787	2.15	0.32363	2.12	0.99	1807.5	44.1	1881.5	110.9	1964	3
205	32838	1.5	5.21874	2.68	0.32694	2.08	0.78	1823.5	43.7	1855.7	133	1892	15
212	40941	1.1	14.40508	4.29	0.47186	3.82	0.89	2491.7	115.2	2776.8	488.6	2991	16
354	17832	3.4	15.3652	1.51	0.47245	1.37	0.91	2494.3	41.6	2838.2	211.8	3092	5
123	27543	1.7	14.15048	2.64	0.52532	2.44	0.92	2721.7	82.1	2759.8	322.4	2788	8
83	16398	1.3	22.45662	3.09	0.54961	2.99	0.97	2823.5	105.1	3203.7	535.4	3451	6

Anexo 7. Datos isotópicos U-Pb de circones detríticos de la Formación Cosoltepec localidad-tipo en la cuarcita de la muestra ACA-51, de Talavera-Mendoza et al. (2005)

U (ppm)	²⁰⁶ Pb/ ²⁰⁴ Pb	U/Th	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	± (%)	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	± (%)	error	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	± (Ma)	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	± (Ma)	²⁰⁶ Pb/ ²⁰⁷ Pb	± (Ma)
534	3537	2.5	0.39290	9.79	0.05445	1.98	0.20	342	7	336	28	300	109
691	2977	2.4	0.44248	15.19	0.05743	7.30	0.48	360	26	372	46	447	148
172	1966	2.1	0.65862	27.82	0.06312	4.41	0.16	395	17	514	106	1087	275
83	775	1.6	0.67311	31.12	0.06414	7.78	0.25	401	30	523	120	1098	302
120	638	1.7	0.42405	41.98	0.06442	4.17	0.10	402	16	359	120	87	495
466	4091	2.3	0.47165	10.89	0.06575	5.82	0.53	411	23	392	35	286	105
349	3729	4.6	0.54867	12.66	0.06665	2.58	0.20	416	10	444	45	593	134
267	1909	2.9	0.62491	17.23	0.07580	3.90	0.23	471	18	493	65	596	182
282	973	3.2	0.67408	24.54	0.07744	5.87	0.24	481	27	523	96	713	253
235	2312	2.4	0.68733	20.78	0.07922	2.97	0.14	491	14	531	83	706	219
263	2405	2.9	0.75105	11.56	0.07931	4.87	0.42	492	23	569	49	889	108
283	1541	2.3	0.62460	19.74	0.08295	7.54	0.38	514	37	493	74	396	204
79	1126	1.4	0.63636	28.31	0.08451	4.26	0.15	523	21	500	106	396	314
95	866	1.6	0.59723	30.53	0.08484	4.45	0.15	525	22	475	110	243	348
169	1136	3.5	0.74820	19.10	0.08561	3.04	0.16	529	15	567	80	721	200
259	915	4.3	1.02032	18.12	0.08699	3.48	0.19	538	18	714	89	1317	172
226	1724	3.0	0.69068	15.45	0.08814	3.35	0.22	545	17	533	62	485	167
708	3930	2.9	0.89645	8.28	0.08981	2.46	0.30	554	13	650	39	997	80
129	1488	2.8	0.91814	21.22	0.09076	4.11	0.19	560	22	661	98	1024	211
98	605	1.5	0.73740	35.69	0.09234	8.43	0.24	569	46	561	143	527	380
235	1897	1.2	0.84974	15.29	0.09421	4.14	0.27	580	23	625	69	788	155
544	2207	6.8	0.85656	27.69	0.09428	18.07	0.65	581	100	628	122	803	220
460	3051	4.6	0.76792	10.53	0.09618	3.59	0.34	592	20	579	45	526	108
184	1549	1.9	0.95656	24.78	0.09624	4.15	0.17	592	23	682	116	988	249
340	2854	1.3	0.77134	14.95	0.09667	2.95	0.20	595	17	581	64	525	161
188	897	1.4	1.13219	30.47	0.09778	10.31	0.34	601	59	769	152	1292	279
285	5034	8.3	0.88348	17.95	0.09796	11.79	0.66	602	67	643	82	788	142
266	3316	1.1	0.78619	13.02	0.09874	2.95	0.23	607	17	589	57	520	139
141	1335	2.6	0.91271	34.79	0.09966	29.96	0.86	612	173	658	156	820	185

136	1813	2.5	0.90650	19.8 3	0.10084	5.62	0.28	619	33	655	92	781	200
215	1183	0.7	0.92438	19.5 3	0.10139	3.95	0.20	623	23	665	91	810	200
138	1270	3.7	1.00846	27.5 6	0.10184	8.47	0.31	625	50	708	132	981	267
230	4922	13.5	1.08238	16.7 1	0.10311	3.48	0.21	633	21	745	85	1099	164
309	4141	3.9	0.97442	10.4 1	0.10698	4.30	0.41	655	27	691	51	808	99
124	1393	2.6	1.07686	21.9 4	0.10829	7.81	0.36	663	49	742	109	989	209
161	1887	2.9	1.05510	21.6 1	0.10847	8.72	0.40	664	55	731	107	944	202
247	1063	22.0	1.11009	34.0 2	0.10875	10.5 6	0.31	665	66	758	167	1042	326
417	6439	9.6	0.94632	14.5 7	0.10939	2.36	0.16	669	15	676	70	700	153
415	2794	2.5	1.11090	10.5 6	0.10968	3.61	0.34	671	23	759	55	1027	100
300	4912	4.0	1.12702	19.1 6	0.11007	8.10	0.42	673	52	766	98	1048	175
224	1323	4.7	1.28059	36.5 7	0.11086	8.76	0.24	678	56	837	190	1287	346
99	3211	1.5	1.21474	16.6 5	0.11242	3.34	0.20	687	22	807	89	1156	162
116	1596	3.7	1.06062	19.3 1	0.11288	2.95	0.15	689	19	734	96	873	198
69	771	2.5	1.34884	25.3 8	0.12097	5.52	0.22	736	38	867	138	1218	244
152	756	2.4	1.28725	22.6 7	0.12127	5.77	0.25	738	40	840	122	1121	219
265	2639	4.8	1.20746	12.0 7	0.12356	8.01	0.66	751	57	804	65	954	92
244	4948	3.7	1.24047	9.76	0.12990	3.88	0.40	787	29	819	53	906	92
352	6222	4.0	1.36065	11.8 3	0.13529	5.99	0.51	818	46	872	67	1012	103
253	2215	1.9	1.38158	12.5 0	0.13568	5.40	0.43	820	41	881	71	1037	114
263	2829	2.6	1.33570	13.6 6	0.13733	9.85	0.72	830	76	861	76	944	97
1725	12348	1.6	1.44941	3.34	0.14799	2.69	0.80	890	22	910	20	958	20
225	5450	2.0	1.60758	7.15	0.16115	3.16	0.44	963	28	973	44	996	65
144	1690	1.9	1.65204	13.2 9	0.16800	3.24	0.24	1001	30	990	81	967	132
172	4576	3.3	2.00690	8.17	0.17620	2.13	0.26	1046	21	1118	54	1260	77
266	14665	5.6	2.34215	7.20	0.20538	1.84	0.26	1204	20	1225	50	1262	68
257	6778	1.5	3.29178	4.45	0.24829	2.74	0.62	1430	35	1479	34	1551	33
188	1642	1.3	3.45077	9.82	0.25311	5.37	0.55	1454	70	1516	74	1603	77
94	3908	1.0	5.96296	6.13	0.33461	4.19	0.68	1861	67	1970	52	2088	39
58	1538	2.7	8.08360	8.22	0.37942	3.98	0.48	2074	70	2240	72	2397	61
414	21409	2.7	7.29063	4.05	0.38647	3.33	0.82	2106	60	2148	36	2187	20

Anexo 7.1. Datos isotópicos U-Pb de circones detríticos de la Formación Cosoltepec (en Mimilulco) en la cuarcita de la muestra ACA-55, de Talavera-Mendoza et al. (2005)

²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	error 2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	error 2σ	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	error 2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	± (Ma) 2σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	± (Ma) 2σ	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	± (Ma) 2σ	Mejor edad (Ma)	± (Ma) 2σ
0.6462	3.5	0.0832	1.58	0.0563	3.68	515	8	506	18	465	17	513	7
0.7367	2.12	0.0915	1.6	0.0584	1.8	564	9	560	12	544	10	563	8
1.7406	2.12	0.1669	1.58	0.0756	2.22	995	16	1024	22	1085	24	1085	24
0.7491	2.86	0.0915	1.98	0.0594	2.52	564	11	568	16	581	15	566	10
0.6345	2.52	0.0785	2.46	0.0586	1.92	487	12	499	13	554	11	554	11
2.085	1.58	0.1918	1.56	0.0788	1.84	1131	18	1144	18	1168	21	1141	10
2.5192	1.5	0.2126	0.84	0.0859	1.52	1243	10	1278	19	1336	20	1336	20
2.0551	3.24	0.1922	3.36	0.0775	1.9	1133	38	1134	37	1135	22	1134	21
0.7378	1.58	0.0879	2.02	0.0608	1.92	543	11	561	9	634	12	634	12
0.7585	1.9	0.0914	1.66	0.0602	2.96	564	9	573	11	609	18	569	7
0.8165	1.4	0.0974	1.94	0.0608	1.8	599	12	606	8	631	11	606	6
0.7718	2.86	0.0937	1.66	0.0597	1.78	577	10	581	17	593	11	577	9
0.8254	1.74	0.0989	1.14	0.0605	1.56	608	7	611	11	622	10	609	6
1.2361	0.8	0.1315	1.64	0.0682	1.46	796	13	817	7	873	13	873	13
0.7292	3.04	0.0868	1.72	0.0609	3.66	537	9	556	17	636	23	636	23
0.8459	2.5	0.102	1.24	0.0602	2.66	626	8	622	16	609	16	625	7
1.2841	1.96	0.1333	1.08	0.0699	1.06	807	9	839	16	924	10	924	10
0.6731	3.3	0.085	0.96	0.0574	3.1	526	5	523	17	507	16	526	5
0.5889	1.28	0.0746	1.04	0.0573	1.14	464	5	470	6	502	6	502	6
0.8531	1.5	0.1026	0.94	0.0603	1.44	630	6	626	9	613	9	629	5

1.7751	2.12	0.1741	1.5	0.0739	2.32	1035	16	1036	22	1040	24	1036	11
1.1796	1.94	0.1281	3.42	0.0668	2.62	777	27	791	15	831	22	793	10
2.2772	1.4	0.2029	2.32	0.0814	2.76	1191	28	1205	17	1230	34	1204	10
0.5952	1.26	0.0761	0.98	0.0567	1.34	473	5	474	6	479	6	473	4
1.6495	2.56	0.1607	1.92	0.0744	0.72	961	18	989	25	1053	8	1053	8
4.0681	1.16	0.2782	1.1	0.1061	1.08	1582	17	1648	19	1733	19	1733	19
2.2888	0.84	0.2047	0.48	0.0811	0.82	1201	6	1209	10	1223	10	1223	10
1.6345	3.6	0.1513	3.72	0.0783	2.34	908	34	984	35	1155	27	1155	27
0.892	1.92	0.1046	1.14	0.0618	1.4	641	7	647	12	669	9	642	7
0.6554	2.2	0.0823	1.38	0.0578	2	510	7	512	11	521	10	510	6
1.9537	0.88	0.1836	1.02	0.0771	1.08	1087	11	1100	10	1125	12	1125	12
0.6995	2.96	0.0864	1.6	0.0587	2.36	534	9	538	16	557	13	534	8
0.683	2.78	0.0834	2.04	0.0594	2.48	516	11	529	15	581	14	581	14
1.7148	0.8	0.1682	1.4	0.0739	1.3	1002	14	1014	8	1039	14	1039	14
0.7548	1.84	0.0904	0.98	0.0605	1.98	558	5	571	11	623	12	623	12
3.9943	0.84	0.282	0.94	0.1027	0.72	1601	15	1633	14	1673	12	1673	12
0.6694	1.26	0.0842	0.92	0.0577	1.18	521	5	520	7	517	6	521	4
0.7945	2.3	0.0972	1.14	0.0593	2.68	598	7	594	14	578	15	597	6
0.6484	1.74	0.0817	0.86	0.0576	1.36	506	4	507	9	513	7	506	4
1.859	2.4	0.185	1.76	0.0729	3.4	1094	19	1067	26	1010	34	1010	34
1.338	3.74	0.1371	2.06	0.0708	2.94	828	17	862	32	950	28	950	28
2.3279	1.82	0.2079	1.7	0.0812	1.32	1218	21	1221	22	1226	16	1221	13
2.2733	1.04	0.2027	0.94	0.0813	0.98	1190	11	1204	13	1229	12	1229	12
0.6597	1.04	0.0815	1.24	0.0587	1.18	505	6	514	5	557	7	557	7
5.0701	0.9	0.3195	0.74	0.1151	0.7	1787	13	1831	16	1881	13	1881	13
2.0856	1.72	0.1909	1.08	0.0792	1.64	1126	12	1144	20	1178	19	1178	19
0.667	2.38	0.0821	1.3	0.0589	2.08	509	7	519	12	565	12	565	12
0.5633	1.88	0.0732	0.9	0.0558	1.72	455	4	454	9	444	8	455	4
1.5494	2.12	0.1568	1.4	0.0716	1.2	939	13	950	20	976	12	976	12
0.6967	2.54	0.0866	1.38	0.0583	2.46	535	7	537	14	542	13	536	7
7.0795	1.2	0.3823	1.36	0.1343	0.98	2087	28	2121	25	2154	21	2154	21
0.6524	1.44	0.0819	0.98	0.0578	1.5	507	5	510	7	520	8	508	4
1.5737	1.86	0.1571	1.18	0.0726	1.42	941	11	960	18	1004	14	1004	14
1.1504	2.12	0.127	0.9	0.0657	1.94	771	7	777	16	796	15	771	6
3.4451	1.8	0.2413	2.02	0.1036	0.78	1393	28	1515	27	1689	13	1689	13
0.7814	3.18	0.0918	1.56	0.0617	3.6	566	9	586	19	664	24	664	24
6.0778	1.34	0.3587	1.22	0.1229	0.68	1976	24	1987	27	1998	14	1992	10
0.7586	1.28	0.0931	0.82	0.0591	1.48	574	5	573	7	571	8	574	4
0.5921	2.3	0.0733	0.68	0.0586	2.36	456	3	472	11	551	13	551	13
0.6896	2.1	0.0851	1.8	0.0588	2.34	526	9	533	11	558	13	530	7
5.6099	0.9	0.3319	1.34	0.1226	0.62	1848	25	1918	17	1994	12	1994	12
1.2365	1.96	0.1324	1.54	0.0677	1.08	802	12	817	16	859	9	859	9
12.297	1.7	0.4747	1.06	0.1878	1.08	2504	27	2627	45	2723	29	2723	29
8													
0.7016	1.24	0.0872	1.32	0.0584	1.24	539	7	540	7	543	7	540	5

Anexo 8. Datos isotópicos U-Pb de circones detríticos de la Formación Cosoltepec en la Unidad LA Huerta (Carretera Acatlán-Totoltepec, La Huerta) en las semipelitas de bajo grado, de Keppie et al. (2006a).

U (ppm)	²⁰⁶ Pb / ²⁰⁴ Pb	U/Th	²⁰⁷ Pb / ²³⁵ U	error 2σ	²⁰⁶ Pb / ²³⁸ U	error 2σ	²⁰⁷ Pb / ²³⁵ U	± (Ma) 2σ	²⁰⁶ Pb / ²⁰⁷ Pb	± (Ma) 2σ	Mejor edad estimada (Ma)	± (Ma) 2σ
222	19580	3.1	0.69179	2.35	0.08695	1.5	533.9	9.8	519	40	537.5	7.7
184	5355	1.2	0.34201	6.11	0.04894	2.18	298.7	15.8	226	132	308	6.6
112	48339	0.8	9.54593	2.13	0.39649	1.88	2392	19.6	2602	17	2602.4	16.7
181	29195	2.6	1.15014	3.58	0.13052	2.3	777.3	19.5	739	58	790.8	17.1
90	17846	3.7	1.94496	4.41	0.18037	3.82	1096.7	29.6	1152	44	1152.1	43.8
135	10397	1.7	0.61987	8.46	0.08612	2.48	489.8	32.9	294	185	532.6	12.7
55	12101	2.8	3.28891	3.44	0.25474	0.93	1478.4	26.8	1501	63	1500.8	62.6
184	15336	2.2	0.68195	4.81	0.0872	1.18	528	19.8	481	103	538.9	6.1
144	39962	1.3	4.30269	2.45	0.29028	2.24	1693.9	20.2	1758	18	1757.5	18.3
108	9717	2.5	0.7762	6.67	0.09608	2.82	583.3	29.6	552	132	591.4	16
206	21549	1.6	4.90861	1.59	0.31415	0.93	1803.7	13.4	1853	23	1853.4	23.3
112	5127	1.4	0.38484	7.69	0.05223	1.15	330.6	21.7	347	172	328.2	3.7

104	9379	1.6	1.26283	3.47	0.13663	2.21	829.2	19.6	839	56	825.6	17.1
132	10161	2.7	0.91801	5	0.11238	2.73	661.3	24.3	576	91	686.6	17.7
224	58749	4.9	8.25464	2.35	0.37779	2.13	2259.4	21.3	2439	17	2439.4	16.9
87	16828	2.1	2.34236	2.04	0.20856	0.68	1225.2	14.5	1232	38	1232.4	37.7
165	24187	1.4	2.16864	2.72	0.19796	2.41	1171	18.9	1183	25	1183.4	24.8
99	40024	0.5	6.82976	1.37	0.37751	0.93	2089.6	12.1	2114	18	2114.3	17.5
132	12853	1.1	0.75037	4.35	0.09341	1.32	568.4	18.9	540	91	575.7	7.3
121	39252	0.5	6.11375	2.56	0.35807	2.35	1992.2	22.3	2012	18	2012.1	17.8
413	38849	31.1	0.75771	2	0.09405	1.55	572.7	8.7	546	28	579.4	8.6
100	3889	0.8	0.53188	7.69	0.07036	1.39	433.1	27.1	405	169	438.3	5.9
231	32674	1.2	1.83216	1.64	0.18153	1.18	1057.1	10.8	1019	23		
252	26009	2.3	2.01799	3.12	0.18867	2.96	1121.6	21.2	1136	20	1135.9	19.9
798	9232	7.6	0.39651	3.45	0.05526	2.3	339.1	10	287	59	346.7	7.8
143	1987	1.2	5.23976	4.98	0.33457	1.71	1859.1	42.5	1858	85	1857.6	84.5
274	18274	19.2	0.77066	3.37	0.09565	1.9	580.1	14.9	546	61	588.9	10.7
156	16043	1.3	1.54788	2.18	0.1571	1.35	949.7	13.4	971	35	940.6	11.8
92	27083	1.8	7.4773	2.17	0.39325	1.92	2170.3	19.4	2201	17	2201	17.4
169	22791	1.5	1.43521	2.52	0.15237	0.75	903.7	15.1	878	50	914.2	6.4
67	4779	1.7	1.41905	5.02	0.14913	3.6	897	29.9	899	72	896.1	30.1
130	12189	1.9	1.24876	3.52	0.13664	1.26	822.8	19.8	815	69	825.6	9.8
50	3756	1.2	0.98824	9.41	0.11022	1.5	697.8	47.5	775	196	674	9.6
197	19104	2.4	1.82479	1.28	0.17486	0.72	1054.4	8.4	1087	21	1086.8	21.1
60	8216	2.2	1.93493	6.08	0.1811	1.87	1093.2	407	1134	115		
363	32265	1.5	0.68824	2.16	0.0861	0.96	531.7	8.9	529	42	532.4	4.9
123	11919	2.3	0.66089	4.03	0.08556	0.98	515.2	16.3	453	87	529.2	5
114	6180	2.1	0.46017	13.76	0.06167	1.81	384.4	44.1	376	308	385.8	6.8
565	38574	2.9	0.78851	1.7	0.09322	0.73	590.3	7.6	651	33	574.6	4
51	14757	1.7	4.29187	1.99	0.29295	0.83	1691.8	16.4	1736	33	1736.1	33.2
482	49804	18.2	0.7452	2.65	0.09072	1.37	565.4	11.5	588	49	559.8	7.3
83	26790	1.5	6.56196	2.92	0.31145	2.73	2054.3	25.7	2378	18		
96	8753	1.4	0.75117	6.32	0.09285	1.93	568.9	27.5	555	131	572.4	10.6
219	18137	12.5	0.62882	4.46	0.07976	2.75	495.4	17.5	498	77	494.7	13.1
234	23202	0.7	0.81404	3.19	0.09687	1.77	604.7	14.5	637	57	596.1	10.1
243	21451	5.2	0.68995	3.94	0.08807	2.72	532.8	16.3	485	63	544.1	14.2
117	11226	0.7	0.68079	7.59	0.08947	0.84	527.3	31.2	420	169	552.4	4.5
160	13733	0.7	0.7713	3.17	0.09388	1.15	580.5	14	589	64	578.4	6.4
130	14873	0.9	0.86859	5.74	0.10539	2.26	634.8	27.1	595	114	645.9	13.9
303	30468	0.8	0.75843	2.71	0.09304	1.54	573.1	11.9	572	49	573.5	8.5
23	4527	0.5	2.26206	9.58	0.19749	5.46	1200.5	67.5	1271	154		

322	23450	2	1.41914	3.47	0.14204	2.9	897	20.7	999	39	856.2	23.2
55	5468	1.5	0.71644	14.58	0.08508	1.55	548.6	61.9	642	313	526.4	7.8
55	6536	2.1	0.82702	10.47	0.09888	2.02	612	48.2	627	222	607.8	11.7
136	43349	2	6.75843	3.01	0.31849	2.84	2080.3	26.7	2390	17		
366	36284	5.6	0.88465	7.96	0.09837	7.85	643.5	37.9	782	27	604.9	45.3
197	18090	1.5	0.77549	3.5	0.09515	1.68	582.9	15.5	571	67	585.9	9.4
140	28962	1.6	2.29414	2.41	0.20467	1.96	1210.5	17	1229	28	1228.6	27.5
76	7105	1.9	0.73651	7.52	0.09318	1.49	560.4	32.4	504	162	574.3	8.2
180	45450	2.3	5.77301	4.03	0.2895	3.43	1942.4	34.9	2283	37		
352	53990	2.9	2.0066	1.26	0.18368	0.76	1117.7	8.5	1178	20	1177.9	19.8
131	5917	2	0.86568	7.86	0.10351	1.85	633.2	37.1	627	165	635	11.2
127	46962	1.9	12.43547	3.56	0.46542	3.42	2637.9	33.5	2775	16	2774.5	16.4
185	31917	4.1	2.20689	1.47	0.19717	0.84	1183.2	10.2	1226	24	1225.8	23.6
435	36032	13.7	0.80769	1.82	0.09825	1.19	601.2	8.3	590	30	604.1	6.8
273	16236	1.7	0.43036	5.55	0.05908	1.75	363.4	16.9	321	120	370	6.3
163	14535	1.8	0.67083	4.39	0.08339	1.23	521.2	17.9	543	92	516.3	6.1
176	32456	1.8	1.89341	1.81	0.18063	0.82	1078.8	12	1096	32	1095.7	32.3
148	13695	2.5	0.67138	4.25	0.08635	1.15	521.6	17.3	468	91	533.9	5.9
233	10815	1.2	0.71213	3	0.08722	0.98	546	12.7	575	62	539.1	5.1
204	21292	3.1	1.16262	2.67	0.12896	1.11	783.2	14.5	787	51	781.9	8.2
95	4855	0.8	0.68934	6.09	0.08125	1.69	532.4	25.2	658	126	503.6	8.2
95	18728	1.8	1.47549	9.44	0.15454	4.47	920.4	57.2	906	172		
319	84359	3.3	10.12697	1.66	0.46159	1.32	2446.4	15.3	2446	17	2446.3	16.9
330	41587	3.8	2.37846	1.49	0.20794	1	1236.1	10.6	1268	21	1268.3	21.5
344	94549	1	5.41435	2.68	0.315	2.48	1887.1	23	2024	18	2024	17.7
143	7332	1.6	0.44995	6.42	0.05869	2.14	377.2	20.2	437	135	367.6	7.6
59	7981	1.1	1.08547	5.6	0.12782	1.1	746.3	29.6	660	118	775.4	8
393	24880	1.5	0.6579	2.93	0.08283	1.45	513.3	11.8	515	56	513	7.2
234	5283	1.6	1.54082	9.55	0.1435	6.4	946.8	58.8	1144	141	1143.6	140.9
231	14555	0.5	0.6873	6.12	0.0848	3.92	531.2	25.3	559	103	524.7	19.7
180	29458	1.1	2.1789	1.85	0.19517	1.55	1174.3	12.8	1221	20	1220.6	19.7
301	82844	8.4	5.18984	1.79	0.34159	1.49	1851	15.3	1803	1		
151	19551	1	2.0492	5.22	0.18908	4.29	1132	35.7	1162	59	1162.2	59.1
158	17917	1.5	0.76714	4.62	0.09141	1.72	578.1	20.4	634	92	563.9	9.3
168	17296	1.6	0.68455	3.71	0.08921	1.58	529.5	15.3	439	75	550.8	8.4
67	37487	3.3	11.96431	2.68	0.47991	2.49	2601.6	25.1	2660	17	2660.3	16.6
236	33429	2.5	1.17328	3.83	0.12595	3.15	788.2	21	855	45	764.7	22.7
176	12556	0.6	0.61424	4.24	0.07853	1.76	486.2	16.4	481	85	487.4	8.3
113	39922	1.2	19.30609	9.8	0.49493	9.75	3057.2	94.9	3379	16		
382	28092	1.6	1.30062	2.75	0.135	2.4	846	15.8	925	27	816.3	18.4

117	2184 9	2.4	2.00295	3.13	0.1963 4	1.95	1116. 5	21.2	1041	49		
240	3059 3	1.4	1.84063	2.85	0.1771 6	2.38	1060. 1	18.7	1078	32	1077.9	31.5
184	2620 1	2.7	1.46905	2.06	0.1558 2	1.03	917.7	12.4	880	37	933.5	9
104	1510 1	1.5	1.72398	3.8	0.1736 4	1.19	1017. 5	24.5	986	74	986.1	73.6
175	7504	1.6	0.92846	6.14	0.1028 5	3.59	666.8	30	789	105	631.1	21.6
170	1021 6	1.5	2.12141	2.94	0.1902 5	1.63	1155. 8	20.3	1218	48	1218.3	48.1
172	5527 4	1	11.5367 5	3.8	0.4603 4	3.66	2567. 6	35.5	2669	17	2669	16.6
124	1213 7	1.5	0.65206	4.75	0.0854 8	2.59	509.7	19	425	89	528.7	13.2
106	5345	2.1	0.94916	26.63	0.0860 5	3.74	677.7	132.4	1197	529	532.1	19.1

Anexo 9. Datos isotópicos U-Pb de circones detríticos de la Formación Cosoltepec en la Unidad Coatlaco en cuarcitas, de Grodzicki et al. (2008).

