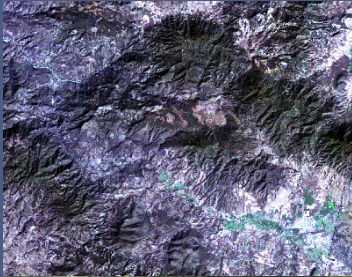
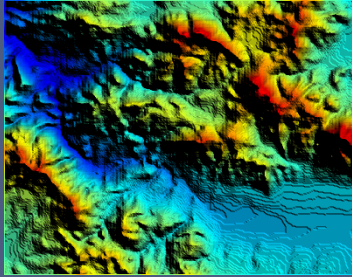




CONSEJO DE RECURSOS MINERALES



**CARTA GEOLÓGICO-MINERA
SANTIAGO NACALTEPEC E14-D27 ESCALA 1: 50,000
ESTADO DE OAXACA**