U (ppm)	²⁰⁶ Pb/ ²⁰⁴ Pb	U/Th	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	error 2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	error 2σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	± (Ma) 2σ	²⁰⁶ Pb/ ²⁰⁷ Pb	± (Ma) 2σ	Mejor edad estimada (Ma)	± (Ma) 2σ
114	17402	3.5	1.8931 6	2.55	0.1822 6	0.89	1078. 7	17	1077	48	1079.3	8.9
219	37814	2.5	2.3128 7	2.56	0.2073 3	1.87	1216. 2	18.2	1219	34	1214.6	20.7
109	19550	2.3	2.0411 5	2.49	0.1928	1.41	1129. 3	17	1116	41	1136.5	14.7
61	11216	1.9	2.0958 9	5.42	0.1980 8	0.84	1147. 5	37.3	1114	107	1165	8.9
130	31834	2.8	3.3471 9	5.17	0.2628 4	5.02	1492. 1	40.5	1475	24	1474.8	23.9
120	23249	1.4	2.5984 3	2.14	0.2154 6	1.1	1300. 2	15.7	1371	35	1370.8	35.2
186	25164	2.6	1.5500 5	2.35	0.1154 9	1.82	950.5	14.5	994	30	931.7	15.8
413	79787	3.9	2.4225 2	1.3	0.2087 1	0.83	1249. 3	9.4	1297	19	1222	9.3
195	23211	2.6	1.9025 9	1.84	0.1825 5	0.93	1082	12.3	1084	32	1080.9	9.2
94	3912	2.6	2.1354	5.32	0.1782 4	3.06	1160. 3	36.8	1358	84		
52	4830	3.3	1.7120 8	5.42	0.1672	2.41	1013. 1	34.7	1049	98	996.7	22.3
196	36372	1.7	2.9264 5	2.08	0.2394 4	1.6	1388. 8	15.8	1396	26	1396.4	25.5
131	26307	3.4	2.2503 2	2.25	0.2061	1.05	1196. 9	15.8	1177	39	1208	11.5
102	21357	2.3	2.1350 9	2.23	0.1978 7	1.65	1160. 2	15.4	1153	30	1163.9	17.6
60	11041	1.7	1.7133 8	3.36	0.1762	1.05	1013. 6	21.6	944	66		
67	18443	2	3.5607 6	3.59	0.2699 2	1.87	1540. 8	28.5	1541	58	1541.4	57.8
43	11403	0.8	2.7180 5	4.75	0.2290 7	1.79	1333. 4	35.3	1339	85	1339.5	85.1
249	38579	1.7	1.7097 2	2.06	0.1695 3	0.92	1012. 2	13.2	1018	37	1009.5	8.6
77	5645	1.1	0.6187 1	18.74	0.0765 7	1.79	489	72.9	552	410	475.6	8.2
78	16614	1.6	2.0608 9	3.95	0.1914 9	1.1	1135. 9	27	1148	75	1129.4	11.4
96	11543	2.2	3.1302 5	2.24	0.2492 5	1.47	1440. 2	17.2	1448	32	1448.3	32.2
254	49502	2.7	2.2306 3	2.97	0.2027 2	2.73	1190. 7	20.8	1192	23	1189.9	29.7
78	16308	2.2	1.9958 8	3.53	0.1917 3	1.9	1114. 1	23.9	1082	60	1130.8	19.8
163	30819	2.8	2.1029 2	3.6	0.1973 5	2.01	1149. 8	24.8	1129	59	1161	21.4
561	87973	8.7	0.5771 2	6.32	0.2313 6	6.17	1382. 5	47.8	1446	27	1446.2	26.7
99	5157	0.8	2.1657 8	10.03	0.0743 1	3.37	462.6	37.3	465	210	462	15
66	11173	1.6	2.2056 8	4.41	0.1975 7	0.94	1170. 1	30.6	1185	85	1162.3	10

68	11297	2.3	1.9353 6	4.02	0.2063 3	1.43	1182. 8	28.1	1135	75		
88	11565	1.3	1.9353 9	3.64	0.1868 7	1.93	1093. 4	24.4	1071	62	1104.4	19.6
195	35571	2.7	2.2702 5	2.43	0.2088 6	1.51	1203. 1	17.2	1168	38	1222.8	16.8
507	69548	2	3.3556 6	1.77	0.2571 5	1.46	1494. 1	13.9	1521	19	1521	18.9
1075	9292	3.2	1.7611 8	5	0.1586 6	4.88	1031. 3	32.4	1209	21	949.3	43.1
255	49311	1	2.9368 1	2.39	0.2400 3	2.17	1391. 5	18.1	1399	19	1398.5	19.2
179	22265	2.2	2.5023	2.89	0.2187 8	2.47	1272. 7	21	1268	29	1275.4	28.6
52	5809	2.4	1.4504 2	10.43	0.1527 6	1.96	910	62.8	895	212	916.4	16.7
231	11850	3.2	1.9101 4	15.87	0.1731 6	15.5	1084. 6	106. 1	1197	67		
99	9319	2.8	2.0526 7	5.76	0.1931 6	5.12	1133. 2	39.4	1123	53	1138.5	53.5
732	98531	2.8	2.5013 1	1.33	0.2180 6	0.88	1272. 4	9.7	1274	20	1271.6	10.2
555	57008	2.3	3.0323 5	1.28	0.2346 1	0.81	1415. 8	9.8	1503	19	1502.9	18.9
80	12205	2.7	2.0140 7	6.56	0.1936 6	1.16	1120. 3	44.5	1080	130		
114	18311	3.1	2.1937 4	2.94	0.2037 6	1.15	1179. 1	20.5	1149	54	1195.5	12.5
69	3215	1.8	1.4865 9	14.91	0.1343 5	11.9	924.9	90.7	1203	177		
35	5316	4.6	1.7844 2	9.45	0.1724 1	3.47	1039. 8	61.6	1049	178		
66	10082	3.2	2.1355 7	3.65	0.2048 3	1.14	1160. 4	25.3	1085	70		
47	7185	1.6	2.3215 1	8.42	0.2125 5	2.92	1218. 9	59.8	1177	156		
247	24869	3.9	1.8495	2.34	0.1773 2	1.88	1063. 3	15.5	1086	28	1052.3	18.2
129	14807	1.9	2.1260 9	2.08	0.1968 3	1.16	1157. 3	14.4	1155	34	1158.3	12.3
348	33192	3.9	2.2945 2	6.08	0.2130 7	6	1210. 6	43	1150	20		
304	47685	1.5	3.2519 4	1.89	0.2503 2	1.6	1469. 6	17.7	1512	19	1512.5	18.9
57	6630	2.1	1.5357 8	7.28	15826	1.39	944.8	44.8	939	147	947.1	12.3
159	26666	1.5	3.1994 7	3.3	0.2503 9	3.02	1457	25.5	1481	25	1481.2	25.2
218	11319	3.2	1.8143	4.21	0.1667 1	3.7	1050. 6	27.5	1170	40	994	34.1
42	6413	2.5	1.8828 6	10.23	0.1792 9	1.52	1075. 1	68	1099	203		
530	47516	2.5	2.0932	2.01	0.1918	1.74	1146. 6	13.8	1176	20	1131.1	18.1
842	19954	2.6	1.7932 3	4.83	0.1611 4	4.72	1043	31.5	1214	20	963.1	42.3
965	26612	1.9	1.9529 2	2.69	0.1754 5	2.5	1099. 5	18.1	1215	20	1042	24
1239	82506	16.3	1.6019 4	1.29	0.1602 8	0.82	971	8.1	1000	20	958.3	7.3
92	7477	1.2	1.4170 3	7.38	0.1486 5	4.07	896.1	44	903	127	893.4	34
73	10217	2.6	1.4602	5.62	0.1573 2	1.42	914.1	33.9	848	113	941.9	12.5
465	60348	2.4	3.1831 7	3.54	0.2384 1	3.39	1453. 1	27.3	1564	19	1564	18.8
248	46028	3.1	2.2363 4	1.92	0.2013 8	0.74	1192. 5	13.5	1210	35	1182.7	8
136	20267	2.9	2.1833 8	3.08	0.1991 5	0.72	1175. 8	21.4	1185	59	1170.8	7.7
171	8397	1.2	0.5314 5	10.02	0.0728 2	1.28	432.8	35.3	326	226	453.1	5.6
101	17994	2.2	2.0903 6	2.92	0.1946 7	1.5	1145. 6	20	1144	50	1146.6	15.8
89	14372	2.2	2.1364 5	4.3	0.2036 4	1.4	1160. 7	29.7	1097	81		
68	10357	3.5	1.4944 8	8.48	0.1627 2	0.85	928.1	51.6	826	176	971.9	7.6

676	99669	5.4	2.3402 1	1.32	0.2067 2	0.86	1224. 6	9.4	1248	20	1211.3	9.5
168	31837	2.5	2.1743 1	2.24	0.1956 5	1.26	1172. 9	15.6	1212	36	1151.9	13.3
107	15990	2.1	2.1791 6	4.63	0.2073	2.51	1174. 4	32.2	1101	78		
111	9590	2.4	2.0475 7	2.97	0.1858 7	0.74	1131. 5	20.3	1194	57	1098.9	7.5
158	18043	4	1.8409 5	2.51	0.1763 4	0.75	1060. 2	16.5	1088	48	1046.9	7.3
534	50996	2.7	2.5132	1.91	0.2155 9	1.62	1275. 9	13.8	1305	20	1258.5	18.5
267	44121	2.4	2.2034 5	3.16	0.1992 1	2.43	1182. 1	22.1	1202	40	1171.1	26.1
127	15711	3.1	2.1353	4.55	0.1998 6	2.31	1160. 3	31.4	1134	78	1174.5	24.9
86	16581	2.5	2.1466 7	4.56	0.2050 3	1.46	1195. 7	32.1	1184	85	1202.3	16.1
85	15163	2.9	2.0955 7	4.95	0.2008 9	3.81	1147. 4	34	1086	63		
217	12167	1.5	0.5351 6	5.65	0.0734 1	1.08	435.2	20	323	126	456.7	4.8
211	29410	2.1	2.1879	2.05	0.2018 4	1.58	1177. 2	14.3	1162	26	1185.2	17.1
89	18744	2.7	2.1244 1	2.7	0.2021 5	0.67	1156. 8	18.6	1101	52		
74	13042	1.9	2.1072 9	3.95	0.1961 9	1.34	1151. 2	27.2	1144	74	1154.8	14.2
77	9757	1.8	2.0700 6	4.05	0.1896	1.69	1139	27.7	1177	73	1119.2	17.3
186	29099	2.4	2.6248 1	3.57	0.2204 2	3.41	1307. 6	26.3	1346	20	1346.4	20.1
610	8953	0.7	2.1370 7	3.62	0.1726 9	2.46	1160. 9	25	1420	51		
540	68150	3.6	2.1236 3	1.66	0.1921	1.33	1156. 5	11.5	1201	20	1132.8	13.8
244	33400	10	2.1900 3	4.15	0.1994 9	1.93	1177. 9	28.9	1188	26	1172.6	42.1
48	6413	1.5	2.2818	8.51	0.2131 2	3.51	1203. 7	60.1	1138	154		
157	20041	2.9	1.9575 1	2.9	0.1802 9	2.33	1101	19.5	1166	34	1068.5	22.9
149	11952	2.4	1.552	4.21	0.1608 1	1.46	951.3	26	928	81	961.3	13.1
128	20123	3.9	2.2710 2	2.88	0.2076	1.11	1203. 3	20.3	1181	53	1216	12.3
253	36019	2.6	2.4819 4	2.43	0.2140 9	2.06	1266. 8	17.6	1294	25	1250.6	23.5
178	31270	2.9	2.1060 4	2.2	0.1958	1.22	1150. 8	15.2	1147	36	1152.7	12.9
102	15934	2.7	2.1510 2	3.95	0.2000 7	2.18	1165. 4	27.4	1146	65	1175.7	23.5
86	12047	2.5	2.0650 8	2.19	0.1930 5	1.26	1137. 3	15	1136	36	1137.9	13.2
169	9380	2.6	2.0035 2	4.15	0.1877 3	2.97	1116. 7	28.1	1132	58	1109.1	30.3
75	11030	1.7	2.1999 5	4.44	0.2013 5	2.14	1181	31	1178	77	1182.6	23.1
350	45221	3.1	1.7405 6	2.17	0.1727 9	1.75	1023. 7	14	1016	26	1027.5	16.6
82	7793	2.4	1.5357 8	4.75	0.1608 1	0.93	944.8	29.2	907	96	961.3	8.3

Anexo 9.1. Datos isotópicos U-Pb de circones detríticos de la Formación Cosoltepec en la Unidad Canoas en metapsamitas, de Grodzicki et al. (2008).

U (ppm)	²⁰⁶ Pb / ²⁰⁴ Pb	U/T h	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	error 2σ	²⁰⁶ Pb/ ²⁰⁷ Pb	error 2σ	²⁰⁶ Pb / ²³⁸ U	± (Ma) 2σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	± (Ma) 2σ	²⁰⁶ Pb / ²⁰⁷ Pb	± (Ma) 2σ	Mejor edad estimada (Ma)	± (Ma) 2σ
38	3024	0.5	2.424 73	12	0.216 24	4	1262	41	1250	84	1229	219	1262	41
144	5614	1	0.887 75	8	0.105 41	1	646	8	645	39	642	172	646	8
318	5254	0.8	0.616 76	6	0.082 34	3	510	14	488	23	385	118	510	14
126	2392	0.9	0.677 96	12	0.079 03	3	490	14	526	49	682	249	490	14
193	7962	1.6	1.612 55	4	0.165 33	1	986	13	975	27	950	84	986	13

219	7311	3.2	1.911 09	5	0.188 1	4	1111	43	1085	34	1033	58	1111	43
255	7944	3	0.782 13	6	0.093 29	2	575	12	587	28	632	129	575	12
311	8581	1.2	0.691 15	7	0.087 5	1	541	6	533	30	503	159	541	6
236	7318	2.3	2.022 15	2	0.189 75	1	1120	7	1123	13	1129	35	1120	7
424	2314	3.4	2.155 47	4	0.203 4	3	1194	36	1167	31	1118	60	1194	36
227	9341	1.9	2.320 44	4	0.213 05	3	1245	33	1219	31	1172	65	1245	33
245	7216	1.4	2.778 53	5	0.237 03	4	1371	48	1350	34	1316	47	1316	47
191	1539	1.7	1.209 28	36	0.132 5	6	802	44	805	204	812	773	802	44
127	4036	5.5	1.484 89	7	0.157 29	2	942	18	924	40	883	128	942	18
216	12,0 57	1.7	3.684 83	3	0.252 18	3	1450	35	1568	27	1731	36	1731	36
132	3139	1	0.604 29	21	0.082 09	3	509	14	480	82	345	487	509	14
291	9686	4.9	2.752 28	10	0.231	5	1340	61	1343	76	1347	170	1347	170
38	2021	2	1.734 8	19	0.171 61	4	1021	33	1022	121	1023	374	1021	33
528	29,1 34	12. 1	1.806 53	1	0.173 45	1	1031	7	1048	8	1083	20	1031	7
233	8240	1.2	0.490 98	9	0.069 47	3	433	11	406	30	253	194	433	11
118	12,4 39	1.8	1.924 67	4	0.188 19	2	1112	15	1090	29	1046	83	1112	15
156	8624	1.7	1.713 01	6	0.168 02	2	1001	15	1013	36	1040	108	1001	15
85	10,6 53	1	7.118 55	2	0.395 87	2	2150	31	2126	22	2104	30	2104	30
137	29,6 78	1.4	3.224 79	4	0.251 13	2	1444	22	1463	27	1491	59	1491	59
484	4915	6	0.791 81	7	0.090 24	1	557	5	592	32	730	149	557	5
551	34,6 12	13. 9	2.524 6	8	0.210 96	5	1234	51	1279	62	1356	138	1234	51
213	15,5 61	1.7	1.842 5	4	0.180 25	3	1068	27	1061	29	1045	71	1068	27
199	9320	1.7	1.298 42	9	0.131 79	6	798	43	845	50	970	135	798	43
474	37,4 48	4.7	2.116 31	3	0.188 85	2	1115	25	1154	21	1228	37	1115	25
103	10,8 50	3.9	1.153 61	6	0.118 03	2	719	11	779	34	954	124	719	11
100	4775	1.1	0.783 05	10	0.088 45	2	546	11	587	45	748	209	546	11
223	16,4 87	1.2	4.477 99	4	0.3	3	1691	48	1727	32	1770	39	1770	39
154	5009	0.9	0.739 68	8	0.095 09	1	586	8	562	35	469	176	586	8
483	4035	1.8	2.273 8	6	0.192 96	6	1137	58	1204	42	1326	40	1137	58
116	5555	0.6	0.889 12	10	0.102 64	4	630	21	646	50	702	209	630	21
243	11,0 66	3.9	1.618 01	5	0.161 97	2	968	14	977	28	999	86	968	14
102	4208	1.3	1.766 82	8	0.175 56	4	1043	41	1033	51	1014	134	1043	41
237	4798	1.8	1.853 69	3	0.180 95	1	1072	10	1065	20	1050	57	1072	10
291	7491	0.9	0.681 84	9	0.083 38	3	516	14	528	38	579	192	516	14
125	3020	0.8	0.657 28	10	0.083 35	2	516	10	513	38	499	205	516	10
164	4890	0.8	1.776 69	8	0.175 76	6	1044	54	1037	52	1023	115	1044	54
280	7849	1.8	3.087 93	3	0.240 41	2	1389	30	1430	23	1491	35	1491	35
245	16,2 08	2	1.702 22	5	0.171 39	2	1020	20	1009	33	987	96	1020	20
582	6204	2.5	0.875 97	7	0.099 86	4	614	21	639	33	729	124	614	21

261	17,9 36	3.7	1.185 54	4	0.129 69	3	786	19	794	22	816	64	786	19
535	51,9 00	9	2.477 85	6	0.212 87	6	1244	71	1266	46	1302	23	1244	71
299	5562	1.4	0.396 37	8	0.055 63	2	349	8	339	23	271	179	349	8
153	4421	0.6	0.670 51	7	0.078 79	2	489	9	521	27	665	137	489	9
184	1439	1.1	0.521 01	11	0.071 5	5	445	19	426	37	322	218	445	19
238	5592	1	1.933 42	8	0.183 57	7	1086	74	1093	54	1105	64	1086	74
21	837	1.1	1.816 18	32	0.178 01	4	1056	44	1051	215	1041	662	1056	44
137	7702	1.9	2.331 51	3	0.214 54	2	1253	17	1222	21	1168	51	1253	17
622	9816	1.1	3.359 89	4	0.241 19	4	1393	46	1495	30	1643	20	1643	20
428	28,6 92	2.1	4.653 72	3	0.306 98	3	1726	45	1759	26	1799	15	1799	15
413	8530	0.5	0.801 05	4	0.096 98	2	597	9	597	17	600	73	597	9
207	2968	0.9	0.682 27	12	0.087 75	2	542	11	528	48	468	254	542	11
228	9488	1.8	1.799 42	4	0.179 33	3	1063	26	1045	25	1008	56	1063	26
108	9021	2.9	2.142 61	7	0.194 06	2	1143	16	1163	50	1199	139	1143	16
305	2901	2.3	1.807 67	5	0.179 76	4	1066	42	1048	34	1012	62	1066	42
91	4536	0.8	2.059 88	10	0.193 78	8	1142	82	1136	70	1124	130	1142	82
302	3819	4.7	4.895 75	5	0.288 87	5	1636	65	1802	43	1999	42	1999	42
430	7633	5.5	0.590 15	5	0.077 83	1	483	5	471	17	412	100	483	5
162	17,5 72	3.1	2.018 28	9	0.194 97	8	1148	83	1122	63	1071	97	1148	83
339	8437	3.3	1.943 2	6	0.191 45	5	1129	47	1096	40	1031	80	1129	47
147 5	20,3 47	7.5	0.875 02	2	0.102 01	1	626	5	638	9	681	35	626	5
323	8025	1.7	0.628 03	7	0.078 38	3	486	15	495	27	534	133	486	15
440	6304	1.3	0.914 21	5	0.105 1	5	644	28	659	26	711	60	644	28
242	7343	3	0.711 84	10	0.089 76	2	554	12	546	41	512	206	554	12

Anexo 10. Datos isotópicos U-Pb de circones detríticos de la Formación Cosoltepec en la Unidad El Epazote en la muestra D7 de esquistos de epidota, de Hinojosa-Prieto et al. (2008).

U (ppm)	²⁰⁶ Pb / ²⁰⁴ Pb	U/T h	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	error 2σ	²⁰⁶ Pb/ ²⁰⁷ Pb	error 2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	± (Ma) 2σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	± (Ma) 2σ	²⁰⁶ Pb/ ²⁰⁷ Pb	± (Ma) 2σ	Mejor edad estima da (Ma)	± (Ma) 2σ
45	1010	0.5	1.343 57	11	0.156 93	2	940	18	865	66	677	239	940	18
407	8005	0.3	1.770 3	1	0.174 64	1	103 8	7	103 5	9	102 8	23	1038	7
275	5969	0.7	1.720 14	3	0.175 79	1	104 4	13	101 6	22	957	65	1044	13
440	9862	2.7	2.136 84	2	0.197 3	1	116 1	13	116 1	12	116 1	23	1161	13
497	7900	1.3	2.174 91	1	0.199 37	1	117 2	11	117 3	10	117 5	21	1172	11
896	19,3 36	2.9	2.170 81	4	0.193 3	4	113 9	42	117 2	29	123 2	22	1139	42
118	1067	0.7	1.934 33	8	0.182 01	1	107 8	12	109 3	53	112 3	156	1078	12
220	1038	1.1	1.592 75	11	0.162 28	4	969	33	967	70	963	217	969	33
963	8948	3.6	0.574 77	2	0.075 17	1	467	5	461	9	431	47	467	5
411	8532	2	1.734	2	0.171 02	1	101 8	7	102 1	10	102 9	30	1018	7
182	4986	1.9	2.097 61	3	0.194 86	2	114 8	20	114 8	23	114 9	56	1148	20

560	14,033	2.4	1.68038	3	0.16998	2	1012	17	1001	16	977	37	1012	17
529	11,997	2	3.0718	3	0.23399	2	1355	25	1426	19	1532	28	1532	28
507	1277	0.8	1.18665	7	0.12823	3	778	18	794	38	841	134	778	18
203	5140	1	5.23403	2	0.33964	2	1885	28	1858	17	1828	19	1828	19
335	10,330	1	2.70193	2	0.22673	1	1317	15	1329	13	1348	24	1348	24
103	1367	0.8	0.99729	10	0.12098	6	736	39	702	49	596	168	736	39
250	6097	0.7	1.79056	2	0.18303	1	1084	15	1042	13	956	26	1084	15
61	769	1.3	0.60955	21	0.07635	2	474	10	483	80	526	460	474	10
371	2388	1.5	2.31343	3	0.21	1	1229	16	1216	19	1194	44	1229	16
150	4690	0.6	0.57891	13	0.07586	1	471	5	464	48	426	285	471	5
88	1535	0.8	0.70161	16	0.07533	1	468	6	540	66	855	329	468	6
134	4072	0.9	1.86894	6	0.18535	3	1096	33	1070	37	1018	93	1096	33
80	2826	2.1	1.33219	14	0.12423	8	755	58	860	84	1141	237	755	58
24	1161	0.6	1.39897	23	0.17421	2	1035	21	889	138	539	510	1035	21
238	16,501	1.3	1.74862	3	0.17419	2	1035	15	1027	19	1009	50	1035	15
114	10,833	1	2.31665	4	0.20865	3	1222	30	1217	31	1210	68	1222	30
104	9418	1	2.4351	5	0.21734	2	1268	21	1253	38	1228	97	1268	21
103	8693	0.8	2.4239	5	0.21505	2	1256	21	1250	38	1239	97	1256	21
191	4915	1.1	1.59896	3	0.16251	1	971	9	970	16	968	48	971	9
255	7835	1	0.602	9	0.07598	3	472	14	479	36	509	194	472	14
174	11,096	2	1.77412	3	0.17369	2	1032	15	1036	22	1044	61	1032	15
19	699	0.3	1.6149	42	0.16243	2	970	19	976	268	989	889	970	19
836	19,761	6.9	0.57634	3	0.07195	1	448	3	462	10	533	56	448	3
61	12,499	0.5	2.06967	8	0.19999	2	1175	18	1139	58	1070	167	1175	18
1017	2633	2.9	1.35151	5	0.13431	3	812	21	868	29	1013	83	812	21
248	2120	0.9	2.25781	3	0.21115	1	1235	14	1199	24	1135	62	1235	14
354	7784	0.8	2.50405	2	0.22002	1	1282	12	1273	13	1258	29	1282	12
351	12,140	0.9	3.93617	1	0.27238	1	1553	17	1621	12	1711	14	1711	14
875	20,013	5.1	1.90501	2	0.17976	1	1066	12	1083	10	1118	20	1066	12
601	12,552	3.2	1.91518	1	0.18269	1	1082	7	1086	10	1096	26	1082	7
325	8879	0.8	2.51778	2	0.21898	1	1277	8	1277	13	1278	33	1277	8
301	14,106	1.4	3.20268	3	0.23585	2	1365	29	1458	20	1596	18	1596	18
94	2154	0.8	1.86856	6	0.19574	3	1152	30	1070	37	906	100	1152	30
202	4077	0.8	2.1829	4	0.20209	3	1187	32	1176	29	1156	61	1187	32
84	2161	0.6	1.44354	9	0.14974	1	900	12	907	55	926	187	900	12
422	3341	1	0.6157	4	0.07583	2	471	7	487	15	563	80	471	7
100	2996	1.1	2.29737	7	0.20591	5	1207	59	1211	48	1219	82	1207	59
241	3456	0.5	1.71059	5	0.17765	2	1054	15	1013	35	924	106	1054	15
116	2433	0.9	1.89449	8	0.18311	4	1084	43	1079	51	1069	128	1084	43

28	270	0.5	0.539 64	30	0.133 55	3	808	23	438	109	NA	NA		
87	3969	0.7	4.502 85	3	0.302 35	2	170 3	29	173 1	28	176 6	52	1766	52
278	11,6 46	1.3	2.329 75	2	0.207 99	1	121 8	13	122 1	16	122 7	39	1218	13
41	1150	0.9	1.841 87	11	0.199 51	4	117 3	41	106 1	72	836	214	1173	41
197	11,1 06	0.6	4.337 41	2	0.296 36	1	167 3	21	170 1	19	173 4	32	1734	32
185	5950	1.2	2.333 41	3	0.209 49	2	122 6	18	122 3	24	121 6	58	1226	18
49	990	0.7	1.867 2	14	0.174 39	3	103 6	28	107 0	91	113 8	267	1036	28
430	5497	1	0.588 18	6	0.080 22	2	497	9	470	24	336	140	497	9
27	857	0.5	1.563 93	28	0.175 89	5	104 4	50	956	178	758	600	1044	50
182	12,1 36	1.6	4.306 21	3	0.304 03	3	171 1	44	169 5	27	167 4	26	1674	26
70	2745	0.7	2.671 13	5	0.240 25	3	138 8	35	132 1	41	121 3	93	1213	93
137	1655	1.1	2.189 08	7	0.204 98	3	120 2	38	117 8	51	113 3	130	1202	38
161	4773	1.6	2.285 21	4	0.202 01	1	118 6	14	120 8	27	124 7	72	1186	14
200	9348	1.8	3.212 75	3	0.260 39	2	149 2	32	146 0	23	141 5	32	1415	32
672	7309	2.3	0.613 07	5	0.074 54	4	463	18	485	18	591	53	463	18
221	8349	0.6	2.247 85	3	0.204 95	3	120 2	29	119 6	21	118 6	26	1202	29
201	3036	0.4	0.589 28	9	0.077 69	2	482	8	470	34	413	196	482	8
258	17,4 40	1.4	2.418 56	3	0.219 04	2	127 7	23	124 8	22	119 9	45	1277	23
40	3389	0.5	1.780 38	19	0.172 96	3	102 8	24	103 8	122	105 9	375	1028	24
208	11,8 66	3.3	1.662 49	4	0.165 81	2	989	22	994	26	100 6	68	989	22
61	4400	0.3	2.559 37	6	0.221 81	3	129 1	40	128 9	47	128 5	108	1291	40
86	1543	2.6	2.309 51	9	0.208 69	4	122 2	46	121 5	67	120 3	166	1222	46
112	5978	1.8	2.242 22	5	0.208 47	1	122 1	13	119 4	36	114 7	99	1221	13
469	1301	1.4	1.843 35	4	0.183 87	2	108 8	16	106 1	23	100 6	63	1088	16
393	1672	1.5	1.821 4	6	0.182 17	3	107 9	28	105 3	38	100 0	102	1079	28
93	1668	0.8	2.122 11	6	0.201 61	2	118 4	19	115 6	43	110 4	120	1184	19
357	4160	2.4	0.574 16	4	0.079 23	3	492	14	461	15	310	62	492	14
293	9042	1	1.759 05	4	0.175 77	3	104 4	26	103 0	24	100 2	51	1044	26
207	13,8 21	0.8	4.497 28	5	0.304 8	4	171 5	65	173 0	39	174 9	33	1749	33
551	13,7 83	0.8	4.032 46	3	0.271 28	3	154 7	41	164 1	25	176 3	13	1763	13
139	1129	0.9	0.576 75	19	0.077 64	2	482	11	462	71	366	432	482	11
252	4281	0.8	0.558 6	8	0.072 57	2	452	11	451	29	445	166	452	11
301	8908	0.6	0.565 01	12	0.075 44	3	469	12	455	44	384	266	469	12
157	10,6 28	0.9	2.379 58	4	0.209 67	1	122 7	14	123 6	27	125 3	70	1227	14
157	8322	1.6	2.296 39	5	0.208 38	1	122 0	11	121 1	33	119 5	89	1220	11
234	13,9 15	0.6	4.487 03	3	0.300 76	2	169 5	34	172 9	22	176 9	25	1769	25
659	8885	1.2	0.627 94	2	0.078 39	1	487	6	495	9	533	39	487	6
170	10,9 27	0.6	4.194 12	3	0.280 52	2	159 4	24	167 3	23	177 3	41	1773	41
319	22,5 62	1.2	1.935 86	4	0.178 36	1	105 8	10	109 4	29	116 5	85	1058	10

207	10,0	0.7	5.299	3	0.320	2	179	27	186	23	195	37	1954	37
76	81	0.5	87	9	64	1	3	13	9	65	4	172	1157	12.990
	3638		82		6		7		4		6			8

Anexo 10.1. Datos isotópicos U-Pb de circones detríticos de la Formación Cosoltepec en la Unidad Las Calaveras en la muestra E6 de metagrauvasca, de Hinojosa-Prieto et al. (2008).

²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	error 2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	error 2σ	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	error 2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	± (Ma) 2σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	± (Ma) 2σ	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	± (Ma) 2σ
1.747	0.114	0.1549	0.0085	0.0818	0.0022	928	47	1026	42	1240	52
0.804	0.051	0.0958	0.0050	0.0608	0.0017	590	29	599	28	633	61
7.395	0.639	0.3035	0.0209	0.1767	0.0059	1709	104	2160	77	2622	56
1.730	0.112	0.1544	0.0085	0.0813	0.0022	926	47	1020	42	1228	52
2.295	0.169	0.1754	0.0112	0.0949	0.0025	1042	61	1211	52	1526	50
1.197	0.079	0.0982	0.0053	0.0884	0.0025	604	31	799	37	1392	54
5.911	0.474	0.2865	0.0197	0.1496	0.0040	1624	99	1963	70	2342	46
1.138	0.087	0.1290	0.0084	0.0640	0.0018	782	48	771	41	741	61
2.525	0.190	0.2022	0.0124	0.0906	0.0026	1187	66	1279	55	1437	55
1.095	0.072	0.1207	0.0064	0.0658	0.0020	735	37	751	35	799	63
0.677	0.042	0.0843	0.0043	0.0583	0.0016	522	26	525	26	539	62
0.872	0.052	0.0982	0.0050	0.0644	0.0017	604	29	637	28	756	56
1.428	0.094	0.1421	0.0077	0.0729	0.0021	856	44	901	39	1011	57
1.651	0.106	0.1471	0.0080	0.0814	0.0021	885	45	990	41	1231	52
4.380	0.337	0.2722	0.0179	0.1167	0.0031	1552	91	1709	64	1907	47
1.947	0.164	0.1744	0.0118	0.0810	0.0028	1036	65	1097	56	1221	67
0.566	0.054	0.0812	0.0042	0.0506	0.0032	503	25	455	35	221	148
0.818	0.065	0.1069	0.0065	0.0555	0.0022	655	38	607	36	432	87
1.241	0.154	0.1426	0.0143	0.0631	0.0030	860	80	819	70	712	101
4.365	0.337	0.2569	0.0169	0.1232	0.0033	1474	87	1706	64	2003	47
1.100	0.099	0.1371	0.0105	0.0582	0.0018	828	59	753	48	537	68
3.960	0.349	0.2986	0.0230	0.0962	0.0026	1684	114	1626	72	1552	50
1.018	0.065	0.1210	0.0064	0.0610	0.0017	736	37	713	33	640	59
1.371	0.108	0.1378	0.0074	0.0722	0.0031	832	42	877	46	991	88
2.519	0.188	0.1908	0.0122	0.0958	0.0026	1126	66	1278	54	1543	50
1.610	0.106	0.1483	0.0081	0.0788	0.0022	891	45	974	41	1166	54
0.678	0.041	0.0837	0.0041	0.0588	0.0017	518	25	526	25	560	61
1.547	0.151	0.1626	0.0127	0.0690	0.0025	971	70	949	60	899	75
0.852	0.056	0.1013	0.0057	0.0610	0.0016	622	33	626	31	640	58
2.301	0.160	0.1831	0.0108	0.0912	0.0024	1084	59	1213	49	1450	50
0.624	0.051	0.0799	0.0042	0.0567	0.0027	496	25	493	32	479	104
2.913	0.265	0.2735	0.0216	0.0772	0.0022	1559	109	1385	69	1128	56
0.701	0.044	0.0856	0.0046	0.0593	0.0016	530	27	539	27	580	60
0.851	0.076	0.1014	0.0076	0.0608	0.0019	623	44	625	42	633	68
2.877	0.246	0.2507	0.0186	0.0832	0.0023	1442	96	1376	64	1274	53
1.937	0.130	0.1657	0.0095	0.0848	0.0022	988	52	1094	45	1310	51
9.000	0.815	0.3485	0.0275	0.1873	0.0049	1927	131	2338	83	2719	43
1.685	0.109	0.1502	0.0081	0.0813	0.0022	902	46	1003	41	1230	53
0.563	0.244	0.1021	0.0067	0.0400	0.0134	627	39	453	159	-352	866
0.690	0.047	0.0841	0.0044	0.0595	0.0020	521	26	533	28	585	73
0.510	0.053	0.0693	0.0034	0.0534	0.0041	432	21	418	36	346	175
1.853	0.125	0.1656	0.0093	0.0811	0.0022	988	52	1065	44	1225	54
0.801	0.060	0.0955	0.0049	0.0608	0.0025	588	29	598	34	633	90
0.875	0.064	0.1024	0.0058	0.0620	0.0022	628	34	639	35	675	76
2.422	0.168	0.1827	0.0107	0.0962	0.0025	1082	58	1249	50	1551	50
0.745	0.047	0.0908	0.0047	0.0595	0.0018	560	28	565	27	586	64
2.028	0.262	0.1537	0.0100	0.0957	0.0078	922	56	1125	88	1542	153
1.635	0.143	0.1458	0.0080	0.0813	0.0043	877	45	984	55	1230	104
1.988	0.136	0.1697	0.0096	0.0849	0.0024	1011	53	1111	46	1314	54
12.111	1.070	0.3783	0.0287	0.2322	0.0061	2068	134	2613	83	3067	42
0.919	0.058	0.1079	0.0053	0.0618	0.0019	661	31	662	31	666	67
4.241	0.302	0.2631	0.0158	0.1169	0.0031	1506	80	1682	58	1909	48
1.849	0.114	0.1649	0.0086	0.0813	0.0021	984	48	1063	41	1229	52
2.006	0.129	0.1778	0.0097	0.0818	0.0022	1055	53	1117	43	1241	52
0.921	0.061	0.1131	0.0064	0.0590	0.0016	691	37	663	32	568	60
1.726	0.107	0.1576	0.0081	0.0794	0.0022	943	45	1018	40	1183	54
1.635	0.100	0.1517	0.0077	0.0782	0.0022	911	43	984	38	1151	55
1.061	0.111	0.1197	0.0062	0.0643	0.0046	729	36	734	55	751	151
2.436	0.177	0.2168	0.0133	0.0815	0.0023	1265	70	1253	52	1233	55
1.027	0.062	0.1216	0.0060	0.0613	0.0017	740	35	717	31	648	59
0.923	0.083	0.1064	0.0058	0.0629	0.0036	652	34	664	44	705	121
0.816	0.049	0.0982	0.0049	0.0603	0.0017	604	29	606	27	613	60
1.602	0.117	0.1541	0.0095	0.0754	0.0022	924	53	971	46	1078	59

5.224	0.373	0.2774	0.0166	0.1366	0.0037	1578	84	1857	61	2184	48
1.966	0.131	0.1781	0.0098	0.0801	0.0022	1057	54	1104	45	1198	55
0.767	0.047	0.0932	0.0044	0.0597	0.0020	575	26	578	27	593	72
1.877	0.123	0.1713	0.0092	0.0795	0.0023	1019	50	1073	44	1184	58
1.860	0.114	0.1660	0.0087	0.0813	0.0021	990	48	1067	41	1228	51
1.393	0.082	0.1369	0.0068	0.0738	0.0019	827	39	886	35	1036	53
1.989	0.141	0.1867	0.0108	0.0772	0.0022	1104	59	1112	48	1127	58
1.057	0.064	0.1182	0.0058	0.0648	0.0019	720	33	732	32	769	62
2.090	0.146	0.1886	0.0106	0.0804	0.0024	1114	57	1146	48	1206	60
1.964	0.152	0.1786	0.0119	0.0798	0.0022	1059	65	1103	52	1191	56
1.635	0.105	0.1692	0.0091	0.0701	0.0019	1008	50	984	41	932	56
2.323	0.157	0.1748	0.0102	0.0964	0.0026	1038	56	1219	48	1555	51
1.949	0.132	0.1779	0.0098	0.0794	0.0023	1056	54	1098	45	1183	57
1.243	0.078	0.1364	0.0071	0.0661	0.0018	824	40	820	35	809	57
0.931	0.055	0.1091	0.0053	0.0619	0.0017	668	31	668	29	669	60
1.130	0.084	0.1371	0.0076	0.0598	0.0024	828	43	768	40	596	86
1.690	0.111	0.1665	0.0094	0.0736	0.0020	993	52	1005	42	1030	54
0.817	0.047	0.0973	0.0047	0.0609	0.0017	598	27	606	26	637	59
2.075	0.139	0.1837	0.0105	0.0819	0.0022	1087	57	1141	46	1243	51
5.170	0.388	0.2790	0.0180	0.1344	0.0035	1586	91	1848	64	2156	46
0.756	0.064	0.0949	0.0062	0.0578	0.0024	584	36	572	37	523	92
1.264	0.079	0.1385	0.0071	0.0662	0.0018	836	40	830	35	811	58
0.905	0.057	0.1113	0.0055	0.0590	0.0019	680	32	655	30	568	70
1.907	0.133	0.1778	0.0104	0.0778	0.0022	1055	57	1084	46	1142	55
1.783	0.201	0.1578	0.0087	0.0819	0.0063	945	48	1039	73	1244	150
0.533	0.050	0.0764	0.0036	0.0506	0.0036	474	22	434	33	224	165
0.736	0.061	0.0919	0.0047	0.0581	0.0030	567	28	560	36	534	113
4.554	0.322	0.2669	0.0160	0.1237	0.0033	1525	82	1741	59	2011	47
1.542	0.102	0.1517	0.0079	0.0737	0.0024	910	44	947	41	1034	66
1.943	0.124	0.1734	0.0092	0.0813	0.0022	1031	51	1096	43	1228	53
1.874	0.121	0.1675	0.0089	0.0811	0.0023	999	49	1072	43	1224	55
1.748	0.138	0.1746	0.0118	0.0726	0.0021	1037	65	1026	51	1003	59
3.333	0.272	0.2451	0.0158	0.0986	0.0033	1413	82	1489	64	1599	63
2.100	0.139	0.1798	0.0100	0.0847	0.0023	1066	55	1149	46	1309	52
2.416	0.161	0.1887	0.0106	0.0929	0.0025	1114	58	1247	48	1485	50
2.298	0.148	0.1750	0.0095	0.0952	0.0025	1040	52	1212	46	1532	50
1.853	0.139	0.1728	0.0104	0.0778	0.0026	1028	57	1065	50	1141	66
1.691	0.151	0.1718	0.0097	0.0714	0.0036	1022	53	1005	57	968	104
0.767	0.048	0.0952	0.0050	0.0584	0.0016	586	29	578	27	546	61

1.321	0.088	0.1362	0.0078	0.0704	0.0019	823	44	855	38	939	56
0.968	0.058	0.1162	0.0058	0.0604	0.0017	709	34	687	30	617	59
1.588	0.099	0.1485	0.0076	0.0776	0.0022	892	43	966	39	1136	56
0.860	0.055	0.1068	0.0057	0.0584	0.0016	654	33	630	30	543	62
1.596	0.100	0.1586	0.0083	0.0730	0.0020	949	46	969	39	1014	56
1.400	0.084	0.1391	0.0070	0.0730	0.0020	839	40	889	36	1015	54
1.328	0.090	0.1570	0.0091	0.0613	0.0017	940	51	858	39	651	58
2.358	0.157	0.1974	0.0111	0.0866	0.0023	1162	60	1230	47	1352	51
0.843	0.095	0.1120	0.0074	0.0546	0.0039	684	43	621	53	396	162
1.052	0.070	0.1321	0.0071	0.0577	0.0018	800	40	730	35	520	67
2.338	0.193	0.2197	0.0160	0.0772	0.0021	1280	85	1224	59	1126	54
1.625	0.099	0.1508	0.0077	0.0781	0.0021	906	43	980	38	1150	53
1.876	0.121	0.1710	0.0093	0.0796	0.0021	1018	51	1073	43	1186	53
1.231	0.080	0.1371	0.0076	0.0651	0.0018	828	43	815	36	777	58
1.420	0.086	0.1414	0.0071	0.0728	0.0020	852	40	897	36	1009	56
1.843	0.136	0.1590	0.0099	0.0841	0.0026	951	55	1061	48	1295	59
2.167	0.175	0.1972	0.0118	0.0797	0.0031	1160	63	1170	56	1189	76
0.944	0.058	0.1134	0.0056	0.0604	0.0018	692	32	675	30	617	64
0.987	0.138	0.1227	0.0152	0.0583	0.0022	746	87	697	71	542	84
1.243	0.074	0.1278	0.0063	0.0706	0.0019	775	36	820	33	945	56
2.435	0.165	0.2000	0.0115	0.0883	0.0024	1175	62	1253	49	1389	52
1.845	0.117	0.1668	0.0089	0.0802	0.0022	995	49	1062	42	1203	53
0.868	0.069	0.1026	0.0050	0.0614	0.0031	630	29	635	37	653	110
2.283	0.172	0.2085	0.0127	0.0794	0.0024	1221	68	1207	53	1182	60
0.933	0.054	0.1076	0.0052	0.0629	0.0017	659	31	669	29	706	58
0.779	0.047	0.0967	0.0047	0.0584	0.0017	595	27	585	27	546	65
2.585	0.188	0.2102	0.0130	0.0892	0.0024	1230	69	1296	53	1408	53
1.415	0.097	0.1402	0.0070	0.0732	0.0028	846	40	895	41	1021	76
7.598	0.564	0.3213	0.0202	0.1715	0.0045	1796	99	2185	67	2573	44
0.762	0.060	0.0997	0.0050	0.0554	0.0027	613	29	575	34	429	109
0.641	0.040	0.0833	0.0040	0.0558	0.0018	516	24	503	25	446	71
1.961	0.128	0.1745	0.0093	0.0815	0.0023	1037	51	1102	44	1233	56
1.591	0.097	0.1504	0.0077	0.0767	0.0020	903	43	967	38	1115	53
4.289	0.296	0.2479	0.0146	0.1255	0.0033	1428	75	1691	57	2035	46
0.788	0.048	0.0950	0.0045	0.0601	0.0019	585	26	590	27	608	68
0.886	0.057	0.1076	0.0055	0.0597	0.0019	659	32	644	30	592	68
1.426	0.134	0.1567	0.0095	0.0660	0.0036	939	53	900	56	806	115
0.681	0.040	0.0832	0.0039	0.0594	0.0017	515	23	528	24	583	63
1.863	0.141	0.1737	0.0094	0.0778	0.0031	1032	52	1068	50	1142	80
1.146	0.070	0.1278	0.0066	0.0650	0.0017	776	38	776	33	776	57
1.289	0.087	0.1427	0.0074	0.0655	0.0022	860	42	841	38	792	70
4.013	0.279	0.2501	0.0147	0.1164	0.0031	1439	76	1637	57	1901	47
1.818	0.116	0.1641	0.0088	0.0803	0.0022	980	49	1052	42	1205	53
0.898	0.058	0.1089	0.0058	0.0598	0.0017	666	34	651	31	596	63
0.924	0.079	0.1083	0.0056	0.0619	0.0034	663	33	665	42	670	118
0.707	0.043	0.0894	0.0042	0.0574	0.0018	552	25	543	26	506	71
2.058	0.146	0.1837	0.0109	0.0812	0.0022	1087	59	1135	48	1227	54
1.203	0.080	0.1339	0.0077	0.0652	0.0018	810	44	802	37	780	58
1.876	0.127	0.1743	0.0099	0.0781	0.0021	1035	55	1073	45	1149	54
1.985	0.129	0.1758	0.0097	0.0819	0.0021	1044	53	1111	44	1243	51
3.018	0.238	0.2696	0.0186	0.0812	0.0021	1539	94	1412	60	1226	52

Anexo 11. Datos isotópicos U-Pb de circones detríticos de la Formación Cosoltepec en la Unidad Las Minas en la muestras de metapsamitas, de Keppie et al. (2008b).

$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	error 2 σ	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	error 2 σ	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	error 2 σ	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	\pm (Ma) 2 σ	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	\pm (Ma) 2 σ	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	\pm (Ma) 2 σ
0.9355	0.0092	0.1079	0.00086	0.06287	0.00062	659	10	671	10	702	42

1.4791	0.0213	0.1513	0.00123	0.07091	0.00078	908	14	922	17	954	44
2.297	0.0372	0.197	0.0014	0.08458	0.00132	1150	19	1211	23	1304	60
0.7578	0.0213	0.0912	0.0007	0.06028	0.00189	565	14	573	25	612	134
1.0857	0.0125	0.117	0.0007	0.06732	0.00077	708	9	746	12	846	48
0.7574	0.0081	0.0913	0.00041	0.06019	0.00062	563	5	573	9	610	44
0.9879	0.0056	0.1127	0.00034	0.0636	0.00035	687	4	698	6	728	22
9.4091	0.0452	0.4287	0.0021	0.1592	0.00089	2299	20	2379	9	2446	20
0.7637	0.0082	0.0938	0.0004	0.05907	0.00066	578	5	576	9	568	48
1.1849	0.0111	0.1249	0.00055	0.06883	0.00062	757	7	794	10	892	38
0.686	0.0062	0.0855	0.00037	0.05819	0.00056	529	5	530	7	536	40
0.7327	0.0155	0.0905	0.0009	0.05873	0.00143	563	16	558	18	556	106
8.5912	0.0481	0.3966	0.00238	0.15713	0.00074	2160	25	2296	10	2424	16
1.0801	0.0095	0.1165	0.00076	0.06726	0.00057	710	9	744	9	844	34
1.8474	0.0176	0.1746	0.00066	0.07673	0.00071	1036	8	1063	12	1114	38
0.8499	0.0097	0.1006	0.00056	0.0613	0.00067	617	7	625	11	648	48
0.7378	0.0081	0.0897	0.00045	0.05963	0.00069	554	6	561	9	590	50
0.6137	0.0071	0.0778	0.00036	0.05724	0.00065	483	5	486	9	500	50
12.3109	0.0665	0.4805	0.00221	0.18584	0.00095	2531	21	2628	10	2704	18
1.8143	0.0318	0.1732	0.00132	0.07599	0.00131	1030	16	1051	23	1094	70
0.8328	0.0082	0.092	0.00036	0.06569	0.00064	563	5	615	9	796	42
1.9705	0.0211	0.1685	0.00113	0.08484	0.00088	997	13	1105	14	1310	40
0.777	0.0184	0.0933	0.00081	0.06041	0.00154	575	10	584	21	618	110
1.4613	0.0178	0.1516	0.00091	0.06991	0.00073	911	11	915	15	924	44
0.6243	0.0066	0.08	0.00035	0.05662	0.00061	496	4	493	8	476	48
0.6502	0.0075	0.0804	0.00042	0.05864	0.00071	499	5	509	9	552	52
0.9385	0.0135	0.1042	0.00048	0.06536	0.00093	636	6	672	14	784	60
0.9022	0.0076	0.1057	0.00035	0.06193	0.00053	648	4	653	8	670	36
0.7813	0.0111	0.0937	0.00046	0.06048	0.00084	576	5	586	13	620	60
0.8729	0.0357	0.0904	0.00098	0.07007	0.00294	551	13	637	39	930	174
4.9909	0.0359	0.3259	0.00147	0.11108	0.00083	1820	18	1818	12	1816	28
2.2638	0.0152	0.2037	0.00065	0.08062	0.00052	1197	8	1201	9	1212	26
0.6911	0.0254	0.0851	0.00083	0.05889	0.00225	529	11	533	31	562	168
1.9479	0.0265	0.1748	0.00072	0.08084	0.00104	1030	9	1098	18	1216	52
3.628	0.0395	0.205	0.00133	0.12836	0.001	1205	15	1556	17	2074	28
1.8704	0.0172	0.18	0.00074	0.07538	0.00077	1069	9	1071	12	1078	40
1.7546	0.0223	0.1713	0.00081	0.07428	0.00091	1021	10	1029	16	1048	48
0.5913	0.0052	0.0746	0.00031	0.05748	0.00051	464	4	472	7	510	38
1.3176	0.009	0.1381	0.00062	0.06923	0.00046	832	8	853	8	904	28
0.787	0.0127	0.0962	0.00047	0.05935	0.00095	591	6	589	14	580	70
1.5503	0.0116	0.1546	0.00056	0.07273	0.00051	920	7	951	9	1006	28
0.7901	0.0145	0.095	0.00065	0.06036	0.00113	583	11	591	16	616	82
1.0652	0.024	0.1179	0.00101	0.06556	0.00146	716	12	736	24	792	94
11.5921	0.0545	0.4544	0.00204	0.18502	0.00104	2396	21	2572	9	2698	18
4.1756	0.0263	0.2908	0.00125	0.10415	0.00055	1645	14	1669	10	1698	20
2.2418	0.0365	0.2028	0.0014	0.08017	0.00135	1189	18	1194	23	1200	68
0.569	0.0075	0.0686	0.00045	0.06017	0.00079	427	6	457	10	608	56
1.7583	0.0222	0.1699	0.00093	0.07508	0.00104	1009	12	1030	16	1070	56
16.3265	0.1339	0.5104	0.00327	0.23201	0.00174	2614	32	2896	16	3064	22
1.8844	0.0249	0.1769	0.00115	0.07727	0.00104	1051	14	1076	18	1128	54
0.605	0.0097	0.0732	0.00063	0.05995	0.00098	453	9	480	12	600	72
1.5343	0.023	0.1549	0.0009	0.07183	0.00119	924	11	944	18	980	68
0.7191	0.0065	0.0875	0.00044	0.05964	0.00052	541	5	550	8	590	38
2.1807	0.0177	0.1966	0.00077	0.08047	0.00058	1156	9	1175	11	1208	28
0.7429	0.0079	0.0909	0.00035	0.05929	0.00065	562	4	564	9	576	48
6.8902	0.0496	0.3835	0.0013	0.13033	0.00083	2092	13	2097	13	2102	22
1.8017	0.0092	0.1625	0.00065	0.08042	0.00039	971	8	1046	7	1206	20
1.8419	0.0151	0.177	0.00074	0.07546	0.00057	1052	9	1061	11	1080	30
1.2004	0.0096	0.1283	0.00059	0.06786	0.00058	771	7	801	9	864	34
0.7361	0.011	0.0876	0.00084	0.06093	0.00101	535	10	560	13	636	70
3.5992	0.0328	0.2448	0.00118	0.10666	0.00094	1399	13	1549	14	1742	32
0.6987	0.0234	0.0907	0.00079	0.05588	0.0018	561	11	538	28	446	142
0.7568	0.0104	0.0908	0.00047	0.06045	0.00081	560	6	572	12	618	58
0.8978	0.0086	0.108	0.00048	0.06027	0.00064	661	6	651	9	612	46
0.8343	0.007	0.101	0.00051	0.0599	0.00053	619	6	616	8	598	38
1.7281	0.0137	0.1678	0.00057	0.07468	0.00062	999	7	1019	10	1058	34
0.7955	0.0086	0.0949	0.0005	0.06077	0.00067	584	6	594	10	630	48

Anexo 12. Datos isotópicos U-Pb de circones detríticos de la Formación Cosoltepec en la Unidad La Huerta en la muestras de pegmatitas, de Morales-Gómez et al. (2008).

²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	error 2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	error 2σ	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	error 2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	± (Ma) 2σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	± (Ma) 2σ	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	± (Ma) 2σ
2.1751	0.0126	0.1959	0.0007	0.08053	0.0005	1151	8	1173	8	1208	26
2.3453	0.0178	0.2068	0.0008	0.08225	0.0005	1211	9	1226	11	1250	26
1.4568	0.0079	0.151	0.0005	0.06998	0.0003	906	6	913	6	926	18

2.4633	0.0227	0.2138	0.0011	0.08357	0.0009	1248	12	1261	13	1282	40
1.767	0.0186	0.1692	0.0009	0.07573	0.0008	1006	10	1033	14	1088	42
1.8743	0.0337	0.1823	0.0011	0.07456	0.0013	1079	12	1072	24	1056	70
1.4552	0.0469	0.1542	0.0018	0.06845	0.0025	923	21	912	39	882	154
1.6448	0.0176	0.1664	0.0007	0.07169	0.0008	992	8	988	13	976	44
1.5677	0.0121	0.1592	0.0006	0.07142	0.0005	953	8	958	10	968	28
2.4126	0.0396	0.2091	0.0017	0.0837	0.0012	1222	18	1246	24	1284	56
2.1623	0.0132	0.1965	0.0008	0.07982	0.0006	1157	9	1169	8	1192	28
1.683	0.0076	0.1589	0.0006	0.07679	0.0003	952	7	1002	6	1114	16
1.7676	0.017	0.1716	0.0009	0.0747	0.0007	1021	10	1034	12	1060	36
1.8891	0.0134	0.1805	0.0008	0.0759	0.0004	1069	9	1077	9	1092	24
1.7778	0.0135	0.1723	0.0007	0.07482	0.0006	1025	8	1037	10	1062	30
1.908	0.0277	0.1642	0.0022	0.08429	0.0004	978	26	1084	19	1298	20
2.1003	0.0269	0.1902	0.0012	0.0801	0.0011	1120	15	1149	18	1198	56
1.4315	0.0269	0.1501	0.0012	0.06916	0.0013	900	14	902	22	902	78
1.3589	0.0121	0.1411	0.0006	0.06987	0.0007	847	7	871	10	924	38
2.1476	0.0288	0.195	0.0013	0.07987	0.0011	1147	15	1164	19	1192	54
2.1055	0.0116	0.1945	0.0007	0.07849	0.0004	1147	7	1151	8	1158	20
2.2091	0.0258	0.2046	0.0014	0.07832	0.0009	1205	15	1184	16	1154	48
1.7495	0.0121	0.1725	0.0006	0.07357	0.0005	1027	6	1027	9	1028	26
2.4046	0.0137	0.2112	0.0009	0.08257	0.0005	1235	9	1244	8	1258	24
2.3879	0.0224	0.2149	0.0012	0.08061	0.0008	1256	13	1239	14	1210	38
2.0741	0.0091	0.1877	0.0008	0.08015	0.0003	1111	8	1140	6	1200	14
2.2795	0.0125	0.2015	0.0007	0.08206	0.0004	1180	8	1206	8	1246	20
1.61	0.0079	0.1536	0.0008	0.076	0.0003	924	10	974	6	1094	20
1.5346	0.0273	0.156	0.0011	0.07136	0.0014	933	13	944	22	966	78
2.7648	0.0182	0.2282	0.0009	0.08789	0.0006	1325	9	1346	10	1380	26
1.7146	0.0111	0.1699	0.0007	0.0732	0.0006	1013	8	1014	8	1018	32
1.8003	0.0247	0.1724	0.0009	0.07573	0.0011	1025	10	1046	18	1086	58
2.1895	0.0204	0.2011	0.0007	0.07898	0.0008	1182	8	1178	13	1170	40
2.0413	0.0274	0.1894	0.0002	0.07818	0.0008	1116	22	1129	18	1150	40
1.7364	0.0099	0.1698	0.0005	0.07417	0.0004	1011	6	1022	7	1046	22
1.5431	0.0201	0.1585	0.0011	0.07064	0.0009	948	12	948	16	946	50
2.1011	0.0118	0.1932	0.0007	0.07887	0.0004	1138	8	1149	8	1168	20
1.9052	0.0105	0.1832	0.0008	0.07543	0.0005	1084	9	1083	7	1078	26
1.5089	0.0243	0.156	0.0009	0.07017	0.0013	936	11	934	20	932	76
1.7423	0.0211	0.1702	0.0012	0.07427	0.0008	1013	14	1024	16	1048	44
1.9556	0.0198	0.1854	0.0008	0.07651	0.0008	1098	9	1100	14	1108	42
2.0666	0.0118	0.1921	0.0008	0.07803	0.0004	1134	9	1138	8	1146	22
2.4169	0.0126	0.1968	0.0006	0.0891	0.0003	1151	7	1248	7	1406	14
1.7297	0.0164	0.1721	0.0007	0.0729	0.0007	1024	8	1020	12	1010	40
1.7838	0.01	0.1743	0.0005	0.07421	0.0004	1036	6	1040	7	1046	20
1.6805	0.0096	0.1678	0.0007	0.07264	0.0004	1000	7	1001	7	1004	22
2.1294	0.023	0.1896	0.0009	0.08147	0.0009	1116	10	1158	15	1232	46
2.6476	0.0191	0.2207	0.0009	0.08701	0.0006	1285	10	1314	11	1360	24
1.7163	0.0156	0.1697	0.001	0.07335	0.0006	1010	11	1015	12	1022	34
1.8235	0.0352	0.1762	0.0011	0.07506	0.0015	1049	14	1054	25	1070	82
1.6017	0.0178	0.1596	0.0008	0.07277	0.0008	951	10	971	14	1006	48
1.5676	0.0152	0.1578	0.0006	0.07207	0.0008	945	7	957	12	986	42
2.187	0.0103	0.1877	0.0008	0.08451	0.0004	1105	10	1177	7	1304	16
2.3823	0.0157	0.2089	0.0008	0.08273	0.0006	1223	9	1237	9	1262	26
2.5011	0.0133	0.2148	0.0009	0.08446	0.0004	1251	11	1272	8	1302	20
1.7631	0.0153	0.1756	0.0008	0.07282	0.0006	1043	9	1032	11	1008	32
1.6489	0.0424	0.1649	0.0016	0.07253	0.002	985	19	989	32	1000	110
3.5857	0.0384	0.2224	0.0009	0.11693	0.0012	1243	15	1546	17	1908	36
1.5318	0.0201	0.158	0.001	0.07031	0.0008	946	12	943	16	936	48
1.4067	0.0255	0.143	0.001	0.07133	0.0013	856	12	892	22	966	78
1.6395	0.009	0.1631	0.0007	0.07289	0.0003	974	8	986	7	1010	16
1.9049	0.037	0.1874	0.0014	0.07371	0.0014	1106	16	1083	26	1032	76
1.7998	0.0149	0.1751	0.0012	0.07455	0.0008	1040	14	1045	11	1056	46
1.7034	0.0121	0.1663	0.0008	0.07428	0.0005	988	10	1010	9	1048	28
2.1879	0.0234	0.2021	0.0012	0.07851	0.0008	1187	13	1177	15	1158	42
2.5847	0.0194	0.2232	0.0008	0.08398	0.0006	1299	9	1296	11	1292	26
2.3755	0.0283	0.2099	0.0011	0.08207	0.0009	1228	12	1235	17	1246	44
1.7071	0.0142	0.1701	0.0007	0.0728	0.0007	1012	9	1011	11	1008	38
2.2199	0.0173	0.2032	0.0009	0.07925	0.0007	1192	10	1187	11	1178	38
2.1713	0.0154	0.2012	0.001	0.07826	0.0005	1184	12	1172	10	1152	28
1.5535	0.0259	0.1607	0.0014	0.0701	0.0014	963	17	952	21	930	80
2.228	0.0118	0.2001	0.0009	0.08077	0.0004	1175	11	1190	7	1214	18
2.4366	0.0239	0.2141	0.001	0.08255	0.0008	1252	12	1253	14	1258	36
1.955	0.0174	0.1834	0.0007	0.07732	0.0007	1082	9	1100	12	1128	34
1.5046	0.0129	0.1494	0.0006	0.07302	0.0006	896	8	932	10	1014	34
2.2346	0.0183	0.2004	0.001	0.08087	0.0006	1176	11	1192	11	1218	30
1.471	0.0078	0.1472	0.0005	0.07246	0.0004	884	6	919	6	998	24
2.1696	0.0165	0.1924	0.0009	0.08178	0.0006	1120	12	1171	11	1240	28
1.5071	0.0213	0.1547	0.0011	0.07064	0.001	926	13	933	17	946	56
1.7662	0.014	0.173	0.0007	0.07404	0.0005	1029	9	1033	10	1042	30

2.3261	0.017	0.2089	0.0008	0.08074	0.0006	1221	9	1220	10	1214	28
1.6488	0.0251	0.1688	0.0012	0.07085	0.0013	1006	14	989	19	952	78
1.7168	0.011	0.1709	0.0007	0.07285	0.0005	1017	9	1015	8	1008	26
1.7606	0.0178	0.1749	0.001	0.07302	0.0009	1039	12	1031	13	1014	50
0.5643	0.013	0.0737	0.0006	0.05554	0.0011 8	457	8	454	17	434	94
2.5109	0.0271	0.2138	0.0014	0.0852	0.0008 5	1252	17	1275	16	1318	38
0.5894	0.0136	0.0745	0.0005	0.05741	0.0013 4	462	7	470	17	506	104
0.5543	0.0022	0.0717	0.0002	0.05606	0.0002	447	3	448	3	454	16
0.5598	0.0029	0.071	0.0002	0.05721	0.0002 7	444	3	451	4	498	20
0.74	0.0081	0.0808	0.0004	0.06646	0.0007 3	495	5	562	10	820	46
2.0692	0.0174	0.1871	0.0007	0.08023	0.0005 4	1102	8	1139	11	1202	26
0.525	0.0104	0.0702	0.0004	0.05427	0.0011 2	437	6	428	14	382	92
0.5561	0.018	0.071	0.0006	0.05677	0.0019 4	442	8	449	23	482	152
2.3549	0.0162	0.2115	0.0013	0.08077	0.0005 8	1235	15	1229	10	1214	30
2.4141	0.0176	0.2128	0.0008	0.08227	0.0006 4	1244	9	1247	11	1250	30
1.838	0.0298	0.1794	0.0012	0.07432	0.0011 5	1061	14	1059	21	1050	62
1.5687	0.0207	0.1579	0.0012	0.07205	0.0010 4	944	14	958	16	986	60
2.0882	0.0232	0.192	0.0013	0.0789	0.0008 2	1132	15	1145	15	1168	40
1.8449	0.0116	0.1708	0.0006	0.07833	0.0005 2	1018	7	1062	8	1154	26
0.6143	0.0045	0.072	0.0003	0.0619	0.0004 8	447	4	486	6	670	32
0.5715	0.0034	0.0723	0.0003	0.05729	0.0003 7	449	3	459	4	502	28
1.5168	0.0155	0.1523	0.001	0.07226	0.0005 9	914	12	937	13	992	32
1.5635	0.0152	0.1588	0.0008	0.07139	0.0006 6	950	9	956	12	968	38
0.5574	0.0093	0.0734	0.0004	0.05505	0.0008 8	458	5	450	12	414	70
0.5503	0.0144	0.0709	0.0005	0.05628	0.0015 4	442	7	445	19	462	122
0.5402	0.0077	0.0693	0.0005	0.05653	0.0008 3	432	6	439	10	472	64
1.187	0.0094	0.1225	0.0006	0.07028	0.0006 7	745	7	795	9	936	38
0.6545	0.0107	0.073	0.0006	0.06506	0.0007	451	7	511	13	776	46
0.5539	0.013	0.0706	0.0006	0.05688	0.0014	440	8	448	17	486	110
0.5863	0.0029	0.0744	0.0002	0.05713	0.0002 6	462	3	469	4	496	20
1.118	0.0111	0.1217	0.0005	0.06662	0.0006 1	740	6	762	11	824	38
1.2545	0.0133	0.1343	0.0006	0.06777	0.0007 2	809	7	825	12	860	44
0.6006	0.0069	0.0764	0.0004	0.05702	0.0006 4	476	5	478	9	492	50
1.6782	0.0123	0.1674	0.0007	0.07272	0.0005 7	997	8	1000	9	1006	30
2.143	0.0238	0.1959	0.0009	0.07936	0.0008 4	1154	10	1163	15	1180	40
2.3772	0.0138	0.2101	0.0007	0.08205	0.0005 3	1230	8	1236	8	1246	26
0.5631	0.0091	0.0711	0.0004	0.05743	0.0009 7	442	5	454	12	508	74
0.5602	0.0103	0.0723	0.0005	0.05617	0.0011 2	450	6	452	13	458	88
1.6294	0.0116	0.1639	0.0006	0.0721	0.0005 5	978	7	982	9	988	32
2.3427	0.0225	0.2099	0.0009	0.08096	0.0007 5	1228	11	1225	14	1220	36
0.2063	0.0069	0.0279	0.0003	0.05365	0.0019 3	177	4	190	12	356	162
2.1068	0.0356	0.1935	0.0016	0.07898	0.0013 2	1140	19	1151	23	1170	66
2.1478	0.0247	0.1923	0.0013	0.08099	0.0008 1	1134	15	1164	16	1220	40

0.5338	0.0075	0.0694	0.0004	0.05582	0.0008 7	433	5	434	10	444	68
0.5297	0.0122	0.0697	0.0007	0.05515	0.0011 6	435	9	432	16	418	94
0.5539	0.0089	0.071	0.0004	0.05658	0.0009 4	442	6	448	12	474	74
0.524	0.0088	0.0697	0.0004	0.05455	0.0008 7	434	6	428	12	392	72
0.5318	0.006	0.0705	0.0003	0.0547	0.0006 6	439	4	433	8	400	54
0.5513	0.004	0.0711	0.0003	0.05621	0.0004 3	443	4	446	5	460	34
0.589	0.0074	0.0749	0.0004	0.05707	0.0007 4	466	5	470	9	494	58
0.5573	0.0065	0.0709	0.0003	0.05705	0.0006 8	441	4	450	8	492	52
0.7973	0.0237	0.0962	0.0006	0.06012	0.0017 7	594	9	595	27	606	128
2.4302	0.0277	0.199	0.001	0.08856	0.0009 4	1163	12	1252	16	1394	40
1.387	0.0226	0.1482	0.0014	0.0679	0.0010 1	890	16	883	19	864	62
0.5789	0.0042	0.072	0.0003	0.05833	0.0004 3	447	4	464	5	542	32
1.6873	0.0202	0.1651	0.0009	0.07413	0.0008 9	985	11	1004	15	1044	48
2.1556	0.0181	0.1955	0.001	0.07998	0.0007 8	1151	11	1167	12	1196	38
0.6449	0.0104	0.0725	0.0003	0.06451	0.0009 5	447	4	505	13	758	62
1.583	0.0258	0.1599	0.0012	0.07179	0.0011 6	954	15	964	20	978	66
0.6091	0.0044	0.0742	0.0003	0.05957	0.0004 2	459	3	483	6	586	30

Anexo 12.1 Datos isotópicos U-Pb de circones detríticos de la Formación Cosoltepec en la Unidad Amate en las muestras de metapsamita y dique granítico, de Morales-Gómez et al. (2008).

²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	error 2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	error 2σ	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	error 2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	± (Ma) 2σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	± (Ma) 2σ	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	± (Ma) 2σ
1.3007	0.0144	0.1393	0.0006	0.06772	0.0007 6	839	7	846	13	860	46
0.5968	0.0034	0.0753	0.0003	0.05745	0.0003	468	4	475	4	508	24
0.5933	0.0043	0.074	0.0004	0.05818	0.0004 8	460	5	473	5	536	36
2.3722	0.0119	0.2085	0.0008	0.08254	0.0004 3	1224	9	1234	7	1258	20
0.5829	0.0078	0.0745	0.0004	0.05674	0.0007 3	463	5	466	10	480	56
0.4598	0.0051	0.0497	0.0004	0.06704	0.0005 2	313	6	384	7	838	32
2.2962	0.017	0.2053	0.0008	0.08112	0.0005	1204	9	1211	10	1224	24
1.7477	0.0147	0.1712	0.0007	0.07406	0.0006 9	1019	8	1026	11	1042	36
2.3278	0.0242	0.2104	0.0007	0.08023	0.0008 1	1232	8	1221	15	1202	40
0.579	0.0058	0.0737	0.0003	0.05695	0.0005 6	459	4	464	7	488	44
0.5904	0.0045	0.0746	0.0003	0.05744	0.0004	463	4	471	6	508	30
0.6635	0.0064	0.0741	0.0003	0.06495	0.0006 6	456	3	517	8	772	42
2.3768	0.0209	0.2104	0.001	0.08195	0.0007 4	1231	11	1236	13	1244	34
2.2188	0.0131	0.2014	0.0009	0.07991	0.0005 1	1184	11	1187	8	1194	24
0.6075	0.0046	0.0761	0.0004	0.05791	0.0004 3	473	5	482	6	526	34
1.7986	0.0214	0.1744	0.001	0.0748	0.0010 2	1035	12	1045	16	1062	56
1.5908	0.0232	0.158	0.0008	0.07301	0.0010 3	946	9	967	18	1014	58
0.6156	0.0057	0.0751	0.0003	0.05947	0.0005 6	466	4	487	7	584	42
2.2455	0.0171	0.2019	0.001	0.08068	0.0005 8	1186	11	1195	11	1212	28
1.0693	0.0145	0.1151	0.0008	0.0674	0.0009 6	683	11	738	14	850	58
1.581	0.0207	0.1384	0.001	0.08288	0.001	822	12	963	16	1266	46

1.3218	0.0169	0.1368	0.0009	0.07008	0.0010 2	822	11	855	15	930	60
0.6231	0.006	0.0759	0.0003	0.05958	0.0005 8	469	3	492	8	588	42
0.8237	0.0078	0.091	0.0007	0.06565	0.0006 9	560	9	610	9	794	44
0.808	0.0051	0.0887	0.0003	0.06604	0.0004 5	543	4	601	6	806	28
0.6124	0.0044	0.0748	0.0003	0.05936	0.0004 7	463	4	485	6	580	34
0.616	0.0056	0.0723	0.0004	0.06179	0.0004 8	448	5	487	7	666	34
0.7175	0.0067	0.0694	0.0005	0.075	0.0005 3	424	7	549	8	1068	28
0.5733	0.0038	0.0728	0.0002	0.05715	0.0003 7	452	3	460	5	496	28
0.9512	0.009	0.0711	0.0003	0.09711	0.0009	422	6	679	9	1568	36
0.6415	0.0061	0.078	0.0004	0.05967	0.0006 1	482	5	503	8	590	44
0.6511	0.0077	0.0783	0.0003	0.0603	0.0007 2	486	4	509	9	614	50
1.8473	0.0168	0.1697	0.0008	0.07896	0.0007 6	1001	9	1062	12	1170	36
0.5647	0.0067	0.0726	0.0004	0.05639	0.0006 1	452	6	455	9	466	48
0.5659	0.008	0.0735	0.0004	0.05582	0.0007 8	457	5	455	10	444	60
1.287	0.0257	0.1299	0.0011	0.07189	0.0012 9	765	15	840	23	982	74
1.6569	0.0101	0.1661	0.0005	0.07236	0.0004 5	991	6	992	8	994	26
0.5738	0.006	0.0743	0.0003	0.05603	0.0005 4	463	4	460	8	452	44
1.9441	0.0247	0.1822	0.0011	0.07741	0.0009 8	1076	13	1096	17	1130	50
0.6582	0.0047	0.0721	0.0003	0.06622	0.0004 5	445	4	514	6	812	28
1.4925	0.0161	0.1518	0.0008	0.07132	0.0008 1	912	9	927	13	966	46
0.7233	0.0073	0.0737	0.0003	0.0712	0.0007 7	451	4	553	9	962	44
3.7626	0.026	0.2747	0.0012	0.09936	0.0006 2	1565	12	1585	11	1612	22
2.606	0.0305	0.2208	0.0012	0.08561	0.0010 4	1280	14	1302	17	1328	48
0.5832	0.0045	0.0747	0.0003	0.05662	0.0004	465	4	467	6	476	32
0.586	0.0064	0.0746	0.0004	0.05697	0.0006 3	463	5	468	8	490	48
2.0148	0.025	0.1821	0.001	0.08025	0.0010 1	1076	12	1121	17	1202	48
0.5703	0.0094	0.0743	0.0004	0.05567	0.0009 7	463	5	458	12	438	76
0.7428	0.0065	0.0764	0.0003	0.07055	0.0006 8	467	4	564	8	944	38
0.5804	0.0059	0.0741	0.0004	0.05677	0.0005 2	461	5	465	8	482	40
1.4563	0.0063	0.149	0.0004	0.0709	0.0002 6	895	5	912	5	954	16
2.2745	0.015	0.1832	0.0008	0.09004	0.0005	1077	9	1204	9	1426	22
0.8316	0.0063	0.0735	0.0003	0.08209	0.0006 5	444	5	615	7	1246	30
19.7945	0.0673	0.5925	0.0023	0.24231	0.0007 3	3000	19	3081	7	3134	8
0.9668	0.0079	0.1097	0.0005	0.0639	0.0004 8	671	6	687	8	738	32
1.7389	0.0144	0.1689	0.0006	0.07468	0.0006 3	1008	7	1023	11	1058	34
2.3	0.0455	0.1997	0.0013	0.08352	0.0015 9	1174	16	1212	28	1280	74
11.8614	0.0474	0.5024	0.0022	0.17123	0.0006 7	2628	19	2594	8	2568	14
0.8209	0.0069	0.098	0.0005	0.06076	0.0005 8	602	6	609	8	630	42
0.7168	0.0116	0.0871	0.0005	0.05967	0.0009 2	538	6	549	14	590	68
0.8922	0.0062	0.1045	0.0005	0.06194	0.0004 6	641	5	648	7	670	32
12.1767	0.0426	0.3512	0.0012	0.25151	0.0007	1940	11	2618	7	3194	10

4.1555	0.0258	0.2776	0.0012	0.10858	0.0007 3	1566	13	1665	10	1774	26
0.7059	0.0077	0.0851	0.0006	0.06015	0.0006 7	527	8	542	9	608	48
0.7968	0.01	0.0973	0.0005	0.05942	0.0007 8	599	6	595	11	582	58
1.2375	0.0099	0.134	0.0007	0.06697	0.0005 1	812	8	818	9	836	32
5.1402	0.0334	0.3057	0.002	0.12198	0.0005 9	1717	21	1843	11	1984	16
5.2714	0.0285	0.3356	0.0012	0.11394	0.0006 2	1869	13	1864	9	1862	20
1.8322	0.0114	0.1777	0.0009	0.07479	0.0004	1055	11	1057	8	1062	20
2.3866	0.0155	0.2049	0.0008	0.0845	0.0004 6	1198	8	1239	9	1304	22
1.3963	0.0101	0.14	0.0006	0.07235	0.0004 6	839	7	887	8	994	26
0.8567	0.0072	0.1022	0.0004	0.06078	0.0005 1	629	5	628	8	630	36
2.1772	0.0155	0.2012	0.0008	0.0785	0.0005 7	1184	10	1174	10	1158	28
0.9125	0.0115	0.1025	0.0006	0.06455	0.0007 7	627	7	658	12	758	50
4.4817	0.0134	0.302	0.0009	0.10763	0.0004 2	1699	10	1728	5	1758	14
1.2626	0.0758	0.0829	0.0007	0.11048	0.0051 4	483	14	829	68	1806	168
16.4658	0.7014	0.2202	0.0084	0.54224	0.0067 2	492	220	2904	82	4000	0
2.9584	0.0846	0.1496	0.0047	0.14347	0.0019 4	847	60	1397	43	2268	46
1.1146	0.0308	0.1	0.0008	0.08087	0.0021 5	604	12	760	30	1218	104
1.493	0.0094	0.1533	0.0007	0.07063	0.0003 7	919	8	928	8	946	20
0.5811	0.0035	0.0724	0.0003	0.05823	0.0003 7	450	4	465	4	538	28
0.6057	0.0072	0.0617	0.0003	0.07117	0.0008 8	380	5	481	9	962	50
1.8184	0.0156	0.1779	0.0007	0.07413	0.0006 6	1056	9	1052	11	1044	36
0.7705	0.0065	0.0872	0.0004	0.06408	0.0006 2	544	5	580	7	744	42
5.1702	0.0248	0.3317	0.001	0.11305	0.0004 7	1848	10	1848	8	1848	16
0.991	0.0076	0.1044	0.0005	0.06884	0.0004 9	639	6	699	8	892	30
1.9885	0.0169	0.1481	0.0015	0.09736	0.0015 2	875	18	1112	11	1574	58
1.7949	0.0179	0.149	0.0006	0.0874	0.0008 7	876	8	1044	13	1368	38
0.7303	0.0067	0.065	0.0003	0.08152	0.0008 8	395	5	557	8	1232	42
0.5968	0.0054	0.0753	0.0002	0.05748	0.0005 6	469	3	475	7	508	42
0.5218	0.0078	0.0685	0.0004	0.05524	0.0008	434	7	426	10	422	66
0.6861	0.0096	0.0842	0.0004	0.05913	0.0007 9	521	6	530	12	570	58
0.8589	0.0071	0.1016	0.0005	0.06134	0.0005 9	624	7	630	8	650	40
0.8772	0.0113	0.1009	0.0005	0.06304	0.0009 3	620	6	639	12	708	64
13.6093	0.049	0.5241	0.0023	0.18836	0.0006 8	2710	21	2723	7	2726	12
0.8556	0.0076	0.0971	0.0006	0.06392	0.0006 2	597	7	628	8	738	40
1.0863	0.0086	0.1221	0.0004	0.06451	0.0004 9	742	5	747	8	758	32
0.9907	0.0141	0.1032	0.0007	0.06964	0.0011	626	9	699	14	916	66
0.8459	0.0087	0.1008	0.0004	0.06089	0.0006 2	621	5	622	10	634	44
0.4393	0.0066	0.0534	0.0003	0.05968	0.0008 9	334	4	370	9	592	66
0.9478	0.0181	0.0832	0.0012	0.08259	0.0024 9	500	16	677	19	1258	118
1.1595	0.0256	0.1246	0.0007	0.06749	0.0011 5	754	9	782	24	852	72
1.8269	0.011	0.1456	0.0006	0.09099	0.0005 6	885	8	1055	8	1446	24

2.1608	0.0212	0.1905	0.001	0.08227	0.00079	1122	12	1169	14	1250	38
0.7177	0.0093	0.0872	0.0004	0.05967	0.00083	539	5	549	11	590	60
8.2825	0.0654	0.3321	0.0024	0.1809	0.00166	1822	28	2262	14	2660	32
0.6537	0.0093	0.0824	0.0004	0.05755	0.00079	511	6	511	11	512	62
2.2611	0.0154	0.2037	0.0008	0.0805	0.00049	1195	10	1200	10	1208	24
0.4169	0.0042	0.056	0.0002	0.05398	0.00062	352	3	354	6	370	52
0.8675	0.0107	0.1016	0.0004	0.06192	0.00074	623	6	634	12	670	52
1.0567	0.0123	0.1165	0.0005	0.06581	0.00083	709	7	732	12	800	54
0.5859	0.0057	0.0736	0.0004	0.05772	0.00055	459	5	468	7	518	42
0.6278	0.007	0.0783	0.0004	0.05819	0.00066	485	5	495	9	536	50
1.9772	0.0091	0.1581	0.0006	0.09068	0.00052	918	9	1108	6	1438	22
1.7427	0.0197	0.1646	0.0011	0.07677	0.0009	973	14	1024	15	1114	48
1.5557	0.0219	0.1534	0.0013	0.07355	0.00088	918	16	953	17	1028	48
1.6096	0.0106	0.1578	0.0006	0.074	0.00046	943	7	974	8	1040	26
1.2409	0.045	0.1332	0.0012	0.06758	0.00219	801	16	819	41	854	134
0.8582	0.0094	0.0992	0.0006	0.06278	0.00082	608	7	629	10	700	56
0.9372	0.0378	0.1048	0.0008	0.06487	0.00288	640	11	671	40	770	188
5.9463	0.0416	0.3579	0.0017	0.1205	0.00081	1974	19	1968	12	1962	24
2.337	0.0236	0.203	0.0009	0.08352	0.00071	1190	10	1224	14	1280	32
7.712	0.0671	0.3538	0.0029	0.15812	0.00059	1936	31	2198	16	2434	12
1.903	0.0124	0.1801	0.0009	0.07662	0.00056	1065	10	1082	9	1110	28
0.7442	0.0258	0.0887	0.0009	0.06085	0.0022	546	11	565	30	632	156
0.8468	0.007	0.0908	0.0003	0.06768	0.00057	554	5	623	8	858	34
0.7051	0.0113	0.0868	0.0006	0.05893	0.00098	536	7	542	13	564	74
0.7766	0.0077	0.0917	0.0005	0.06142	0.00073	566	6	584	9	652	50
0.4342	0.0066	0.0572	0.0002	0.05508	0.00089	358	3	366	9	414	72
0.4184	0.0033	0.0564	0.0002	0.05377	0.00042	352	3	355	5	360	36
0.6183	0.0098	0.0766	0.0004	0.05852	0.00105	476	6	489	12	548	80
0.8187	0.009	0.0966	0.0005	0.06146	0.00061	593	6	607	10	654	44
0.8782	0.0056	0.1022	0.0004	0.06234	0.00043	627	5	640	6	684	30
1.4725	0.0141	0.1485	0.0009	0.0719	0.00079	889	11	919	12	982	44
0.8903	0.0112	0.0916	0.0004	0.07052	0.00089	559	6	647	12	942	52
1.9295	0.0125	0.1826	0.0005	0.07664	0.00055	1082	6	1091	9	1110	30
5.4985	0.0302	0.3392	0.0013	0.11758	0.00061	1882	14	1900	9	1918	18

Anexo 12.2 Datos isotópicos U-Pb de circones detríticos de la Formación Cosoltepec en la Unidad La Salada en las muestras de metapsamita y dique granítico, de Morales-Gómez et al. (2008).

U (ppm)	²⁰⁶ Pb/ ²⁰⁴ Pb	U/Th	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	error 2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	error 2σ	²⁰⁶ Pb/ ²⁰⁷ Pb	error 2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	± (Ma) 2σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	± (Ma) 2σ	²⁰⁶ Pb/ ²⁰⁷ Pb	± (Ma) 2σ	Mejor edad (Ma)	± (Ma) 2σ
87	3831	3.4	0.9034	2.7	0.1067	2.2	16.2853	1.5	653.6	13.9	653.5	13.1	653.4	32.7	653.6	13.9

346	18353	1.9	1.0173	2.5	0.1158	2.1	15.6953	1.3	706.3	14.3	712.5	12.7	732.1	26.8	706.3	14.3
289	19623	3.3	1.3582	6.5	0.1232	5.8	12.5018	2.8	748.7	41.2	871.1	38	1196.7	56.2	748.7	41.2
192	46857	4.9	1.2247	2	0.1288	1.7	14.5024	1	781.1	12.4	811.9	11	897.3	20.9	781.1	12.4
112	21621	5.4	1.2592	2.4	0.1368	1.9	14.9834	1.3	826.8	15.1	827.6	13.4	829.7	28.1	826.8	15.1
131	15423	3	1.3797	2.9	0.1373	2.4	13.7215	1.6	829.4	18.3	880.3	16.9	1010.6	33.2	829.4	18.3
274	19381	98.6	1.3515	5.6	0.1382	5.4	14.0994	1.2	834.5	42.5	868.2	32.4	955.2	24	834.5	42.5
109	5665	3.4	1.4014	1.7	0.148	1.1	14.5613	1.3	889.7	8.7	889.5	10.1	889	27.6	889.7	8.7
636	18137	5.6	1.5609	2.7	0.1497	1.6	13.2191	2.2	899	13	954.8	16.8	1085.8	44.7	899	13
187	9763	3.1	1.5951	3.1	0.1498	2.3	12.9471	2.1	899.7	19.1	968.3	19.5	1127.3	42.7	899.7	19.1
397	24676	5	1.5678	3.1	0.1515	2.5	13.3246	1.8	909.4	20.8	957.6	19	1069.8	37.1	909.4	20.8
58	5024	2.8	1.4927	3.1	0.1525	1	14.085	3	914.9	8.5	927.4	19.1	957.3	60.7	914.9	8.5
177	4193	2.2	1.928	4.5	0.1587	1.2	11.3462	4.3	949.3	10.8	1090.8	30.2	1385.4	83.4	949.3	10.8
480	35465	6.5	1.628	2.5	0.1589	1.3	13.4547	2.1	950.4	11.8	981.1	15.6	1050.2	42.1	950.4	11.8
246	12385	2	1.6419	3	0.1607	2.1	13.4984	2.1	960.9	19.1	986.5	19	1043.7	42.6	960.9	19.1
329	30909	9.2	1.6288	1.6	0.1632	1.2	13.8156	1	974.6	10.7	981.4	9.8	996.7	20.7	974.6	10.7
458	98167	3.8	1.7141	1.7	0.1641	1	13.2028	1.4	979.7	9.1	1013.8	11	1088.2	27.9	979.7	9.1
138	17839	2.2	1.6729	2.3	0.1659	2.1	13.6746	1	989.6	18.9	998.3	14.6	1017.5	20.5	989.6	18.9
273	29780	1.8	1.6814	1.8	0.1668	1.5	13.6819	1	994.7	13.5	1001.5	11.4	1016.4	20.7	994.7	13.5
85	9158	3	1.6787	2.2	0.1672	1.5	13.7316	1.6	996.6	13.5	1000.5	14	1009.1	33.4	996.6	13.5
113	19769	2.1	1.7357	1.5	0.1675	1	13.3061	1.1	998.4	9.2	1021.9	9.5	1072.6	21.7	998.4	9.2
486	51882	4.2	1.7822	2.6	0.1677	1	12.9755	2.4	999.5	9.3	1039	17	1122.9	48.3	999.5	9.3
195	16445	2.9	1.8003	1.9	0.1698	1.5	13.003	1.3	1010.9	13.8	1045.6	12.7	1118.7	25.1	1010.9	13.8
277	25561	2.3	1.718	5.3	0.1699	2.9	13.6386	4.4	1011.8	27.4	1015.3	33.9	1022.8	88.8	1011.8	27.4
363	31138	4.8	1.8211	3.1	0.1708	2.8	12.9335	1.5	1016.7	26.1	1053.1	20.6	1129.4	29.8	1016.7	26.1
124	18906	2	1.7958	1.5	0.1725	1.1	13.2416	1	1025.7	10.2	1043.9	9.6	1082.3	20.3	1025.7	10.2
101	16041	2.3	1.7877	3.1	0.1725	1	13.3011	2.9	1025.7	9.5	1041	20.2	1073.4	58.8	1025.7	9.5
131	21881	2.4	1.8771	4.4	0.1726	3.6	12.6799	2.5	1026.5	33.9	1073	28.8	1168.7	49.3	1026.5	33.9
347	47267	4.9	1.8573	1.8	0.1733	1	12.8682	1.5	1030.5	9.5	1066	11.9	1139.5	29.7	1030.5	9.5
344	35890	2.5	1.7726	3.3	0.1737	3	13.5116	1.3	1032.5	28.3	1035.5	21.1	1041.7	26.9	1032.5	28.3
152	30646	3	1.7868	2	0.1739	1.7	13.4189	1	1033.5	15.9	1040.6	12.8	1055.6	20.7	1033.5	15.9
202	24628	3.2	1.8118	3.4	0.1745	3.1	13.2826	1.3	1037.1	29.8	1049.7	22.2	1076.1	27	1037.1	29.8

605	31139	2.4	1.938	3.3	0.177	3.1	12.5906	1.1	1050.4	29.9	1094.3	21.8	1182.7	21	1050.4	29.9
219	35412	2	1.7889	2.1	0.1772	1.4	13.6554	1.5	1051.5	13.9	1041.4	13.6	1020.3	30.9	1051.5	13.9
553	25956	5.1	1.9137	1.4	0.1773	1	12.7765	1	1052.4	9.7	1085.9	9.5	1153.7	20	1052.4	9.7
216	24885	8.8	1.9658	2.1	0.1787	1.7	12.5332	1.3	1059.8	16.5	1103.9	14.2	1191.7	25	1059.8	16.5
423	20096	5.4	1.955	2.2	0.1796	1.1	12.665	1.9	1064.6	10.6	1100.2	14.5	1171.1	37.1	1064.6	10.6
120	17895	2.8	1.9341	3.2	0.1798	1	12.818	3	1065.9	9.8	1093	21.4	1147.2	60.4	1065.9	9.8
75	7642	2.2	1.9092	3.8	0.1807	2.3	13.0505	3.1	1070.9	22.5	1084.3	25.5	1111.4	61.4	1070.9	22.5
123	11014	3.7	1.9746	2.1	0.1823	1.3	12.726	1.7	1079.3	13.2	1106.9	14.3	1161.5	32.9	1079.3	13.2
252	21085	3.8	1.9726	3.2	0.1837	1.7	12.843	2.7	1087.4	16.8	1106.2	21.6	1143.4	54.1	1087.4	16.8
34	5518	2.9	1.9495	4.5	0.1844	4.1	13.0435	1.9	1091.1	41.3	1098.3	30.3	1112.5	37.3	1091.1	41.3
771	46870	4.2	1.9654	3.2	0.1854	2.9	13.0084	1.5	1096.5	28.8	1103.7	21.8	1117.9	30.1	1096.5	28.8
540	46958	3.7	2.0019	2	0.1858	1.4	12.8003	1.4	1098.9	14.2	1116.2	13.2	1150	26.8	1098.9	14.2
1022	34300	7.8	2.1404	3.7	0.1865	3.5	12.0125	1.2	1102.3	35.2	1162	25.4	1275	23.3	1102.3	35.2
382	67371	5.2	1.9632	2.2	0.187	1.9	13.1345	1.1	1105.2	19	1103	14.5	1098.6	21.5	1105.2	19
153	5853	3	2.2112	2.9	0.1873	2.6	11.6814	1.3	1106.9	26.9	1184.6	20.5	1329.3	24.6	1106.9	26.9
446	63688	3	1.9795	1.7	0.1878	1	13.0781	1.3	1109.2	10.2	1108.5	11.1	1107.2	26.2	1109.2	10.2
72	2737	1.9	2.2818	2.3	0.1908	1	11.5285	2.1	1125.6	10.3	1206.7	16.3	1354.7	40.2	1125.6	10.3
197	23136	3.8	2.0671	1.7	0.1919	1	12.8025	1.3	1131.8	10.4	1138	11.4	1149.6	26.5	1131.8	10.4
256	22274	8.2	2.1707	2.1	0.1929	1.1	12.2515	1.8	1136.9	10.9	1171.7	14.4	1236.5	35	1136.9	10.9
202	10877	2.8	2.1001	4.3	0.193	4.2	12.674	1.1	1137.8	43.9	1148.8	29.9	1169.7	20.9	1137.8	43.9
528	44976	3	2.0977	1.4	0.1934	1	12.7143	1	1140	10.4	1148.1	9.7	1163.4	19.9	1140	10.4
440	38316	2	2.074	2.4	0.1937	2.1	12.8758	1.2	1141.2	21.9	1140.2	16.5	1138.3	24	1141.2	21.9
167	14957	1.2	2.2233	2	0.1938	1	12.0179	1.7	1141.9	10.5	1188.4	14	1274.1	33.7	1141.9	10.5
177	19048	3.6	2.078	2.9	0.195	1	12.9378	2.7	1148.3	10.5	1141.6	19.6	1128.7	53.4	1148.3	10.5
272	15320	4	2.357	3.8	0.1953	3.5	11.4262	1.5	1150.2	36.4	1229.7	26.9	1371.9	29.1	1150.2	36.4
191	13063	2.2	2.1185	1.4	0.1957	1	12.7363	1	1152.1	10.6	1154.9	9.8	1159.9	20	1152.1	10.6

486	68221	4.1	2.1206	4	0.1959	3.8	12.7402	1.2	1153.5	39.8	1155.5	27.3	1159.3	23.8	1153.5	39.8
323	164420	2.2	2.129	2.3	0.1969	1.9	12.7548	1.3	1158.9	20.4	1158.3	16	1157.1	25.4	1158.9	20.4
470	51872	1.6	2.182	2.7	0.1971	2	12.4537	1.8	1159.6	21	1175.3	18.8	1204.3	36.3	1159.6	21
46	5500	2.6	2.1617	5.1	0.1975	4.3	12.5956	2.8	1161.8	45.2	1168.8	35.5	1181.9	56.2	1161.8	45.2
224	31485	3.6	2.2194	1.9	0.1988	1.6	12.3521	1	1169	17.2	1187.2	13.3	1220.4	20.1	1169	17.2
166	18247	1.6	2.1841	2.5	0.1991	1	12.5661	2.3	1170.2	10.7	1176	17.7	1186.6	46.1	1170.2	10.7
145	32367	3.9	2.1527	2.3	0.2001	1.8	12.8189	1.5	1176.1	19.2	1165.9	16	1147.1	29	1176.1	19.2
386	108284	2.8	2.1773	2.1	0.2002	1.9	12.6763	1	1176.3	20.4	1173.8	14.9	1169.3	19.8	1176.3	20.4
48	9781	3.3	2.2084	2.2	0.2003	1.1	12.5041	1.9	1176.8	11.9	1183.7	15.3	1196.3	37.1	1176.8	11.9
25	2661	1.5	2.2035	2.6	0.2003	1.3	12.5349	2.3	1177.1	13.9	1182.2	18.2	1191.5	44.6	1177.1	13.9
151	25109	5.8	2.2198	2.3	0.2012	1	12.4996	2.1	1181.9	10.8	1187.3	16.4	1197	41.7	1181.9	10.8
281	46040	3	2.3018	1.4	0.202	1	12.1002	1	1186.1	10.8	1212.9	10	1260.8	19.6	1186.1	10.8
211	25498	2.4	2.2487	1.4	0.203	1	12.4448	1	1191.2	10.9	1196.4	10	1205.7	19.8	1191.2	10.9
132	33440	3.5	2.3231	2	0.2039	1.7	12.1008	1.1	1196.1	18.7	1219.4	14.4	1260.7	21.1	1196.1	18.7
355	47759	3.9	2.4503	1.7	0.2039	1	11.4758	1.4	1196.5	10.9	1257.5	12.2	1363.6	26.4	1196.5	10.9
150	25142	2.6	2.2355	1.4	0.2046	1	12.6213	1	1200.1	11	1192.2	9.9	1177.9	19.8	1200.1	11
124	26948	2.7	2.2828	1.6	0.2058	1.1	12.432	1.1	1206.6	12.5	1207	11.3	1207.7	22	1206.6	12.5
78	11699	2.9	2.3866	2	0.2065	1	11.9294	1.8	1210.1	11	1238.6	14.5	1288.5	34.3	1210.1	11
115	11574	2.1	2.3127	1.6	0.2065	1	12.3138	1.3	1210.4	11	1216.2	11.6	1226.5	25.6	1210.4	11
149	4830	3	2.4977	1.6	0.2067	1.2	11.4087	1.1	1211	12.7	1271.4	11.8	1374.9	22.1	1211	12.7
106	14891	1.1	2.3225	2	0.2081	1	12.353	1.8	1218.6	11.1	1219.2	14.3	1220.3	34.5	1218.6	11.1
121	28143	2.4	2.3623	1.4	0.2084	1	12.1624	1	1220.2	11.1	1231.3	10.1	1250.8	19.7	1220.2	11.1
161	19011	3.1	2.3247	1.5	0.2086	1	12.3723	1.1	1221.4	11.1	1219.9	10.3	1217.2	20.7	1221.4	11.1
168	22899	3.2	2.3335	2	0.2124	1.6	12.5493	1.3	1241.5	17.5	1222.5	14.4	1189.2	25.7	1241.5	17.5
129	26729	3.1	2.3826	2	0.2136	1	12.3585	1.7	1247.7	11.3	1237.4	14.3	1219.4	34	1247.7	11.3
251	28774	5.7	2.4102	2.6	0.2154	2.4	12.3219	1	1257.5	27.3	1245.6	18.6	1225.2	19.8	1257.5	27.3
93	18891	3	2.4793	1.7	0.2158	1	11.9987	1.3	1259.4	11.4	1266	12.1	1277.2	26.2	1259.4	11.4

220	22685	2.4	2.5829	3.4	0.2169	1.6	11.5765	3	1265.3	17.9	1295.8	24.6	1346.7	57.4	1265.3	17.9
93	14173	2.8	2.716	2.9	0.2201	1	11.1735	2.7	1282.4	11.6	1332.8	21.5	1414.8	52.1	1282.4	11.6
464	48287	2	2.5364	2	0.2213	1.7	12.0292	1	1288.6	20.1	1282.5	14.5	1272.3	19.5	1288.6	20.1
184	20065	1.9	2.6841	3.7	0.2269	2.1	11.6555	3	1318.2	25.3	1324.1	27.3	1333.6	58.5	1318.2	25.3
123	32315	3.1	2.8112	2.9	0.23	2.3	11.282	1.6	1334.7	28.2	1358.5	21.4	1396.3	31.3	1334.7	28.2
75	11923	2.7	2.7951	2.6	0.2304	1.1	11.3668	2.3	1336.7	12.8	1354.2	19.1	1381.9	44.8	1336.7	12.8
505	30843	4	2.8665	3.5	0.234	1	11.2567	3.4	1355.6	12.2	1373.2	26.5	1400.6	64.8	1355.6	12.2
104	13755	3.4	2.8904	2.2	0.2353	1.3	11.2234	1.8	1362.1	16.2	1379.4	16.6	1406.3	33.7	1362.1	16.2
562	54692	4.4	2.922	2.1	0.2403	1.9	11.3375	1	1388.1	23.6	1387.6	16.2	1386.9	19.2	1388.1	23.6
117	26393	1.8	3.3863	2.2	0.267	1	10.8698	1.9	1525.4	13.6	1501.2	16.9	1467.3	36.3	1525.4	13.6
159	41582	1.7	3.5234	3.2	0.2674	2.7	10.4637	1.7	1527.5	36.9	1532.5	25.2	1539.3	31.7	1527.5	36.9
274	53385	1.2	3.7125	2	0.2696	1	10.0125	1.8	1538.7	13.7	1574.1	16.2	1621.7	32.8	1538.7	13.7
85	26183	3	4.7058	2.9	0.2988	2.5	8.7534	1.5	1685.1	36.5	1768.3	24.1	1867.9	26.9	1685.1	36.5
145	44013	1.1	4.4317	4.2	0.3114	1.7	9.6879	3.8	1747.5	25.9	1718.3	34.6	1682.8	70.4	1747.5	25.9

Anexo 13. Datos isotópicos U-Pb de circones detríticos de la Formación Cosoltepec en la Unidad Zacango en las muestras de gneiss de alto grado, de Ortega-Obregón et al. (2009).

U (ppm)	²⁰⁶ Pb/ ²⁰⁴ Pb	U/Th	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	error 26	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	error 26	²⁰⁶ Pb/ ²⁰⁷ Pb	error 26	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	± (Ma) 26	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	± (Ma) 26	²⁰⁶ Pb/ ²⁰⁷ Pb	± (Ma) 26	Mejor edad (Ma)	± (Ma) 26
561	108302	16.8	1.5961	1.4	0.1623	1	14.0184	1	969.4	9	968.7	8.8	967	20.5	969.4	9
439	137676	18.1	1.6704	1.7	0.1694	1	13.9804	1.4	1008.6	9.3	997.3	10.8	972.5	28	1008.6	9.3
111	24572	1.3	1.8047	2.9	0.1715	1.5	13.0995	2.5	1020.1	14.2	1047.2	19.2	1104	50.6	1020.1	14.2
351	184256	4	1.7159	1.4	0.1721	1	13.8289	1	1023.7	9.5	1014.5	9.1	994.7	20.3	1023.7	9.5
45	7036	1.1	1.8768	1.9	0.1818	1.4	13.3525	1.3	1076.6	13.8	1072.9	12.4	1065.6	25.4	1076.6	13.8
75	8423	2.3	1.9342	1.6	0.1857	1	13.2404	1.2	1098.2	10.1	1093	10.5	1082.5	24.1	1098.2	10.1
251	20538	2.8	2.0295	3.5	0.1868	3.2	12.6922	1.3	1104.1	32.7	1125.4	23.5	1166.8	25.1	1104.1	32.7
192	21461	2.2	2.0287	1.5	0.1871	1.1	12.7193	1	1105.9	11.2	1125.2	10.1	1162.6	19.9	1105.9	11.2
252	44450	3.7	1.9897	3.6	0.1875	3.4	12.9962	1	1108.1	34.7	1112	24	1119.8	20	1108.1	34.7

50	6797	1.7	1.9966	2.5	0.1876	1.2	12.9572	2.2	1108.5	12.6	1114.4	16.9	1125.8	43.2	1108.5	12.6
251	36260	1.8	2.0121	1.6	0.1888	1	12.9354	1.3	1114.7	10.2	1119.6	11	1129.1	25.3	1114.7	10.2
1290	181311	17.8	1.968	3.7	0.1893	3.6	13.2615	1.1	1117.5	36.8	1104.6	25.2	1079.3	21.5	1117.5	36.8
502	86916	1.8	2.0434	1.4	0.1903	1	12.843	1	1123.2	10.3	1130.1	9.7	1143.4	20.1	1123.2	10.3
123	21691	1.5	2.0661	1.6	0.1914	1.2	12.7755	1	1129.2	12.4	1137.7	10.7	1153.8	20.1	1129.2	12.4
434	38972	3.9	2.1543	1.8	0.1916	1.1	12.262	1.4	1130	11	1166.5	12.3	1234.8	27.9	1130	11
167	41970	2.7	2.1245	2.7	0.1922	2.4	12.4731	1.3	1133.2	24.7	1156.8	18.8	1201.2	26.1	1133.2	24.7
16	2453	0.9	2.1961	6.2	0.1937	1	12.1589	6.1	1141.2	10.5	1179.8	43.4	1251.3	120.3	1141.2	10.5
212	65837	2.5	2.0721	1.4	0.1947	1	12.9537	1	1146.7	10.5	1139.6	9.7	1126.3	20	1146.7	10.5
164	32303	2.1	2.138	1.4	0.1949	1	12.5676	1	1147.7	10.5	1161.2	9.9	1186.3	20.3	1147.7	10.5
143	26500	1.9	2.1372	5.6	0.1958	3.6	12.6291	4.3	1152.5	37.6	1160.9	38.9	1176.7	85.9	1152.5	37.6
33	12665	1.6	2.132	1.9	0.1963	1	12.6968	1.6	1155.5	10.6	1159.2	13.3	1166.1	32.6	1155.5	10.6
116	22957	2.2	2.1746	1.5	0.1967	1.1	12.4736	1	1157.7	11.4	1173	10.3	1201.1	20	1157.7	11.4
38	12350	1.6	2.1514	2.2	0.1979	1.4	12.6851	1.6	1164.2	15.2	1165.5	15.1	1167.9	32.4	1164.2	15.2
569	75976	1.6	2.1324	1.6	0.1983	1.2	12.8201	1	1166	13	1159.3	10.9	1146.9	19.9	1166	13
58	22778	3.6	2.1569	1.7	0.1983	1	12.6754	1.4	1166.1	10.7	1167.3	12	1169.4	27.9	1166.1	10.7
168	32577	2.5	2.1459	2.3	0.1983	2	12.743	1.1	1166.3	21.8	1163.7	15.9	1158.9	21.1	1166.3	21.8
57	14789	3.7	2.1609	2.2	0.1984	1	12.6565	2	1166.5	10.7	1168.6	15.6	1172.4	39.8	1166.5	10.7
727	104320	2.8	2.1111	1.4	0.1984	1	12.9607	1	1166.9	10.7	1152.4	9.7	1125.2	19.9	1166.9	10.7
58	11840	2	2.1834	2	0.1997	1	12.6106	1.7	1173.7	10.7	1175.8	13.6	1179.6	33.2	1173.7	10.7
134	26798	1.8	2.1711	4.2	0.2	2	12.7014	3.7	1175.3	21.1	1171.8	29	1165.4	73	1175.3	21.1
127	52770	2.5	2.2053	1.5	0.2003	1	12.5225	1.1	1176.9	10.8	1182.7	10.2	1193.4	21.1	1176.9	10.8
638	153346	4.4	2.1562	1.4	0.2003	1	12.8096	1	1177	10.9	1167	9.9	1148.6	19.9	1177	10.9
70	25688	2.1	2.2961	2.3	0.2003	1.8	12.0294	1.5	1177.1	19	1211.1	16.2	1272.2	28.5	1177.1	19
69	14876	1.5	2.2172	2.6	0.2004	1.5	12.4609	2.2	1177.4	15.7	1186.5	18.4	1203.2	43.1	1177.4	15.7
819	268220	4.2	2.1872	1.4	0.2006	1	12.6464	1	1178.6	10.8	1177	10	1174	20.4	1178.6	10.8
70	12221	1.9	2.1831	1.5	0.2006	1	12.6704	1.1	1178.6	10.8	1175.7	10.1	1170.2	20.9	1178.6	10.8

50	18467	2.6	2.2449	1.9	0.2019	1.3	12.4022	1.4	1185.7	14	1195.2	13.4	1212.4	27.6	1185.7	14
78	26055	2.4	2.2644	1.5	0.2021	1	12.3079	1.1	1186.8	10.8	1201.3	10.2	1227.4	20.7	1186.8	10.8
140	36164	7.8	2.4972	5.8	0.2024	1.5	11.175	5.6	1188.2	16.3	1271.2	42.4	1414.6	108	1188.2	16.3
159	35636	3.2	2.2175	1.4	0.2027	1	12.6015	1	1189.6	10.9	1186.6	10	1181	20.2	1189.6	10.9
235	46690	2.6	2.2739	1.6	0.2031	1.2	12.3149	1	1191.9	13.2	1204.2	11.1	1226.3	19.7	1191.9	13.2
193	47131	2.3	2.3027	1.4	0.2035	1	12.1841	1	1194	10.9	1213.1	10	1247.3	19.6	1194	10.9
76	15054	2.2	2.2867	1.5	0.2038	1	12.2901	1.1	1195.8	10.9	1208.2	10.6	1230.3	21.9	1195.8	10.9
25	5671	2.4	2.244	2.8	0.2039	2.5	12.5291	1.1	1196.3	27.5	1194.9	19.3	1192.4	21.8	1196.3	27.5
101	29684	1.3	2.3321	2.3	0.2041	1.6	12.0666	1.6	1197.3	17.8	1222.1	16.4	1266.2	31.9	1197.3	17.8
321	54867	2.1	2.3088	1.9	0.2044	1	12.2064	1.7	1198.9	10.9	1215	13.7	1243.7	32.3	1198.9	10.9
334	126791	4.3	2.2352	2.5	0.2061	2.3	12.7156	1	1208.2	25.1	1192.1	17.5	1163.2	19.9	1208.2	25.1
170	126984	1.9	2.263	1.9	0.2063	1	12.5666	1.6	1208.8	11	1200.9	13.2	1186.5	31.4	1208.8	11
80	14084	2	2.3146	1.9	0.2063	1.6	12.2905	1	1209.2	17.9	1216.8	13.6	1230.2	20.2	1209.2	17.9
162	27208	1.9	2.2421	1.4	0.207	1	12.7301	1	1212.9	11.1	1194.3	10	1160.9	20	1212.9	11.1
47	10417	1.9	2.299	1.9	0.2071	1	12.422	1.6	1213.5	11.1	1212	13.4	1209.3	31.8	1213.5	11.1
67	37392	1.5	2.3438	2.1	0.2072	1.7	12.191	1.3	1214.1	18.5	1225.7	15	1246.2	25.2	1214.1	18.5
140	33332	1	2.3444	2.6	0.2076	2.4	12.2088	1	1215.9	26.3	1225.8	18.3	1243.3	19.8	1215.9	26.3
80	63460	2.8	2.3536	1.7	0.2076	1.3	12.1616	1.2	1216	14.2	1228.6	12.4	1250.9	22.9	1216	14.2
169	57346	2.7	2.2821	1.4	0.2077	1	12.5467	1	1216.4	11.1	1206.8	10	1189.6	19.9	1216.4	11.1
246	27786	0.5	2.273	2	0.2081	1	12.6264	1.8	1218.9	11.2	1203.9	14.4	1177.1	35.2	1218.9	11.2
88	28962	2.7	2.3333	2	0.2082	1.3	12.3005	1.6	1219	14.4	1222.5	14.6	1228.6	31.1	1219	14.4
81	15433	2.1	2.3992	1.9	0.2087	1.4	11.9925	1.3	1221.8	15.8	1242.4	14	1278.2	26	1221.8	15.8
92	17906	2.4	2.3994	1.8	0.2088	1.3	11.9965	1.3	1222.2	13.9	1242.4	12.7	1277.6	24.6	1222.2	13.9
200	56055	3.2	2.3496	2.7	0.2108	2.5	12.3684	1	1232.9	28.2	1227.4	19.3	1217.8	19.7	1232.9	28.2
59	11055	2.2	2.4061	2.4	0.2111	1	12.0989	2.2	1234.8	11.2	1244.4	17.6	1261	43.6	1234.8	11.2
55	23154	2.1	2.4109	2	0.2117	1.3	12.1087	1.5	1238	14.6	1245.9	14	1259.4	28.6	1238	14.6
119	29527	2.7	2.3515	3.3	0.2125	2.8	12.4621	1.7	1242.3	31.8	1228	23.3	1203	32.8	1242.3	31.8
61	14570	1.5	2.4235	1.9	0.2132	1.6	12.132	1	1246.1	17.7	1249.6	13.5	1255.7	20.3	1246.1	17.7

65	1721 3	2. 2	2.46 31	2.4	0.21 47	1	12.01 92	2.1	1253 .8	11.4	1261 .3	17	1273.9	41.6	12 53. 8	11.4
10 4	1414 66	2. 5	2.58 27	1.8	0.21 7	1.3	11.58 35	1.2	1265 .9	15.1	1295 .7	13.2	1345.6	23.8	12 65. 9	15.1
18 2	4375 9	3. 4	2.56 28	1.7	0.21 9	1	11.78 35	1.4	1276 .7	11.6	1290 .1	12.5	1312.4	27	12 76. 7	11.6
20 8	6750 5	2. 8	2.58 85	1.4	0.22 19	1	11.81 93	1	1291 .9	11.7	1297 .4	10.4	1306.5	19.4	12 91. 9	11.7
82	1849 6	2. 7	2.61 46	2.3	0.22 29	2.1	11.75 36	1	1297 .1	24.4	1304 .8	17	1317.4	19.8	12 97. 1	24.4
29 4	1012 80	1. 7	2.54 89	2.2	0.22 3	1.7	12.06 21	1.4	1297 .6	20.3	1286 .1	16.3	1266.9	27.6	12 97. 6	20.3
23 2	4631 5	1. 3	2.68 28	1.5	0.23 06	1.1	11.84 9	1	1337 .4	13.6	1323 .7	11.2	1301.7	19.5	13 37. 4	13.6
46 6	8950 2	11 5. 3	2.76 44	1.4	0.23 1	1	11.52 06	1	1339 .6	12.1	1346	10.5	1356.1	19.3	13 39. 6	12.1
90	4404 1	2. 2	2.78 73	2.3	0.23 36	1.7	11.55 56	1.6	1353 .3	20.4	1352 .1	17.2	1350.2	30.6	13 53. 3	20.4
46 7	1028 30	18 .2	2.88 5	4.1	0.23 45	1.2	11.20 82	3.9	1358 .1	14.9	1378	30.7	1408.9	74.3	13 58. 1	14.9
15 6	2423 7	2. 9	2.99 26	1.8	0.24 24	1.5	11.16 87	1.1	1399 .2	18.6	1405 .7	13.9	1415.6	20.4	13 99. 2	18.6
36 2	7347 3	1. 9	3.08 55	1.9	0.24 41	1.2	10.90 93	1.5	1408 .1	14.9	1429 .1	14.4	1460.4	27.8	14 08. 1	14.9
38	1035 9	1. 3	3.25 58	2.8	0.25 39	1.4	10.75 39	2.4	1458 .7	18.7	1470 .6	21.9	1487.7	46	14 58. 7	18.7
16 3	4549 9	3. 6	3.24 05	1.6	0.25 67	1.2	10.92 41	1	1473 .1	15.7	1466 .9	12.1	1457.9	19.1	14 73. 1	15.7
26 5	4123 4	1. 8	3.42 94	1.4	0.26 02	1	10.46 04	1	1490 .7	13.3	1511 .1	11.1	1539.9	18.9	14 90. 7	13.3
34 6	9731 6	2. 9	3.32 18	1.7	0.26 1	1	10.83 42	1.3	1495 .1	13.3	1486 .2	12.9	1473.5	25	14 95. 1	13.3
25 3	7607 5	2. 4	3.37 14	1.4	0.26 24	1	10.72 98	1	1501 .9	13.4	1497 .8	11.1	1491.9	18.9	15 01. 9	13.4
14 3	3412 5	3	3.43 22	1.5	0.26 53	1.2	10.65 91	1	1517 .1	15.7	1511 .8	12.1	1504.4	18.9	15 17. 1	15.7
25 7	5019 0	0. 8	3.52 94	1.7	0.26 55	1.3	10.37 19	1.1	1517 .9	17.6	1533 .8	13.6	1555.8	21	15 17. 9	17.6
34 3	6610 3	1. 8	3.39 39	1.8	0.26 56	1.5	10.79 01	1	1518 .4	19.8	1503	13.9	1481.3	19	15 18. 4	19.8
47 9	9016 6	8. 2	3.47 43	1.6	0.26 8	1.3	10.63 65	1	1530 .8	17.6	1521 .4	12.9	1508.4	18.9	15 30. 8	17.6
29 3	3941 8	1. 5	3.63 1	1.7	0.26 94	1.2	10.23 16	1.2	1538	16.4	1556 .3	13.2	1581.4	21.5	15 38	16.4
54	1915 4	1. 9	3.71 49	2.4	0.27 35	2	10.15 01	1.3	1558 .4	27.8	1574 .6	19.1	1596.3	24.2	15 58. 4	27.8
25 0	5072 5	2. 9	3.62 28	1.5	0.27 4	1	10.42 94	1.1	1561 .2	13.9	1554 .5	11.8	1545.5	20.5	15 61. 2	13.9
19 0	8602 3	2. 2	3.61 11	1.4	0.27 5	1	10.49 85	1	1565 .9	13.9	1552	11.3	1533	18.9	15 65. 9	13.9
16 6	1346 34	2. 8	3.70 82	2	0.27 54	1.2	10.23 87	1.6	1568	16.6	1573 .1	15.8	1580.1	29.4	15 68	16.6
41	1705 9	2	3.70 9	1.8	0.27 77	1.2	10.32 17	1.4	1579 .5	16.5	1573 .3	14.7	1564.9	26.4	15 79. 5	16.5

36	9582	1.8	3.8742	2.4	0.2825	1.9	10.0548	1.5	1604.1	26.3	1608.3	19.3	1613.9	28.2	1604.1	26.3
----	------	-----	--------	-----	--------	-----	---------	-----	--------	------	--------	------	--------	------	--------	------

Anexo 13.1. Datos isotópicos U-Pb de circones detríticos de la Formación Cosoltepec en la Unidad Progreso en las muestras de metapsamita de bajo grado, de Ortega-Obregón et al. (2009).

U (ppm)	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	U/Th	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	error 2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	error 2σ	²⁰⁶ Pb/ ²⁰⁷ Pb	error 2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	± (Ma) 2σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	± (Ma) 2σ	²⁰⁶ Pb/ ²⁰⁷ Pb	± (Ma) 2σ	Mejor edad (Ma)	± (Ma) 2σ
454	2688	1.9	0.4375	3.1	0.0565	2	17.794	2.3	354.1	6.9	368.5	9.4	460.2	50.9	354.1	6.9
164	13396	2	0.4896	2.7	0.0643	1	18.1141	2.5	401.9	3.9	404.6	9	420.5	56.2	401.9	3.9
310	709	1.2	0.5928	9.5	0.0647	1	15.0375	9.5	403.9	3.9	472.7	36	822.1	197.9	403.9	3.9
957	15524	12.3	0.5267	4.7	0.0659	2.6	17.2547	3.9	411.5	10.4	429.6	16.4	528	84.7	411.5	10.4
487	2183	1.4	0.5917	3.2	0.0743	1.4	17.3171	2.8	462.1	6.2	471.9	12	520.1	62.5	462.1	6.2
696	351	5.9	0.7114	2.2	0.0748	1	14.5051	2	465.2	4.5	545.6	9.4	897	41.1	465.2	4.5
384	561	3.4	0.7194	9.9	0.0759	1.3	14.5559	9.8	471.9	5.9	550.3	42.1	889.7	203.2	471.9	5.9
284	10900	1.5	0.5988	1.7	0.0768	1	17.6875	1.4	477.1	4.6	476.5	6.6	473.5	31.3	477.1	4.6
402	2976	4.4	0.6564	6.2	0.077	1	16.1732	6.1	478.2	4.6	512.4	25	668.2	131.2	478.2	4.6
96	1102	1.4	0.6402	6.9	0.077	1	16.584	6.9	478.2	4.6	502.4	27.5	614.3	148.5	478.2	4.6
686	3059	1.6	0.6381	2.4	0.0777	1.4	16.7958	1.9	482.6	6.5	501.1	9.5	586.8	42	482.6	6.5
262	1269	2.4	0.7411	4	0.0808	1	15.0293	3.9	500.8	4.8	563	17.5	823.3	81.7	500.8	4.8
175	3733	3.7	0.6522	2.5	0.0811	1.1	17.1473	2.3	502.7	5.1	509.8	10	541.7	49.6	502.7	5.1
486	373	2	0.8823	12.9	0.0819	1	12.7997	12.9	507.5	4.9	642.2	61.6	1150.1	257	507.5	4.9
835	1800	6.1	0.6984	2.9	0.0821	1	16.2049	2.7	508.6	4.9	537.9	12	664.1	57.9	508.6	4.9
376	3110	1.5	0.6845	3.3	0.0823	1.3	16.5693	3	509.6	6.3	529.5	13.6	616.2	65.8	509.6	6.3
426	2082	3.3	0.6664	2.7	0.083	1	17.1664	2.5	513.8	4.9	518.5	10.8	539.3	53.8	513.8	4.9
166	11770	2	0.6768	3.8	0.0834	1	16.9864	3.6	516.3	5	524.8	15.4	562.3	79.1	516.3	5
1599	13991	95	0.684	5	0.0835	4.6	16.8294	2	516.9	23	529.2	20.8	582.5	43.1	516.9	23
167	8896	2.4	0.6822	2.2	0.0847	1	17.1254	1.9	524.3	5	528.1	8.9	544.5	42.1	524.3	5
255	14774	1	0.678	1.9	0.085	1	17.285	1.6	525.8	5.2	525.6	8	524.8	36.1	525.8	5.2
296	5919	0.9	0.7242	1.7	0.0853	1	16.2302	1.4	527.4	5.1	553.2	7.4	660.7	30.4	527.4	5.1
392	8978	1.3	0.6997	2.9	0.0875	1.3	17.2441	2.6	540.8	6.5	538.6	12	529.4	56.8	540.8	6.5
692	1567	4.9	0.8054	8.5	0.0879	7.2	15.0389	4.5	542.8	37.3	599.9	38.5	821.9	94.9	542.8	37.3
424	2393	2.6	0.7862	8	0.0881	1.7	15.442	7.8	544	9	589	35.9	766.5	165.2	544	9
625	13889	3.8	0.7281	2.8	0.0885	1.5	16.7609	2.3	546.7	7.9	555.4	11.8	591.3	49.9	546.7	7.9
53	580	0.8	0.8134	13.3	0.0887	1	15.0365	13.2	547.9	5.3	604.4	60.6	822.3	277.7	547.9	5.3
90	2449	0.6	0.7455	5.4	0.089	1	16.4616	5.3	549.6	5.4	565.6	23.5	630.3	114.5	549.6	5.4
211	188	0.7	1.2775	13.3	0.0904	1	9.7572	13.3	557.9	5.4	835.7	76.1	1669.6	246.9	557.9	5.4
975	32903	20.3	0.7371	2.4	0.0907	2.1	16.9576	1.1	559.4	11.2	560.7	10.3	566	25	559.4	11.2
358	1479	5.3	0.838	5	0.0912	1	15.0006	4.9	562.5	5.4	618	23.2	827.3	102.5	562.5	5.4

22 4	3076	2. 3	0.77 29	4.2	0.09 18	1	16.37 33	4	566	5.4	581. 4	18.5	641.9	87	56 6	5.4
49 3	1404	1. 1	0.85 75	4.4	0.09 22	1.4	14.82 73	4.2	568. 6	7.4	628. 8	20.6	851.5	87	56 8.6	7.4
19 5	5458	0. 9	0.77 07	2.9	0.09 34	1.6	16.70 25	2.4	575. 4	8.7	580. 2	12.8	598.9	52.7	57 5.4	8.7
11 90	8227	17	0.79 55	2.1	0.09 37	1.4	16.23 38	1.6	577. 2	7.9	594. 3	9.6	660.2	34	57 7.2	7.9
50 1	1268	3. 5	0.90 37	12.9	0.09 44	1	14.40 78	12.9	581. 7	5.6	653. 7	62.4	910.8	266. 6	58 1.7	5.6
47 5	3108	4. 5	0.79 18	1.8	0.09 44	1.5	16.44 57	1	581. 8	8.5	592. 2	8.3	632.4	22	58 1.8	8.5
26 41	2612	2. 9	0.81 77	3.4	0.09 57	1.9	16.12 9	2.8	588. 9	10.8	606. 8	15.4	674.1	59.1	58 8.9	10.8
19 92	6549	5. 8	0.79 21	1.9	0.09 64	1.2	16.77 37	1.4	593. 1	6.7	592. 4	8.4	589.7	31.2	59 3.1	6.7
62 3	9282	9. 5	0.80 21	2	0.09 69	1	16.65 7	1.7	596. 2	5.7	598	9	604.8	37.3	59 6.2	5.7
30 3	7542	1. 8	0.83 82	10.7	0.09 71	4.4	15.97 25	9.7	597. 4	25.3	618. 1	49.4	694.9	207	59 7.4	25.3
44 5	3496	7. 2	0.85 08	1.8	0.09 85	1	15.96 86	1.5	605. 8	5.8	625. 1	8.5	695.4	32.5	60 5.8	5.8
15 1	3316	2. 1	0.86 29	2.9	0.10 2	2.1	16.30 1	2	626. 2	12.7	631. 7	13.8	651.4	43.4	62 6.2	12.7
22 0	666	10 .7	1.72 73	8.2	0.10 77	7.3	8.598 7	3.8	659. 5	45.4	1018 .7	52.6	1900.1	67.7	65 9.5	45.4
10 23	2541	20 .1	1.01 01	3.2	0.10 77	2.4	14.70 45	2.1	659. 5	14.9	708. 9	16.2	868.7	43.4	65 9.5	14.9
53 6	1277	2. 5	0.99 99	3.5	0.11 15	3.2	15.37 85	1.2	681. 6	21	703. 7	17.6	775.2	26.2	68 1.6	21
52 2	1644	5. 2	1.13 92	4.5	0.11 47	3	13.87 65	3.3	699. 7	20.2	772. 1	24.1	987.7	66.3	69 9.7	20.2
46 3	4663	2. 9	1.17 21	3.3	0.12 78	2.4	15.03 33	2.2	775. 3	17.4	787. 6	17.8	822.7	46.2	77 5.3	17.4
74 4	959	4. 3	1.28 98	5.1	0.12 82	1	13.70 42	5	777. 5	7.3	841. 2	28.9	1013.1	100. 5	77 7.5	7.3
33 2	1348	4. 2	1.27 68	3.1	0.13 58	2.6	14.66 14	1.7	820. 7	20	835. 4	17.7	874.8	35.3	82 0.7	20
41 2	8912	1. 3	1.30 98	3.2	0.13 71	2.2	14.42 87	2.3	828. 1	17.2	850. 1	18.3	907.9	47.2	82 8.1	17.2
37 3	5012	3. 7	1.42 12	3	0.14 11	1.8	13.68 47	2.4	850. 6	14.3	897. 9	17.7	1016	47.9	85 0.6	14.3
25 4	968	2. 8	1.46 74	2.4	0.14 11	1	13.26 25	2.1	851. 1	8	917	14.2	1079.2	42.9	85 1.1	8
28 6	5430	4. 1	1.48 57	2.6	0.14 54	1.1	13.49 79	2.4	875. 4	8.6	924. 6	16	1043.8	48.6	87 5.4	8.6
20 8	1428	3. 2	1.59 74	4.4	0.15 06	1.8	12.99 96	4	904. 3	15	969. 2	27.4	1119.2	79.9	90 4.3	15
47 7	1917	2. 8	1.52 62	4.6	0.15 4	2.4	13.91 36	3.9	923. 4	20.2	941	28	982.3	79.7	92 3.4	20.2
10 98	8089	17 .4	1.54 75	2.2	0.15 58	1.3	13.88 11	1.8	933. 3	10.9	949. 5	13.7	987.1	37.2	93 3.3	10.9
30 5	3083	1. 4	1.60 72	3.1	0.15 59	1.7	13.37 17	2.6	933. 8	14.8	973	19.3	1062.7	51.7	93 3.8	14.8
89 8	2840	3. 2	1.62 65	3.5	0.15 71	2.2	13.31 84	2.8	940. 7	19.3	980. 5	22.3	1070.7	55.9	94 0.7	19.3
28 7	1783	1. 3	1.56 85	4.2	0.15 82	4	13.90 22	1.3	946. 5	35.3	957. 8	26.2	984	26.6	94 6.5	35.3
49 8	3370	2	1.69 97	3.6	0.15 84	1.9	12.84 79	3.1	947. 8	16.9	1008 .4	23.1	1142.6	60.8	94 7.8	16.9
31 9	1145	2. 7	1.77 71	3.6	0.16 27	2.3	12.62 51	2.7	971. 9	20.5	1037 .1	23.1	1177.3	54.2	97 1.9	20.5
42 4	5254	7. 1	1.69 77	2.1	0.16 31	1	13.24 89	1.9	974. 2	9	1007 .7	13.5	1081.2	37.2	97 4.2	9
31 9	5139	9. 4	1.70 82	2.3	0.16 43	1	13.26 44	2	980. 8	9.1	1011 .6	14.4	1078.9	40.5	98 0.8	9.1
82	1069	1. 2	1.74 56	2.2	0.17 06	1.4	13.47 82	1.7	1015 .6	13.3	1025 .5	14.2	1046.7	33.7	10 15. 6	13.3
33 9	3723	1. 3	1.86 88	2.3	0.17 07	1	12.59 56	2	1016	9.4	1070 .1	15	1181.9	40.4	10 16	9.4
58 7	1040	1. 2	2.30 12	2.2	0.17 19	1	10.29 96	1.9	1022 .6	9.5	1212 .7	15.4	1569	36.1	10 22. 6	9.5
93 0	1040	6. 4	1.74 78	2.2	0.17 37	1	13.70 37	2	1032 .5	9.5	1026 .3	14.4	1013.2	40.3	10 32. 5	9.5

908	7280	2.7	1.736	1.9	0.1739	1.6	13.8115	1.1	1033.5	15.6	1022	12.6	997.3	21.7	1033.5	15.6
55	917	1.9	1.8596	5.6	0.1739	1	12.8947	5.6	1033.6	9.6	1066.8	37.3	1135.4	110.7	1033.6	9.6
471	9276	7.1	1.8758	1.7	0.1775	1	13.0442	1.4	1053.1	9.7	1072.6	11.4	1112.4	28.1	1053.1	9.7
121	2347	1.1	2.165	5.7	0.1902	1	12.1131	5.6	1122.5	10.3	1169.9	39.6	1258.7	109.9	1122.5	10.3
529	5303	18.8	2.1089	2.6	0.1906	2.3	12.462	1.2	1124.7	23.8	1151.7	18	1203	24.2	1124.7	23.8
239	9672	2.9	2.3645	2.2	0.2096	1	12.2214	1.9	1226.6	11.2	1231.9	15.5	1241.3	37.9	1226.6	11.2
187	2311	2.7	2.5945	5.1	0.2139	1	11.3694	5	1249.8	11.4	1299.1	37.6	1381.5	96.8	1249.8	11.4
630	15451	7	3.4082	1.4	0.2414	1	9.7661	1	1394	12.5	1506.3	11.1	1668	18.6	1394	12.5
455	2139	2.2	3.9201	4.3	0.2504	1.6	8.8073	4	1440.5	20.3	1617.8	34.6	1856.9	71.9	1440.5	20.3
174	10289	1.7	4.5017	3.1	0.2964	1.2	9.0786	2.9	1673.5	17.2	1731.3	25.8	1801.9	52.4	1673.5	17.2
146	5924	1.1	4.5087	2.1	0.2993	1.7	9.1534	1.3	1687.9	24.5	1732.6	17.6	1786.9	24.3	1687.9	24.5
471	7195	6.4	4.3658	1.5	0.2995	1.1	9.4583	1	1688.8	16.6	1705.9	12.6	1727	19.1	1688.8	16.6
500	5290	3.6	4.7146	3	0.3153	2.8	9.2207	1.2	1766.7	43	1769.8	25.5	1773.5	22.5	1766.7	43
143	3154	2.3	5.2391	3.4	0.3241	1	8.5292	3.2	1809.7	15.8	1859	28.7	1914.6	57.6	1809.7	15.8
222	3326	2.4	5.3687	3.2	0.3253	2.6	8.3555	1.8	1815.8	41.1	1879.9	27.1	1951.4	32.2	1815.8	41.1
273	1310	1.1	5.5715	3.5	0.3417	1	8.4571	3.4	1895	16.4	1911.7	30.4	1929.8	60.8	1895	16.4
836	23660	3.4	7.4331	2.4	0.3546	1.5	6.5771	1.8	1956.4	25.6	2165	21.2	2369	30.9	1956.4	25.6
108	612	0.8	6.6416	6	0.3591	1	7.456	5.9	1978.1	17.4	2064.9	53.2	2152.6	103.7	1978.1	17.4
319	2550	1.7	7.772	3.2	0.3603	2.8	6.3926	1.7	1983.8	47	2205	29.1	2417.4	28.7	1983.8	47
166	3183	4.4	6.4826	1.9	0.3621	1.3	7.7022	1.5	1992.3	21.9	2043.5	17.1	2095.7	25.6	1992.3	21.9
138	4070	2.7	6.6762	4.4	0.3706	4.2	7.6529	1.3	2032	73.2	2069.5	38.8	2107	22.3	2032	73.2
190	2915	1.2	8.4251	2.8	0.3857	2.2	6.3126	1.7	2103	38.8	2277.9	25	2438.8	29	2103	38.8
307	7622	2.1	6.9723	3.2	0.3901	2.8	7.7152	1.6	2123.5	50.1	2107.9	28.5	2092.7	28.6	2123.5	50.1
165	3892	21	11.0293	1.7	0.4219	1.2	5.2748	1.2	2269.3	22.8	2525.6	16	2738.5	20.4	2269.3	22.8
523	7617	4.3	8.7863	2.8	0.437	1	6.8577	2.6	2337.2	19.6	2316.1	25.2	2297.5	44.2	2337.2	19.6
204	10519	2	11.9156	1.7	0.453	1	5.2421	1.4	2408.7	20.1	2597.8	15.9	2748.7	22.5	2408.7	20.1
136	36509	2.3	17.0892	1.7	0.4846	1.4	3.9102	1	2547.4	28.4	2939.9	16.1	3220.7	15.8	2547.4	28.4
23	700	1.4	12.6916	2.8	0.5036	1	5.471	2.6	2629.3	21.7	2657	26.6	2678.3	43.7	2629.3	21.7

156	42981	1.4	12.9718	1.5	0.5165	1	5.4897	1.1	2684.2	22	2677.6	13.8	2672.6	17.7	2684.2	22
-----	-------	-----	---------	-----	--------	---	--------	-----	--------	----	--------	------	--------	------	--------	----

Anexo 13.2. Datos isotópicos U-Pb de circones detríticos de la Formación Cosoltepec en la Unidad El Naranja en las muestras de metapsamita de bajo grado intercalada con basalto, de Ortega-Obregón et al. (2009).

U (ppm)	²⁰⁶ Pb/ ²⁰⁴ Pb	U/Th	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	error 26	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	error 26	²⁰⁶ Pb/ ²⁰⁷ Pb	error 26	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	± (Ma) 26	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	± (Ma) 26	²⁰⁶ Pb/ ²⁰⁷ Pb	± (Ma) 26	Mejor edad (Ma)	± (Ma) 26
410	18576	1.6	0.4218	1.8	0.0555	1	18.1353	1.4	348.1	3.4	357.4	5.3	417.9	32.2	348.1	3.4
251	37260	1.3	0.4603	1.5	0.0612	1.1	18.3438	1	383.2	4.2	384.5	4.9	392.3	23.3	383.2	4.2
344	23907	1.6	0.5406	3.3	0.0648	2.7	16.5264	2	404.7	10.4	438.8	11.8	621.8	42.1	404.7	10.4
242	55862	1.2	0.569	2.2	0.0725	1	17.5663	1.9	451.1	4.4	457.3	8	488.7	42.7	451.1	4.4
269	22621	5.1	0.6138	1.7	0.0783	1	17.5871	1.4	485.9	4.7	485.9	6.6	486.1	30.4	485.9	4.7
123	44924	2.1	0.6336	2.1	0.0797	1	17.3383	1.8	494.2	4.8	498.3	8.3	517.4	40.6	494.2	4.8
408	44426	5.1	0.6663	1.8	0.0814	1.1	16.8366	1.4	504.2	5.3	518.5	7.2	581.6	29.9	504.2	5.3
420	25275	3.2	0.6731	1.5	0.0825	1.1	16.9027	1	511.1	5.6	522.6	6.3	573.1	22.3	511.1	5.6
136	15319	1.9	0.6674	1.9	0.0841	1.4	17.3781	1.3	520.7	6.9	519.1	7.6	512.4	28.1	520.7	6.9
729	56552	9.5	0.6765	2.3	0.0842	2.1	17.1542	1	520.9	10.3	524.6	9.4	540.8	22.1	520.9	10.3
268	20331	0.7	0.6872	1.9	0.0845	1.1	16.9476	1.6	522.7	5.6	531.1	8.1	567.3	34.7	522.7	5.6
216	53806	0.6	0.6921	4.4	0.0845	2	16.8277	3.9	522.8	9.9	534.1	18.3	582.7	85.8	522.8	9.9
447	74837	0.7	0.6882	3.6	0.0854	2.5	17.109	2.6	528.3	12.6	531.7	14.8	546.6	56	528.3	12.6
200	14865	1.3	0.6816	1.6	0.0855	1	17.2862	1.2	528.6	5.1	527.7	6.6	524.1	27.3	528.6	5.1
499	39422	0.2	0.6899	3.4	0.0858	2.3	17.1523	2.6	530.8	11.7	532.8	14.2	541.1	56	530.8	11.7
208	37653	2.5	0.7012	1.7	0.0876	1	17.2227	1.4	541.2	5.2	539.5	7.1	532.1	30.2	541.2	5.2
329	51037	3.3	0.7196	2.3	0.0878	1	16.8287	2	542.7	5.2	550.5	9.6	582.6	44	542.7	5.2
223	13592	1.1	0.7101	2	0.0883	1	17.1385	1.7	545.2	5.2	544.8	8.3	542.8	37.2	545.2	5.2
784	91442	4.2	0.7195	2.5	0.0889	1	17.0307	2.2	548.9	5.3	550.4	10.4	556.6	48.8	548.9	5.3
434	116165	3.6	0.721	1.9	0.0896	1	17.1352	1.6	553.2	5.3	551.2	8	543.3	34.8	553.2	5.3
173	32656	1.1	0.7313	2	0.0898	1.6	16.931	1.2	554.3	8.7	557.3	8.7	569.4	26.1	554.3	8.7
557	44344	10.4	0.7562	4.9	0.0899	1	16.3879	4.8	554.8	5.3	571.8	21.6	639.9	104	554.8	5.3
239	33079	1.9	0.7892	9.2	0.0899	2.7	15.7045	8.8	554.9	14.4	590.7	41.2	730.9	186.5	554.9	14.4
144	14172	1.2	0.7601	5.8	0.0899	1	16.3061	5.8	554.9	5.3	574.1	25.6	650.7	123.6	554.9	5.3
357	22856	6.5	0.7446	1.5	0.0902	1	16.6999	1.2	556.6	5.3	565.1	6.7	599.2	25.3	556.6	5.3
315	37827	3.5	0.7454	2.3	0.0905	1.8	16.7442	1.5	558.7	9.4	565.6	10	593.5	32.9	558.7	9.4
124	28200	1.3	0.7369	1.4	0.0908	1	16.9907	1	560.3	5.4	560.6	6.2	561.7	22.7	560.3	5.4
281	37424	2.8	0.7592	1.4	0.0916	1	16.6325	1	564.9	5.4	573.5	6.2	608	21.8	564.9	5.4
649	50939	2.9	0.7816	3.9	0.0927	1	16.3442	3.8	571.2	5.5	586.4	17.6	645.7	82	571.2	5.5
972	21792	1.1	0.7663	2.1	0.0928	1	16.6935	1.9	572	5.5	577.6	9.3	600.1	40.5	572	5.5
169	15993	7.6	0.7814	2.1	0.0943	1	16.631	1.8	580.6	5.6	586.3	9.2	608.2	39.2	580.6	5.6
348	58581	7.5	0.8088	1.4	0.0945	1	16.1161	1	582.3	5.6	601.8	6.5	675.8	21.7	582.3	5.6

345	29942	1.7	0.8174	3.1	0.095	1.6	16.0272	2.7	585.1	8.8	606.6	14.3	687.6	57.9	585.1	8.8
88	24275	0.8	0.7853	1.9	0.0953	1	16.7352	1.6	586.9	5.6	588.5	8.4	594.7	34.7	586.9	5.6
25	13411	1.7	0.8042	3.9	0.0957	1.3	16.4146	3.7	589.4	7.3	599.2	17.8	636.4	80	589.4	7.3
480	65685	10.4	0.8247	1.7	0.0974	1	16.2808	1.4	599.1	5.7	610.7	7.7	654	29.1	599.1	5.7
139	28197	2	0.8164	1.9	0.0976	1	16.4797	1.6	600.2	5.7	606	8.8	627.9	35.5	600.2	5.7
107	13528	2.5	0.8327	2.6	0.0989	1.7	16.3785	2	608.1	9.7	615.1	11.9	641.2	42.4	608.1	9.7
109	11162	1.3	0.8268	2.3	0.0993	1	16.5655	2	610.5	5.8	611.9	10.4	616.7	43.6	610.5	5.8
292	61574	1.4	0.8718	2.3	0.0996	1	15.7485	2.1	611.9	5.8	636.5	10.9	724.9	44	611.9	5.8
92	43055	4.7	0.8406	4.6	0.0997	3.9	16.3516	2.5	612.6	22.7	619.5	21.4	644.7	53.1	612.6	22.7
130	28722	1.5	0.8364	1.7	0.1001	1.4	16.5013	1.1	615	8	617.2	8.1	625.1	23.3	615	8
158	23246	1.6	0.8375	2.3	0.1002	1.9	16.4917	1.4	615.4	11.2	617.7	10.9	626.4	29.8	615.4	11.2
217	29923	1	0.8655	1.5	0.1018	1	16.2159	1.2	624.9	6	633.1	7.3	662.6	25.2	624.9	6
645	71290	1.4	0.8539	2.3	0.1024	2.1	16.533	1	628.4	12.4	626.8	10.8	621	21.7	628.4	12.4
134	26798	3.2	0.8687	1.5	0.1038	1	16.4761	1.1	636.7	6.1	634.9	6.8	628.4	22.6	636.7	6.1
145	17601	0.7	0.8734	2.3	0.1038	1	16.3879	2.1	636.7	6.1	637.4	10.9	639.9	44.5	636.7	6.1
302	39850	3.6	0.8814	1.6	0.1043	1	16.3227	1.3	639.8	6.1	641.8	7.8	648.5	28	639.8	6.1
159	29794	2.5	0.8946	6	0.1044	5.7	16.0841	2.2	639.9	34.4	648.9	29	680.1	46.1	639.9	34.4
169	20950	3.3	0.9007	2.7	0.1061	2.4	16.2443	1.4	650.2	14.6	652.1	13.1	658.8	29.1	650.2	14.6
313	30528	6.7	0.9924	3.8	0.1093	3.4	15.181	1.8	668.5	21.3	700	19.1	802.3	36.8	668.5	21.3
116	16827	2	0.9724	2.5	0.1115	1	15.8073	2.3	681.3	6.5	689.7	12.4	717	48.3	681.3	6.5
278	130494	5.5	1.0445	3.9	0.1153	2.7	15.2236	2.9	703.6	17.9	726.1	20.5	796.4	60.6	703.6	17.9
185	33781	2	1.0362	1.6	0.1158	1	15.4089	1.3	706.3	6.7	722	8.5	771	27.3	706.3	6.7
158	39281	4.7	1.1365	3.4	0.1199	3.2	14.5505	1	730.2	22.2	770.9	18.2	890.5	21	730.2	22.2
301	17763	0.6	1.1474	5.3	0.1221	4.6	14.6756	2.6	742.8	32.3	776	28.8	872.8	54.4	742.8	32.3
114	18385	1.2	1.1557	1.4	0.1285	1	15.3353	1	779.5	7.3	779.9	7.9	781.1	22	779.5	7.3
220	18571	5.4	1.2052	2.3	0.1291	2.1	14.7658	1	782.6	15.3	803	12.8	860.1	20.9	782.6	15.3
1022	29303	3.5	1.3637	1.5	0.1422	1	14.3761	1.1	857	8	873.5	8.9	915.4	23.4	857	8
96	33375	1.8	1.3498	2.2	0.1423	1	14.5367	2	857.7	8	867.5	12.9	892.5	40.8	857.7	8
671	57350	1.8	1.4031	1.5	0.1445	1.2	14.2024	1	870.2	9.6	890.2	9.2	940.3	20.6	870.2	9.6
332	42241	2.9	1.4515	1.9	0.1478	1.1	14.0384	1.5	888.5	8.8	910.5	11.2	964.1	31.3	888.5	8.8
600	139424	6.6	1.6989	1.6	0.1499	1.2	12.1692	1.1	900.7	10.3	1008.1	10.3	1249.7	20.8	900.7	10.3
168	51675	1.2	1.5765	2.1	0.1515	1	13.2471	1.8	909.2	8.5	961	13.1	1081.5	37.1	909.2	8.5
300	35648	1.9	1.5162	1.5	0.1523	1.1	13.8483	1	913.7	9.3	936.9	9.1	991.9	20.7	913.7	9.3
76	82098	2.8	1.5421	3.6	0.1547	1.1	13.8331	3.4	927.3	9.5	947.3	22	994.1	69.1	927.3	9.5
228	49695	2.2	1.6753	2.1	0.16	1.6	13.1658	1.4	956.6	14.6	999.2	13.6	1093.8	27.6	956.6	14.6
162	71022	1.3	1.6226	1.6	0.1622	1.1	13.7808	1.2	968.8	9.4	979	10.2	1001.8	25.1	968.8	9.4
385	38806	2.6	1.5967	1.4	0.1624	1	14.0263	1	970.3	9	968.9	8.9	965.8	20.6	970.3	9
279	42789	3.2	1.7135	2.3	0.1647	1.6	13.2508	1.6	982.7	14.4	1013.6	14.6	1081	32.8	982.7	14.4
367	28376	2.5	1.7407	2	0.1669	1.7	13.2189	1.2	995	15.3	1023.7	13.1	1085.8	23.3	995	15.3

569	234524	16.3	1.7524	1.9	0.1679	1	13.2088	1.6	1000.4	9.4	1028	12.5	1087.3	32.9	1000.4	9.4
324	47382	3.6	1.7074	2.2	0.1682	1	13.5834	2	1002.2	9.3	1011.3	14.2	1031	40.1	1002.2	9.3
199	37430	0.8	1.7787	1.9	0.1741	1	13.4939	1.6	1034.5	9.6	1037.7	12.4	1044.4	32.7	1034.5	9.6
214	98480	1.1	1.8482	1.7	0.1756	1.4	13.0984	1	1042.8	13.1	1062.8	11.1	1104.1	20.1	1042.8	13.1
177	175687	1.8	1.8274	1.4	0.1763	1	13.3019	1	1046.7	9.7	1055.3	9.3	1073.2	20.1	1046.7	9.7
177	47706	2	1.832	1.4	0.1769	1	13.3136	1	1050	9.7	1057	9.3	1071.5	20.2	1050	9.7
45	25630	2.3	1.8384	2.1	0.1779	1	13.3434	1.9	1055.5	9.7	1059.3	14	1067	37.7	1055.5	9.7
487	131588	4.4	1.8737	2.4	0.18	1	13.2487	2.2	1067.2	9.8	1071.8	15.9	1081.3	43.7	1067.2	9.8
399	71211	3.2	1.8614	1.4	0.1802	1	13.3468	1	1068	9.8	1067.5	9.4	1066.4	20.1	1068	9.8
157	44083	2.6	1.912	2.9	0.1819	2.7	13.1145	1	1077.1	26.6	1085.3	19.2	1101.7	20.8	1077.1	26.6
198	40425	1.4	1.9421	1.4	0.185	1	13.1329	1	1094.1	10.1	1095.7	9.5	1098.9	20.2	1094.1	10.1
776	103550	13.6	2.3881	2.1	0.2021	1.9	11.6696	1	1186.7	20.5	1239	15.3	1331.2	19.4	1186.7	20.5
296	104724	2.1	4.7883	1.7	0.3155	1.1	9.0857	1.3	1767.8	17.5	1782.8	14.4	1800.4	23.5	1767.8	17.5
438	89559	2.2	4.8132	2.6	0.3197	1.7	9.157	2	1788.1	26.4	1787.2	21.8	1786.2	35.9	1788.1	26.4
286	105516	3.9	5.4511	1.8	0.3358	1.5	8.4931	1	1866.3	23.5	1892.9	15.3	1922.2	18.5	1866.3	23.5
267	66376	5.3	8.4389	2	0.4051	1	6.6186	1.8	2192.4	18.6	2279.4	18.4	2358.3	30.1	2192.4	18.6
241	48811	2.4	11.0764	5.9	0.4348	5.6	5.4119	1.9	2327.1	108.6	2529.6	54.7	2696.2	31.1	2327.1	108.6
596	149565	5.2	10.4469	7.6	0.4354	3.6	5.7467	6.7	2330.1	70.8	2475.2	70.9	2596.6	112.4	2330.1	70.8
127	65991	1.4	12.0297	1.5	0.4726	1.2	5.4172	1	2495.1	23.8	2606.7	14.3	2694.6	16.5	2495.1	23.8
49	224143	1.9	11.9936	1.8	0.4743	1.4	5.453	1.1	2502.6	29	2603.9	16.6	2683.7	17.9	2502.6	29
90	20164	1.6	12.1883	2.7	0.4904	1	5.5478	2.5	2572.5	21.2	2619	25.5	2655.2	41.8	2572.5	21.2
147	43888	1.5	12.9339	2.5	0.4952	1.8	5.2793	1.7	2593.3	39.3	2674.8	23.3	2737.1	27.2	2593.3	39.3
82	40346	0.4	13.2929	1.9	0.5028	1	5.2153	1.6	2625.8	21.6	2700.7	17.9	2757.2	26.5	2625.8	21.6
77	80539	1.5	14.3018	1.7	0.5347	1.2	5.1552	1.2	2761.4	27	2769.9	16	2776.2	19.4	2761.4	27
100	77189	1.5	21.3145	4.4	0.5864	2.7	3.7932	3.4	2974.8	65.1	3153	42.4	3268.5	53.6	2974.8	65.1
385	156986	1.7	18.5887	1.4	0.589	1	4.3688	1	2985.3	23.9	3020.7	13.6	3044.3	16	2985.3	23.9

Anexo 13.3. Datos isotópicos U-Pb de circones detríticos de la Formación Cosoltepec en la Unidad Zumpango en las muestras de metapsamita, de Ortega-Obregón et al. (2009).

U (ppm)	U/Th	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	error 2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	error 2σ	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	error 2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	± (Ma) 2σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	± (Ma) 2σ	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	± (Ma) 2σ	Measured (Ma)	± (Ma) 2σ
585.98	0.65	0.39032	3.00	0.05325	1.09	0.05311	2.79	334	4	335	8	333	58	334	4
620.84	0.81	0.40829	3.02	0.05384	1.15	0.05496	2.80	338	4	348	8	411	60	338	4
647.09	0.93	0.39606	2.82	0.05399	1.11	0.0532	2.59	339	4	339	8	337	62	339	4
366.61	0.67	0.39855	3.18	0.0542	1.03	0.05336	3.00	340	4	341	10	344	70	340	4
560.40	0.38	0.41074	2.76	0.05545	0.94	0.05362	2.61	348	4	349	8	355	56	348	4
334.51	0.39	0.42432	3.37	0.05602	1.04	0.05497	3.20	351	4	359	10	411	68	351	4
397.00	0.63	0.45596	2.97	0.0609	0.99	0.05428	2.80	381	4	381	10	383	60	381	4
531.51	0.77	0.58252	2.56	0.0715	0.90	0.05906	2.40	445	4	466	10	569	48	445	4
266.04	0.52	0.61092	2.97	0.07694	0.99	0.05759	2.81	478	4	484	12	514	58	478	4
224.74	0.63	0.68263	6.77	0.0772	1.30	0.06407	6.21	479	6	528	28	744	124	479	6
131.47	0.56	0.70589	7.64	0.07891	1.34	0.06488	7.03	490	6	542	32	770	144	490	6
349.60	1.10	0.67065	2.93	0.0823	0.87	0.05902	2.81	510	4	521	12	568	56	510	4
388.58	0.31	0.66385	2.66	0.08309	1.13	0.05797	2.42	515	6	517	10	529	54	515	6
332.81	0.49	0.68653	2.76	0.08438	0.92	0.05896	2.61	522	4	531	12	566	54	522	4
188.54	0.45	0.68111	3.37	0.08439	1.07	0.05844	3.22	522	6	527	14	546	68	522	6
180.28	0.74	0.68249	3.23	0.08471	1.20	0.05838	3.01	524	6	528	14	544	68	524	6
458.83	0.92	0.69177	2.76	0.08547	0.94	0.05865	2.59	529	4	534	12	554	52	529	4
162.90	0.53	0.6972	3.54	0.08573	0.98	0.05888	3.40	530	4	537	14	563	72	530	4
264.95	0.26	0.69337	3.17	0.08637	1.02	0.05823	2.99	534	6	535	14	538	62	534	6
182.50	0.50	0.68486	3.22	0.08654	1.18	0.05737	3.00	535	6	530	14	506	64	535	6
172.67	0.45	0.81934	7.11	0.08688	1.31	0.0684	6.64	537	6	608	32	881	132	537	6
202.28	0.46	0.7057	2.79	0.08697	1.01	0.05884	2.58	538	6	542	12	561	56	538	6
150.95	0.86	0.7125	3.59	0.0881	1.61	0.0587	3.20	544	8	546	16	556	72	544	8
411.22	0.69	0.73434	2.77	0.08884	0.97	0.05992	2.60	549	6	559	12	601	58	549	6
329.56	0.67	0.72737	2.56	0.09005	0.91	0.0585	2.39	556	4	555	10	549	50	556	4
320.98	0.76	0.76137	2.78	0.09157	0.98	0.06025	2.59	565	6	575	12	613	58	565	6
327.41	0.61	0.7692	2.78	0.09265	0.97	0.06015	2.59	571	6	579	12	609	58	571	6
240.77	1.29	0.78463	2.77	0.09497	0.95	0.05988	2.61	585	6	588	12	599	52	585	6
340.80	0.28	0.76734	3.05	0.09553	1.59	0.05826	2.61	588	8	578	14	540	58	588	8
100.01	1.43	0.84704	3.75	0.09696	1.05	0.06333	3.60	597	6	623	18	719	72	597	6
688.62	0.19	0.82297	2.37	0.09871	0.87	0.06038	2.19	607	6	610	10	617	44	607	6
223.02	0.49	0.8275	2.83	0.10093	1.13	0.05937	2.59	620	6	612	14	581	52	620	6
363.50	1.27	0.90189	3.72	0.10149	0.95	0.06407	3.59	623	6	653	18	744	76	623	6
246.66	1.69	0.89632	2.97	0.10352	1.00	0.06286	2.80	635	6	650	14	704	62	635	6
512.87	0.58	0.87543	2.55	0.10354	0.87	0.06128	2.42	635	6	639	12	649	52	635	6
89.02	0.77	0.87618	4.15	0.10428	1.11	0.06085	4.01	639	6	639	20	634	82	639	6

84.67	0.70	0.93411	3.73	0.10478	0.95	0.06464	3.59	642	6	670	18	763	70	642	6
254.54	0.32	1.2797	3.66	0.10779	1.78	0.08192	3.20	660	12	837	20	1244	64	660	12
775.55	0.24	0.967	2.58	0.10979	0.95	0.06376	2.42	672	6	687	12	734	48	672	6
260.22	0.31	0.9687	2.95	0.11261	0.92	0.06236	2.79	688	6	688	14	686	62	688	6
498.20	0.06	0.96925	2.64	0.11368	1.11	0.06178	2.40	694	8	688	14	667	48	694	8
144.75	0.54	1.0401	3.77	0.1138	1.11	0.06637	3.59	695	8	724	20	818	70	695	8
268.33	0.31	1.0076	2.73	0.11538	0.83	0.06331	2.59	704	6	708	14	719	52	704	6
317.19	0.44	1.022	2.58	0.11722	0.94	0.06321	2.40	715	6	715	14	715	50	715	6
608.62	0.06	1.10086	2.41	0.11999	0.92	0.06654	2.22	731	6	754	12	823	48	731	6
257.92	0.60	1.1236	3.01	0.12046	1.83	0.06623	2.39	733	12	765	16	814	50	733	12
919.4	2.04	1.1176	3.37	0.1208	1.06	0.06717	3.19	735	8	762	18	843	64	735	8
228.95	0.79	1.10408	4.37	0.12168	1.38	0.06581	3.62	740	10	755	24	800	72	740	10
443.66	0.22	1.10869	3.60	0.12416	1.26	0.06476	3.18	754	8	758	20	767	62	754	8
248.07	0.60	1.1943	2.54	0.12484	0.82	0.06934	2.39	758	6	798	14	909	46	758	6
724.20	0.11	1.17726	3.26	0.12678	1.94	0.06735	2.32	769	14	790	18	849	46	769	14
195.41	0.50	1.1712	2.79	0.1286	1.00	0.06605	2.60	780	8	787	16	808	56	780	8
433.26	0.44	1.2843	2.49	0.13279	1.16	0.07008	2.20	804	8	839	14	931	44	804	8
293.87	0.64	1.2263	2.56	0.13345	0.88	0.06655	2.40	808	6	813	14	824	50	808	6
340.56	0.47	1.3102	2.60	0.13616	1.00	0.06964	2.41	823	8	850	14	918	46	823	8
407.32	0.43	1.51813	3.33	0.15028	1.06	0.07326	2.84	903	8	938	20	1021	60	903	8
365.49	0.27	1.5473	2.59	0.15325	1.36	0.07311	2.19	919	12	949	16	1017	42	919	12
238.26	0.34	1.5432	2.79	0.15452	1.42	0.07259	2.40	926	12	948	18	1003	50	926	12
384.20	0.45	1.6166	2.33	0.16239	0.78	0.07213	2.19	970	6	977	14	990	42	970	6
525.30	0.18	1.8259	2.66	0.1803	1.50	0.0734	2.21	1069	14	1055	18	1025	42	1069	14
513.31	0.51	1.76292	2.91	0.17298	0.91	0.07392	2.49	1029	8	1032	18	1039	50	1029	8
208.64	0.55	1.8333	2.76	0.17963	0.94	0.07395	2.60	1065	10	1057	18	1040	50	1065	10
469.35	0.68	1.779	2.37	0.17408	0.88	0.07409	2.21	1035	8	1038	16	1044	42	1035	8
295.82	0.62	1.7958	2.56	0.17554	0.88	0.07416	2.40	1043	8	1044	16	1046	50	1043	8
275.39	1.03	1.832	2.37	0.17888	0.88	0.07421	2.21	1061	8	1057	16	1047	46	1061	8
342.15	0.56	1.8814	2.15	0.18188	0.80	0.07493	2.00	1077	8	1075	14	1067	38	1077	8
191.22	0.61	1.7727	3.21	0.17192	1.14	0.07503	3.01	1023	10	1036	20	1069	62	1023	10
262.39	0.40	1.6438	8.26	0.15857	0.98	0.07504	8.21	949	8	987	52	1070	156	949	8
363.65	0.57	1.8597	2.36	0.17898	0.84	0.07529	2.20	1061	8	1067	16	1076	42	1061	8
234.38	0.51	1.8786	2.60	0.17993	1.00	0.07571	2.40	1067	10	1074	18	1087	46	1067	10
448.03	0.18	1.9271	2.55	0.18363	1.58	0.07595	2.00	1087	16	1091	18	1094	38	1087	16
131.08	0.50	1.8545	2.86	0.17608	1.20	0.07628	2.60	1046	12	1065	18	1102	48	1046	12
622.75	0.43	1.9952	2.17	0.18915	0.84	0.07644	1.99	1117	8	1114	14	1107	40	1117	8
480.04	0.43	1.5696	2.22	0.14831	0.96	0.07663	2.01	891	8	958	14	1112	42	891	8
414.44	0.40	1.9708	2.35	0.18534	0.82	0.07706	2.21	1096	8	1106	16	1123	42	1096	8

99.58	1.00	2.0107	2.57	0.18647	0.92	0.07811	2.41	1102	10	1119	18	1150	50	1150	50
391.08	0.21	1.8107	2.62	0.16476	1.04	0.07854	2.39	983	10	1049	18	1161	48	1161	48
230.51	0.89	2.3483	2.38	0.21277	0.90	0.08002	2.20	1244	10	1227	16	1197	44	1197	44
194.43	0.33	2.2031	2.41	0.19885	0.98	0.08023	2.19	1169	10	1182	16	1203	40	1203	40
228.34	0.44	2.3968	2.49	0.21178	1.16	0.08204	2.19	1238	14	1242	18	1246	44	1246	44
159.30	0.75	2.5545	2.38	0.22351	0.90	0.08276	2.20	1300	10	1288	18	1264	42	1264	42
396.13	0.95	2.8747	6.35	0.23322	2.20	0.0894	4.72	1351	26	1375	48	1413	92	1413	92
173.77	0.54	2.2362	3.14	0.17712	1.76	0.09098	2.59	1051	18	1192	22	1446	52	1446	52
438.31	0.12	3.143	2.28	0.24693	1.10	0.09222	2.00	1423	14	1443	18	1472	36	1472	36
1837.14	0.27	3.15556	4.63	0.24417	0.93	0.09373	4.31	1408	12	1446	36	1503	82	1503	82
183.40	0.43	5.0944	2.19	0.32929	0.88	0.11211	2.00	1835	14	1835	18	1834	34	1834	34
297.32	0.19	4.98282	2.33	0.29923	0.96	0.12077	2.09	1687	14	1816	20	1968	34	1968	34
133.69	0.64	6.0681	2.37	0.36405	0.88	0.1208	2.20	2001	16	1986	20	1968	40	1968	40
1027.62	0.45	8.51627	2.22	0.39272	0.93	0.15728	1.89	2135	16	2288	20	2427	32	2427	32
165.45	0.62	10.51	2.17	0.43241	0.84	0.17593	2.00	2317	16	2481	20	2615	32	2615	32
366.07	0.22	12.529	2.12	0.49555	0.82	0.18323	1.96	2595	18	2645	20	2682	30	2682	30
268.03	0.77	26.397	2.17	0.65952	0.88	0.29004	1.98	3265	22	3361	22	3418	32	3418	32
912.05	0.54	0.17854	0.00	0.02586	0.00	0.05008	0.00	165	2	167	4	199	44	199	2
186.03	0.34	0.19963	0.02	0.02743	0.00	0.0539	0.01	174	8	185	18	367	194	367	8
135.03	0.43	0.19153	0.01	0.02742	0.00	0.05056	0.00	174	4	178	8	221	112	221	4
572.06	0.48	0.18848	0.01	0.02761	0.00	0.04952	0.00	176	2	175	6	172	82	172	2
347.03	0.37	0.25435	0.11	0.0279	0.00	0.06678	0.03	177	2	230	86	831	876	831	2
179.05	0.05	0.1856	0.02	0.02805	0.00	0.04797	0.00	178	4	173	16	98	210	98	4
460.03	0.33	0.20472	0.01	0.02833	0.00	0.05256	0.00	180	4	189	8	310	74	310	4
81.03	0.53	0.19119	0.03	0.02842	0.00	0.04879	0.01	181	4	178	26	138	320	138	4
74.05	0.55	0.20645	0.01	0.02935	0.00	0.05123	0.00	186	4	191	12	251	138	251	4
540.04	0.04	0.19604	0.02	0.02923	0.00	0.04864	0.00	186	6	182	18	131	200	131	6
24.02	0.20	0.39946	0.22	0.02966	0.00	0.09432	0.05	188	6	341	156	1515	1150	341	6
104.03	0.33	0.27488	0.02	0.02964	0.00	0.06707	0.00	188	4	247	14	840	124	840	4
429.02	0.27	0.2183	0.01	0.03039	0.00	0.05218	0.00	193	2	200	6	293	58	293	2
325.03	0.03	0.31709	0.01	0.04498	0.00	0.05127	0.00	284	6	280	8	253	56	253	6
68.09	0.94	0.41514	0.02	0.0508	0.00	0.05947	0.00	319	6	353	14	584	80	584	6
377.10	0.10	0.48237	0.03	0.05666	0.00	0.06174	0.00	355	6	400	18	665	94	665	6
123.03	0.35	0.59407	0.02	0.0756	0.00	0.05709	0.00	470	6	473	14	495	72	495	6
130.03	0.53	0.77316	0.03	0.07726	0.00	0.072	0.00	480	8	582	18	986	70	986	8
240.07	0.70	0.62625	0.02	0.07901	0.00	0.0576	0.00	490	8	494	12	515	48	515	8
403.07	0.70	0.81798	0.02	0.09748	0.00	0.06092	0.00	600	8	607	12	636	40	636	8
55.03	0.32	1.0644	0.07	0.10534	0.00	0.07336	0.00	646	18	736	36	1024	118	1024	18
154.03	0.31	1.0563	0.05	0.10692	0.00	0.072	0.00	655	22	732	26	986	64	986	22

637	0.05	1.2619	0.04	0.12434	0.00	0.07367	0.00	755	20	829	18	1032	32	755	20
557	0.24	1.4118	0.03	0.1411	0.00	0.07264	0.00	851	12	894	14	1004	34	851	12
210	0.25	1.4481	0.04	0.1454	0.00	0.07227	0.00	875	12	909	14	994	38	875	12
196	0.20	1.5042	0.04	0.15432	0.00	0.07076	0.00	925	14	932	16	950	36	925	14
78	0.29	1.6234	0.05	0.15874	0.00	0.07426	0.00	950	12	979	18	1049	44	950	12
201	0.35	1.7089	0.04	0.168	0.00	0.07387	0.00	1001	12	1012	14	1038	36	1001	12
147	0.25	1.79069	0.10	0.17093	0.00	0.07598	0.00	1017	16	1042	36	1095	86	1017	16
171	0.26	1.821	0.05	0.17308	0.00	0.07644	0.00	1029	14	1053	16	1107	36	1029	14
111	0.29	1.9147	0.05	0.18152	0.00	0.07665	0.00	1075	16	1086	18	1112	42	1075	16
27	2.17	1.8849	0.10	0.17766	0.00	0.07701	0.00	1054	18	1076	36	1121	96	1054	18
189	0.35	1.9861	0.05	0.18711	0.00	0.07713	0.00	1106	16	1111	18	1125	36	1106	16
117	0.18	1.9807	0.04	0.18168	0.00	0.0791	0.00	1076	16	1109	14	1175	30	1076	16
332	0.34	2.248	0.05	0.20353	0.00	0.08025	0.00	1194	16	1196	16	1203	30	1194	16
338	0.42	2.1504	0.06	0.19346	0.00	0.08072	0.00	1140	20	1165	20	1215	36	1140	20
210	0.33	2.1062	0.07	0.18909	0.00	0.08093	0.00	1116	14	1151	22	1220	56	1116	14
63	0.26	1.8314	0.62	0.15569	0.00	0.08574	0.03	933	12	1057	224	1332	692	933	12
209	0.94	3.341	0.12	0.251	0.00	0.09664	0.00	1444	22	1491	28	1560	54	1444	22
27	0.05	0.50156	0.04	0.03339	0.00	0.11076	0.01	212	6	413	24	1812	120	212	6

Anexo 14. Datos isotópicos U-Pb de circones detríticos de la Formación Cosoltepec en la Unidad Amarillo en las muestras TT-80 de metapelita y MH-91 de un dique andesítico, de Kirsch et al. (2014).

14.3. Recopilación de Datos de Análisis con el Método Isotópico Ar/Ar

Step	Power	⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar	± (2s)	³⁸ Ar/ ³⁹ Ar	± (2s)	³⁷ Ar/ ³⁹ Ar	± (2s)	³⁶ Ar / ³⁹ Ar	± (2s)	⁴⁰ Ar* / ³⁹ Ar(K)	± (2s)	% ⁴⁰ Ar m	% ³⁹ Ar	Age (Ma)	± (2s)
1	4	104.637	3.927	0.422	0.040	12.032	4.831	0.345	0.023	3.764	5.776	96.404	0.986	54.147	81.842
2	6	24.581	0.984	0.048	0.028	58.629	6.726	0.060	0.017	12.039	5.209	52.932	1.800	167.753	69.309
3	8	18.300	0.351	0.024	0.007	14.375	1.571	0.012	0.005	15.958	1.475	13.518	5.251	219.159	19.077
4	8.5	17.893	0.267	0.025	0.005	16.862	1.352	0.009	0.004	16.878	1.088	6.632	9.855	231.011	13.983
5	9	18.047	0.339	0.026	0.007	16.880	1.696	0.008	0.005	17.167	1.413	5.847	13.128	234.719	18.120
6	9.75	17.706	0.174	0.023	0.003	17.686	0.713	0.006	0.002	17.686	0.508	1.188	23.175	241.366	6.493
7	10.5	17.542	0.149	0.024	0.003	17.155	0.660	0.006	0.001	17.306	0.417	2.374	35.081	236.498	5.336
8	11.3	17.607	0.191	0.023	0.003	17.080	0.652	0.006	0.001	17.371	0.493	2.361	45.364	237.340	6.305
9	12	17.787	0.187	0.023	0.003	17.486	0.859	0.006	0.002	17.664	0.607	1.754	53.825	241.078	7.756
10	13	17.595	0.136	0.023	0.002	17.380	0.732	0.006	0.001	17.467	0.446	1.775	66.460	238.568	5.705
11	14	18.032	0.231	0.026	0.004	17.136	1.111	0.007	0.003	17.553	0.862	3.674	72.357	239.658	11.022
12	16	18.169	0.302	0.025	0.006	17.698	1.324	0.008	0.004	17.446	1.269	5.015	77.353	238.295	16.241
13	20	18.089	0.234	0.023	0.004	17.769	0.982	0.007	0.002	17.617	0.767	3.666	83.520	240.478	9.803
14	25	18.692	0.356	0.030	0.008	17.746	1.830	0.008	0.005	17.889	1.574	5.335	86.623	243.961	20.078
15	30	17.661	0.179	0.024	0.002	18.023	0.610	0.006	0.001	17.448	0.425	2.293	100.000	238.323	5.442

Step	Ca/K	± (2s)	40Ar	± (2s)	39Ar	± (2s)	38Ar	± (2s)	37Ar	± (2s)	36Ar	± (2s)	39Ar/40Ar	± (2s)	36Ar/40Ar	± (2s)	r
1	22.206	9.152	781.960	2.568	7.473	0.279	3.154	0.275	89.913	35.942	2.577	0.144	0.00900	0.000	0.00300	0.000	0.005
2	111.923	16.583	151.695	1.783	6.171	0.236	0.295	0.171	361.810	39.132	0.373	0.103	0.03902	0.000	0.00201	0.000	0.009
3	26.577	3.812	478.8	2.318	26.167	0.486	0.630	0.173	376.168	40.505	0.324	0.126	0.05401	0.000	0.00000	0.000	0.002
4	31.229	3.833	624.663	2.856	34.910	0.496	0.860	0.183	588.648	46.439	0.305	0.122	0.05501	0.000	0.00000	0.000	0.002
5	31.263	4.279	447.833	2.477	24.814	0.445	0.656	0.171	418.863	41.416	0.206	0.113	0.05501	0.000	0.00000	0.000	0.001
6	32.775	3.319	1348.803	4.016	76.180	0.715	1.774	0.226	1347.337	52.795	0.430	0.118	0.05601	0.000	0.00000	0.000	0.000
7	31.778	3.196	1583.520	3.800	90.269	0.736	2.166	0.236	1548.536	58.208	0.560	0.113	0.05600	0.000	0.00000	0.000	0.001
8	31.638	3.178	1372.854	3.675	77.970	0.818	1.802	0.211	1331.717	48.876	0.482	0.115	0.05601	0.000	0.00000	0.000	0.001
9	32.400	3.405	1141.118	2.997	64.153	0.653	1.496	0.282	1121.789	53.909	0.381	0.121	0.05601	0.000	0.00000	0.000	0.000
10	32.200	3.284	1685.505	3.649	95.794	0.745	2.245	0.232	1664.852	68.980	0.566	0.131	0.05600	0.000	0.00000	0.000	0.000
11	31.744	3.597	806.337	3.116	44.716	0.545	1.184	0.197	766.268	48.812	0.314	0.123	0.05501	0.000	0.00000	0.000	0.001
12	32.798	3.913	688.262	3.254	37.881	0.604	0.949	0.213	670.431	49.006	0.304	0.155	0.05401	0.000	0.00000	0.000	0.001
13	32.930	3.560	845.695	2.909	46.753	0.582	1.067	0.195	830.754	44.707	0.337	0.113	0.05501	0.000	0.00000	0.000	0.001
14	32.886	4.565	439.881	2.423	23.533	0.430	0.730	0.181	417.601	42.373	0.196	0.120	0.05301	0.000	0.00000	0.000	0.001
15	33.408	3.303	1791.208	4.241	101.422	1.000	2.473	0.210	1827.956	59.156	0.649	0.126	0.05601	0.000	0.00000	0.000	0.001

Anexo 15. Datos isotópicos Ar-Ar de tschermakita de la Formación Cosoltepec en la Unidad Amarillo en la muestra TT-80 de anfibolita, de Kirsch et al. (2014).

Step	Power	⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar	± (2s)	³⁸ Ar/ ³⁹ Ar	± (2s)	³⁷ Ar/ ³⁹ Ar	± (2s)	³⁶ Ar/ ³⁹ Ar	± (2s)	⁴⁰ Ar*/ ³⁹ Ar(K)	± (2s)	% ⁴⁰ Ar	% ³⁹ Ar	Age (Ma)	± (2s)
1	4	594.135	160.036	1.103	0.399	0.015	38.736	1.871	0.546	41.257	63.228	93.051	0.500	520.200	692.590
2	7.5	26.307	0.731	0.084	0.014	10.342	1.841	0.027	0.009	19.219	2.699	27.361	10.350	261.050	34.130
3	8	19.567	0.537	0.043	0.013	10.607	2.745	0.007	0.010	18.338	3.017	6.830	19.110	249.870	38.400
4	8.5	19.400	0.631	0.034	0.018	10.010	2.656	0.011	0.011	16.957	3.367	13.057	27.000	232.210	43.270
5	9	20.137	0.729	0.034	0.027	9.460	3.426	0.013	0.016	17.104	4.785	15.480	32.330	234.100	61.430
6	10	18.361	0.288	0.024	0.006	8.586	1.003	0.005	0.004	17.573	1.093	4.709	57.720	240.110	13.980
7	11	19.418	0.439	0.027	0.013	9.313	1.977	0.008	0.007	17.989	2.174	7.814	69.500	245.430	27.740
8	12	18.684	0.450	0.021	0.014	10.467	2.260	0.007	0.008	17.714	2.491	5.729	79.920	241.920	31.830
9	14	19.122	0.529	0.022	0.021	11.810	2.473	0.013	0.013	16.360	3.878	15.001	87.230	224.530	50.040
10	20	19.159	0.436	0.023	0.010	10.049	1.947	0.009	0.006	17.303	1.886	10.174	100.000	236.650	24.180

Step	Ca/K	± (2s)	40Ar	± (2s)	39Ar	± (2s)	38Ar	± (2s)	37Ar	± (2s)	36Ar	± (2s)	39Ar/40Ar	± (2s)	36Ar/40Ar	± (2s)	r
1	0.030	70.890	387.424	2.636	0.652	0.176	0.720	0.174	0.010	25.259	1.220	0.137	0.00200	0.000	0.00300	0.000	0.002
2	19.060	3.830	337.946	2.338	12.846	0.346	1.075	0.182	132.854	23.384	0.350	0.114	0.03801	0.000	0.00101	0.000	0.005
3	19.560	5.380	223.459	2.167	11.420	0.293	0.486	0.148	121.136	31.190	0.086	0.114	0.05101	0.000	0.00001	0.000	0.002
4	18.450	5.190	199.758	1.997	10.297	0.318	0.353	0.189	103.070	27.159	0.117	0.115	0.05102	0.000	0.00002	0.000	0.002
5	17.430	6.520	139.760	2.142	6.940	0.228	0.239	0.190	65.660	23.677	0.092	0.110	0.04902	0.000	0.00102	0.000	0.004
6	15.810	2.360	607.999	2.793	33.114	0.497	0.783	0.194	284.322	32.944	0.176	0.117	0.05401	0.000	0.00001	0.000	0.001

7	17.1 60	3.98 0	298. 383	2.1 09	15.3 66	0.3 30	0.4 17	0.2 02	143. 107	30.2 24	0.1 19	0.1 10	0.051	0.0 01	0.000	0.0 00	0.0 02
8	19.3 00	4.54 0	253. 720	2.4 07	13.5 80	0.3 01	0.2 91	0.1 94	142. 134	30.5 24	0.0 89	0.1 12	0.053	0.0 01	0.000	0.0 00	0.0 02
9	21.7 90	4.99 0	182. 313	1.8 76	9.53 4	0.2 45	0.2 07	0.1 95	112. 593	23.4 01	0.1 24	0.1 23	0.052	0.0 01	0.001	0.0 01	0.0 03
10	18.5 20	3.98 0	319. 149	2.3 36	16.6 58	0.3 59	0.3 91	0.1 58	167. 387	32.2 28	0.1 57	0.1 03	0.052	0.0 01	0.000	0.0 00	0.0 02

Anexo 15.1. Datos isotópicos Ar-Ar de hornblenda de la Formación Cosoltepec localidad-tipo en la muestra COS-589-1 de anfibolita, de Kirsch et al. (2014).

Ste p	Pow er	⁴⁰ Ar/ ³ ³⁹ Ar	± (2s)	³⁸ Ar/ ³ ³⁹ Ar	± (2s)	³⁷ Ar/ ³ ³⁹ Ar	± (2s)	³⁶ Ar/ ³⁹ Ar	± (2s)	⁴⁰ Ar */ ³⁹ Ar(K)	± (2s)	% ⁴⁰ Ar m	% ³⁹ Ar	Age (Ma)	± (2s)
1	0.5	7.022 2	0.07 10	0.024 0	0.00 26	0.081 7	0.02 39	0.01 37	0.00 09	2.96 51	0.26 28	57.34 68	1.765 4	80.35 00	6.965 5
2	1	8.048 2	0.04 38	0.014 3	0.00 07	0.024 5	0.00 77	0.00 25	0.00 02	7.28 57	0.07 59	9.100 1	7.234 9	191.3 727	1.892 3
3	1.25	8.885 4	0.04 30	0.013 1	0.00 08	0.021 2	0.01 00	0.00 11	0.00 02	8.53 93	0.06 50	3.556 6	12.32 72	222.3 479	1.591 9
4	1.5	9.201 1	0.03 81	0.012 3	0.00 08	0.028 0	0.00 97	0.00 07	0.00 02	8.96 79	0.06 47	2.208 4	19.16 95	232.8 162	1.576 7
5	1.75	9.254 2	0.04 85	0.012 2	0.00 07	0.016 1	0.00 87	0.00 05	0.00 01	9.09 02	0.06 51	1.446 5	27.96 77	235.7 925	1.583 7
6	2	9.210 6	0.04 57	0.012 2	0.00 06	0.021 0	0.00 85	0.00 04	0.00 02	9.06 97	0.06 41	1.202 5	37.96 28	235.2 947	1.558 4
7	2.25	9.065 4	0.04 61	0.012 5	0.00 09	0.021 1	0.00 95	0.00 04	0.00 01	8.91 17	0.06 18	1.363 6	45.63 22	231.4 475	1.506 8
8	2.5	9.081 2	0.04 52	0.012 6	0.00 10	0.018 6	0.00 75	0.00 04	0.00 02	8.92 01	0.06 82	1.442 9	52.34 84	231.6 523	1.662 6
9	2.75	8.996 4	0.03 92	0.012 5	0.00 09	0.027 9	0.01 03	0.00 05	0.00 02	8.83 26	0.06 01	1.487 7	59.32 11	229.5 169	1.465 9
10	3	9.059 6	0.04 90	0.012 3	0.00 10	0.028 7	0.01 17	0.00 04	0.00 02	8.91 89	0.06 85	1.221 3	64.90 21	231.6 227	1.670 5
11	3.23	9.072 6	0.04 67	0.012 5	0.00 09	0.038 5	0.00 87	0.00 03	0.00 01	8.95 33	0.06 02	0.984 7	72.83 84	232.4 615	1.465 6
12	3.44	9.078 8	0.05 07	0.012 5	0.00 08	0.036 7	0.01 02	0.00 03	0.00 01	8.95 63	0.06 57	1.019 2	80.31 96	232.5 337	1.599 9
13	3.63	9.063 7	0.04 50	0.013 0	0.00 07	0.062 1	0.01 00	0.00 03	0.00 02	8.94 95	0.06 33	0.931 0	87.85 34	232.3 672	1.542 6
14	4	9.056 3	0.05 10	0.012 7	0.00 09	0.093 5	0.01 48	0.00 04	0.00 02	8.90 91	0.08 25	1.297 7	91.43 36	231.3 841	2.010 7
15	4.25	9.140 4	0.06 29	0.012 6	0.00 10	0.146 8	0.01 86	0.00 02	0.00 03	9.05 98	0.10 82	0.561 2	94.03 15	235.0 534	2.631 9
16	7	9.268 8	0.04 99	0.013 2	0.00 09	0.200 6	0.01 59	0.00 06	0.00 02	9.07 25	0.07 26	1.806 7	100.0 000	235.3 608	1.766 7
1	0.5	7.326 9	0.04 12	0.027 0	0.00 11	0.118 7	0.02 42	0.01 30	0.00 06	3.45 70	0.16 87	52.40 92	2.347 4	93.29 18	4.437 2
2	0.75	8.412 6	0.04 55	0.015 2	0.00 08	1.021 7	0.04 32	0.00 41	0.00 03	7.24 95	0.10 30	13.52 99	5.034 1	190.3 750	2.566 9
3	1	9.284 3	0.04 76	0.013 5	0.00 08	2.513 9	0.05 31	0.00 25	0.00 02	8.73 51	0.08 17	5.758 5	8.757 3	227.0 250	1.996 0
4	1.25	9.413 8	0.04 75	0.012 7	0.00 07	0.101 6	0.01 59	0.00 11	0.00 02	9.07 36	0.08 21	3.299 6	14.41 42	235.2 744	1.995 5
5	1.5	9.362 9	0.05 19	0.012 1	0.00 09	0.037 6	0.01 06	0.00 07	0.00 02	9.12 51	0.07 09	2.219 3	20.22 57	236.5 264	1.721 9
6	1.75	9.327 2	0.04 63	0.012 5	0.00 08	0.023 0	0.00 96	0.00 06	0.00 02	9.13 22	0.06 54	1.768 1	29.02 57	236.6 987	1.587 4
7	2	9.234 8	0.05 67	0.012 8	0.00 07	0.024 1	0.00 93	0.00 06	0.00 02	9.02 21	0.07 76	1.977 9	39.66 28	234.0 207	1.887 6
8	2.15	9.200 8	0.04 02	0.012 4	0.00 09	0.024 8	0.01 07	0.00 06	0.00 02	9.00 64	0.07 01	1.785 8	47.65 26	233.6 397	1.705 3
9	2.25	9.164 8	0.04 80	0.012 6	0.00 08	0.027 8	0.01 38	0.00 05	0.00 02	8.99 61	0.06 57	1.512 9	54.36 15	233.3 894	1.598 8
10	2.63	9.170 8	0.04 69	0.012 6	0.00 07	0.031 9	0.01 32	0.00 04	0.00 01	9.02 48	0.06 11	1.264 7	63.72 84	234.0 867	1.487 0
11	2.72	9.119 7	0.05 53	0.012 5	0.00 09	0.033 9	0.01 39	0.00 03	0.00 01	8.99 56	0.06 79	1.032 2	73.22 35	233.3 764	1.651 5
12	3.25	9.084 7	0.05 25	0.012 8	0.00 10	0.060 4	0.01 27	0.00 03	0.00 01	8.98 46	0.06 71	0.773 5	80.96 11	233.1 083	1.634 0
13	3.5	9.046 3	0.03 87	0.012 6	0.00 07	0.067 1	0.01 40	0.00 02	0.00 01	8.95 61	0.05 28	0.667 8	91.76 73	232.4 158	1.285 3
14	7	9.144 8	0.04 15	0.013 0	0.00 09	0.157 9	0.01 94	0.00 03	0.00 01	9.04 85	0.05 56	0.733 1	100.0 000	234.6 642	1.351 2
1	0.5	17.57 65	0.18 58	0.026 5	0.00 25	0.033 0	0.03 74	0.04 47	0.00 19	4.34 36	0.54 87	75.11 61	1.854 3	116.4 608	14.24 71
2	0.75	8.511 3	0.04 43	0.013 8	0.00 08	0.017 5	0.01 11	0.00 44	0.00 04	7.17 07	0.11 86	15.39 68	8.011 9	188.4 106	2.959 3

3	1	8.875 3 01	0.05 2	0.013 07	0.00 07	0.012 9	0.00 97	0.00 21	0.00 02	8.21 94	0.07 62	7.050 4	19.86 38	214.3 879	1.874 6
4	1.25	9.023 4	0.03 33	0.012 7	0.00 08	0.014 9	0.01 07	0.00 13	0.00 02	8.62 40	0.06 27	4.091 9	30.66 98	224.3 112	1.532 6
5	1.5	9.087 1	0.04 85	0.012 4	0.00 07	0.036 0	0.00 99	0.00 09	0.00 02	8.78 31	0.07 98	3.015 6	39.10 20	228.1 968	1.947 4
6	1.75	9.073 7	0.04 62	0.012 4	0.00 08	0.096 8	0.01 47	0.00 09	0.00 02	8.78 00	0.07 36	2.910 0	46.29 31	228.1 231	1.795 2
7	2	9.079 5	0.04 34	0.012 9	0.00 06	0.181 2	0.01 97	0.00 11	0.00 02	8.73 93	0.07 49	3.426 6	53.83 86	227.1 284	1.828 8
8	2.25	9.004 1	0.04 35	0.012 6	0.00 08	0.171 0	0.02 01	0.00 10	0.00 02	8.69 11	0.07 10	3.153 1	65.67 44	225.9 500	1.734 3
9	2.37	9.011 1	0.05 45	0.012 6	0.00 08	0.089 1	0.01 56	0.00 10	0.00 02	8.69 43	0.07 74	3.186 4	72.73 70	226.0 303	1.890 3
10	2.53	9.082 5	0.07 79	0.012 5	0.00 15	0.056 0	0.02 28	0.00 10	0.00 05	8.75 21	0.17 62	3.309 2	76.55 85	227.4 408	4.302 7
11	7	9.001 3	0.05 14	0.012 5	0.00 07	0.314 3	0.02 37	0.00 11	0.00 02	8.68 52	0.06 90	3.198 4	100.0 000	225.8 063	1.687 4

St ep	Ca/ K	± (2s)	40Ar	± (2s)	39Ar	± (2s)	38Ar	± (2s)	37Ar	± (2s)	36Ar	± (2s)	39Ar/ 40Ar	± (2s)	36Ar/ 40Ar	± (2s)	r
1	0.14 96	0.04 58	3135.1 714	9.12 48	446.4 678	4.32 14	10.7 370	1.13 82	36.49 73	10.6 471	6.09 56	0.39 35	0.1430	0.00 14	0.0019	0.00 01	0.01 32
2	0.04 48	0.01 46	11132. 5850	23.2 567	1383. 2441	6.95 33	19.7 563	0.98 54	33.83 56	10.5 969	3.43 78	0.30 11	0.1247	0.00 07	0.0003	0.00 00	0.00 93
3	0.03 87	0.01 86	11443. 2040	14.9 608	1287. 8613	5.99 54	16.8 299	1.04 98	27.24 27	12.8 595	1.38 49	0.21 80	0.1129	0.00 05	0.0001	0.00 00	0.00 23
4	0.05 12	0.01 84	15921. 8785	20.5 867	1730. 4276	6.80 56	21.2 769	1.43 09	48.36 71	16.7 889	1.20 34	0.30 99	0.1090	0.00 05	0.0001	0.00 00	0.00 16
5	0.02 94	0.01 61	20591. 1627	27.9 149	2225. 0695	11.2 662	27.0 991	1.45 45	35.72 37	19.3 449	1.01 79	0.33 35	0.1084	0.00 06	0.0000	0.00 00	0.00 11
6	0.03 85	0.01 59	23282. 2190	35.8 292	2527. 7747	11.9 169	30.9 237	1.58 09	53.15 41	21.4 096	0.96 23	0.38 94	0.1089	0.00 05	0.0000	0.00 00	0.00 12
7	0.03 87	0.01 78	17583. 2450	23.0 763	1939. 5958	9.52 18	24.3 081	1.83 16	40.97 24	18.5 022	0.82 28	0.27 55	0.1107	0.00 06	0.0000	0.00 00	0.00 10
8	0.03 40	0.01 41	15424. 8701	25.7 973	1698. 5414	7.95 31	21.3 901	1.64 20	31.59 58	12.7 289	0.76 20	0.29 73	0.1105	0.00 05	0.0000	0.00 00	0.00 15
9	0.05 10	0.01 94	15864. 2735	24.3 517	1763. 3959	7.18 48	22.1 239	1.66 79	49.13 39	18.1 708	0.81 24	0.27 47	0.1115	0.00 05	0.0001	0.00 00	0.00 16
10	0.05 25	0.02 20	12787. 0084	23.7 026	1411. 4345	7.17 48	17.3 809	1.34 45	40.52 47	16.5 750	0.53 98	0.23 18	0.1107	0.00 06	0.0000	0.00 00	0.00 15
11	0.07 05	0.01 72	18209. 7801	24.8 806	2007. 1091	9.95 89	25.1 541	1.82 19	77.31 02	17.4 271	0.62 84	0.26 20	0.1106	0.00 06	0.0000	0.00 00	0.00 09
12	0.06 71	0.01 96	17177. 2184	36.0 495	1892. 0122	9.79 73	23.6 173	1.42 53	69.35 06	19.2 415	0.61 18	0.27 13	0.1105	0.00 06	0.0000	0.00 00	0.00 17
13	0.11 36	0.02 11	17268. 9439	26.3 615	1905. 2950	8.99 89	24.7 010	1.41 52	118.3 018	18.9 924	0.57 71	0.29 03	0.1107	0.00 06	0.0000	0.00 00	0.00 09
14	0.17 11	0.03 14	8199.8 144	13.5 393	905.4 303	4.87 20	11.5 315	0.82 58	84.67 13	13.3 976	0.38 37	0.20 04	0.1108	0.00 06	0.0000	0.00 00	0.00 09
15	0.26 86	0.04 22	6005.3 640	10.0 059	657.0 152	4.38 52	8.30 24	0.66 46	96.43 80	12.2 177	0.14 10	0.19 65	0.1098	0.00 08	0.0000	0.00 00	0.00 02
16	0.36 71	0.04 48	13990. 8211	21.5 250	1509. 4492	7.78 15	19.9 056	1.37 57	302.7 226	23.8 925	0.93 99	0.27 41	0.1082	0.00 06	0.0001	0.00 00	0.00 14
1	0.21 72	0.04 86	5776.2 000	14.6 714	788.3 581	3.96 10	21.2 674	0.85 49	93.56 24	19.0 605	10.2 735	0.44 49	0.1370	0.00 08	0.0018	0.00 01	0.02 68
2	1.87 11	0.19 10	7590.9 095	11.4 378	902.3 234	4.68 35	13.6 970	0.75 44	921.9 052	38.6 806	3.73 29	0.28 93	0.1192	0.00 06	0.0005	0.00 00	0.00 52
3	4.60 87	0.43 91	11609. 5406	19.7 888	1250. 4427	6.04 87	16.8 361	1.02 28	3143. 5272	64.6 166	3.13 94	0.28 20	0.1079	0.00 06	0.0002	0.00 00	0.00 45
4	0.18 59	0.03 39	17884. 8164	25.2 130	1899. 8515	9.19 45	24.1 833	1.32 57	193.0 051	30.2 570	2.05 09	0.43 74	0.1066	0.00 05	0.0001	0.00 00	0.00 18
5	0.06 88	0.02 04	18274. 3855	26.4 307	1951. 7868	10.4 520	23.5 652	1.78 59	73.40 97	20.6 123	1.39 30	0.32 68	0.1071	0.00 06	0.0001	0.00 00	0.00 16
6	0.04 21	0.01 79	27566. 2246	39.1 605	2955. 4647	14.0 510	36.8 586	2.22 63	67.91 39	28.2 600	1.66 83	0.46 98	0.1076	0.00 05	0.0001	0.00 00	0.00 15
7	0.04 41	0.01 75	32990. 6643	46.2 219	3572. 4391	21.3 549	45.7 574	2.41 90	86.07 09	33.2 314	2.23 22	0.65 56	0.1086	0.00 07	0.0001	0.00 00	0.00 11
8	0.04 54	0.02 01	24688. 9900	38.0 213	2683. 3634	10.9 690	33.1 703	2.35 34	66.59 49	28.8 368	1.51 06	0.52 57	0.1090	0.00 05	0.0001	0.00 00	0.00 16
9	0.05 08	0.02 56	20649. 7660	30.6 437	2253. 1585	11.3 104	28.3 623	1.85 72	62.55 12	30.9 844	1.07 47	0.34 84	0.1095	0.00 06	0.0001	0.00 00	0.00 13
10	0.05 84	0.02 47	28849. 9070	39.8 964	3145. 8558	15.4 723	39.6 076	2.22 83	100.4 082	41.3 689	1.26 27	0.42 60	0.1094	0.00 06	0.0000	0.00 00	0.00 11
11	0.06 20	0.02 61	29082. 1425	42.1 515	3188. 9328	18.7 938	39.7 403	2.84 00	108.1 228	44.2 744	1.04 60	0.43 37	0.1100	0.00 07	0.0000	0.00 00	0.00 08
12	0.11 06	0.02 54	23607. 9369	45.6 420	2598. 6577	14.1 588	33.2 234	2.65 72	156.9 997	32.9 755	0.66 18	0.37 28	0.1104	0.00 06	0.0000	0.00 00	0.00 11
13	0.12 27	0.02 80	32831. 0209	49.8 409	3629. 2124	14.5 002	45.7 739	2.61 15	243.3 657	50.7 689	0.80 99	0.44 49	0.1109	0.00 05	0.0000	0.00 00	0.00 09
14	0.28 89	0.04 05	25284. 7952	34.6 002	2764. 9490	11.9 651	35.9 616	2.41 50	436.4 486	53.5 019	0.74 91	0.34 89	0.1097	0.00 05	0.0000	0.00 00	0.00 08
1	0.06 03	0.06 86	4149.8 785	10.8 355	236.1 034	2.41 83	6.26 79	0.57 98	7.784 9	8.81 92	10.5 515	0.43 54	0.0570	0.00 06	0.0025	0.00 01	0.01 57
2	0.03 21	0.02 05	6672.9 305	11.9 456	784.0 123	3.82 92	10.8 097	0.60 50	13.74 87	8.68 74	3.48 07	0.29 79	0.1179	0.00 06	0.0005	0.00 00	0.00 73
3	0.02 36	0.01 79	13393. 1470	21.2 841	1509. 0405	8.17 25	19.9 815	1.10 39	19.46 17	14.6 490	3.20 09	0.30 75	0.1131	0.00 06	0.0002	0.00 00	0.00 48

4	0.02 74	0.01 97	12415. 0546	17.3 843	1375. 8801	4.69 54	17.5 410	1.12 55	20.56 44	14.6 922	1.72 49	0.25 06	0.1112	0.00 04	0.0001	0.00 00	0.00 37
5	0.06 60	0.01 92	9756.0 955	15.7 483	1073. 6253	5.46 19	13.2 677	0.69 54	38.69 18	10.6 618	1.00 64	0.23 41	0.1104	0.00 06	0.0001	0.00 00	0.00 21
6	0.17 71	0.03 16	8307.8 974	14.5 072	915.6 037	4.37 81	11.3 600	0.73 66	88.59 60	13.4 771	0.84 29	0.18 04	0.1106	0.00 06	0.0001	0.00 00	0.00 28
7	0.33 16	0.04 74	8723.0 241	17.2 095	960.7 394	4.18 05	12.3 477	0.55 02	174.0 796	18.8 865	1.06 01	0.20 13	0.1105	0.00 05	0.0001	0.00 00	0.00 42
8	0.31 30	0.04 68	13569. 1295	21.7 910	1506. 9923	6.86 71	18.9 187	1.20 28	257.7 226	30.2 193	1.51 98	0.29 08	0.1114	0.00 05	0.0001	0.00 00	0.00 27
9	0.16 30	0.03 23	8103.1 624	18.3 994	899.2 397	5.03 67	11.3 710	0.75 05	80.10 03	14.0 271	0.89 61	0.17 18	0.1113	0.00 07	0.0001	0.00 00	0.00 44
10	0.10 24	0.04 28	4419.3 811	10.2 377	486.5 822	4.01 68	6.10 47	0.71 12	27.22 75	11.0 866	0.50 25	0.26 23	0.1105	0.00 09	0.0001	0.00 01	0.00 12
11	0.57 53	0.06 88	26866. 1676	40.0 155	2984. 6856	16.4 524	37.4 301	2.10 71	938.0 520	70.5 791	3.16 96	0.48 27	0.1114	0.00 06	0.0001	0.00 00	0.00 24

Anexo 15.2. Datos isotópicos Ar-Ar de biotita de la Formación Cosoltepec en la Unidad Amarillo en las muestras de metapelita, de Kirsch et al. (2014).

Step	Power	⁴⁰ Ar*/ ³⁹ Ar(K)	± (2s)	% ⁴⁰ Atm	% ³⁹ Ar	Age (Ma)	± (2s)	Ca/K	⁴⁰ Ar	± (2s)	³⁹ Ar	± (2s)
1	0.5	25.85	0.2	10.52	12.53	299.7	2.2	0.015	13	0.021	0.439	0.002
2	0.75	28.49	0.24	12.42	68.05	327.6	2.5	0	77	0.112	2,384	0.014
3	1	28.82	0.22	3	17.92	331.1	2.3	0	19	0.023	0.628	0.004
4	1.25	29.85	0.79	0.25	1.5	341.9	8.2	0	2	0.004	0.053	0.001

Step	³⁸ Ar	± (2s)	³⁷ Ar	± (2s)	³⁶ Ar	± (2s)	³⁹ Ar/ ⁴⁰ Ar	± (2s)	³⁶ Ar/ ⁴⁰ Ar	± (2s)	r
1	0.007	0	0.001	0	0.005	0	0.034606	0.000198	0.000356	0.000016	0.025
2	0.036	0.002	0.001	0.001	0.034	0.001	0.030742	0.000191	0.000421	0.000017	0.027
3	0.008	0.001	0.001	0	0.002	0	0.033656	0.000217	0.000102	0.000014	0.027
4	0.001	0	0.001	0	0	0	0.033417	0.000479	0.000008	0.000088	0.125

Anexo 16. Datos isotópicos Ar-Ar de muscovita de la Formación Cosoltepec en la Unidad Amarillo en la muestra LN-D5, AOR 1020, de micaesquisto, de Hinojosa-Prieto et al. (2008).

14.4. Recopilación de Datos de Análisis con el Método Isotópico Sm/Nd

Sm*	Nd	Rb	Sr	¹⁴⁷ Sm/ ¹⁴⁴ Nd	¹⁴³ Nd/ ¹⁴⁴ Nd	TDM	eNd	eNdt	⁸⁷ Rb/ ⁸⁶ Sr	⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr	⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr
6.04	29.64	37.2	81.9	0.1233	0.51243	1.04	4.1	0.5	1.314	0.71259	0.7055
5.57	27.91	63.7	108	0.1206	0.512104	1.53	10.4	6.7	1.71	0.7292	0.7137
8.36	42.64	146	46.3	0.1185	0.512057	1.56	11.9	8	3.448	0.72606	0.7074
6.09	32.06	139	117	0.1148	0.512057	1.56	-11.9	8	3.448	0.72606	0.7074
6.18	31.44	115	93.7	0.1188	0.51214	1.43	-9.5	-8.5	3.549	0.72563	0.7064
6.18	31.51	115	93.8	0.1186	0.512135	1.45	-9.7	-5.9	3.504	0.72556	0.7066
6.25	32.2	143	61.5	0.1174	0.512135	1.44	-9.8	-6	6.743	0.73036	0.6939
7.67	37.43	51.4	30.3	0.1239	0.512071	1.65	-11.1	-7.5	4.932	0.7367	0.71
6.19	30.02	73.9	50.1	0.1245	0.512173	1.48	-9.1	-5.6	4.28	0.74016	0.717

Anexo 17. Datos isotópicos Sm-Nd y Rb-Sr de roca completa y granate de la Formación Cosoltepec localidad-tipo en las muestras de basalto, micaesquisto, arenisca, clorita-esquisto y arcosa de Yáñez et al. (1991).

Nd (ppm)	Sm (ppm)	Sm/Nd	¹⁴⁷ Sm/ ¹⁴⁴ Nd	¹⁴³ Nd/ ¹⁴⁴ Nd	2 σ	T(i) (Ma)	εNd(0)*	εNd(i)	TDM (Ga)†
14.38	4.06	0.282336 58	0.1706	0.512967	1	339	6.4177840 9	7.5542441 6	0.33213
6.707	2.167	0.323095 27	0.1954	0.512901	6	339	5.1303258 8	5.1910315 9	1.16667
26.82	5.913	0.220469 8	0.1333	0.5123	6	339	- 6.5933465 7	- 3.8516578 9	1.39913
15.62	4.343	0.278040 97	0.168	0.51294	7	339	5.8910966 4	7.1397734 3	0.39615
30.28	7.062	0.233223 25	0.141	0.512421	6	339	- 4.2330065 3	- 1.8229696 4	1.296
15.05	4.338	0.288239 2	0.1743	0.512946	5	339	6.0081383	6.9839173 1	0.43171

40.64	7.794	0.191781 5	0.1159	0.512012	4	339	- 12.211346	- 8.7204526 8	1.59638
21.72	4.949	0.227854 51	0.1377	0.512407	8	339	- 4.5061037 2	- 1.9533009	1.26839
32.87	6.758	0.205597 81	0.1243	0.512239	6	339	- 7.7832700 7	- 4.6525991 3	1.36269
35.59	7.164	0.201292 5	0.1217	0.512153	7	339	- 9.4608671 2	- 6.2189604 5	1.46505
15.71	3.237	0.206047 1	0.1246	0.512885	7	177	4.8182148	6.4501030 9	0.30301
10.93607 02	4.019101 98	0.367508 79	0.2221854 83	0.5131342 17		352	9.6796846	8.5414548	-
9.894494 19	3.611762 06	0.365027 46	0.2206853 36	0.5130848 12		352	8.7159346	7.6443554 7	-

Anexo 18. Datos isotópicos Sm-Nd en roca completa de la Formación Cosoltepec localidad-tipo, la Unidad Amarillo y Salada en las muestras de anfibolita, dique andesítico y dique máfico, de Kirsch et al. (2014).

Nd (ppm)	Sm (ppm)	Sm/Nd	¹⁴⁷ Sm/ ¹⁴⁴ Nd	¹⁴³ Nd/ ¹⁴⁴ Nd	2σ	εNd(0)*	εNd(i)	TDM (Ga)†
38.12	7.44	0.195	0.1179	0.512035	5	-11.8	-8.4	1771
39.99	7.78	0.1944	0.1175	0.512047	5	-11.5	-8.2	1745
32.8	6.74	0.2054	0.1242	0.512077	4	-10.9	-7.9	1824
9.66	1.85	0.1911	0.1156	0.512079	5	-10.9	-7.5	1662
24.61	5.19	0.2107	0.1274	0.512179	5	-9	-6	1713

Anexo 19. Datos isotópicos Sm-Nd en roca completa de la Formación Cosoltepec en la Unidad Zumpango y Progreso en las muestras de cuarcita, de Ortega-Obregón et al. (2010).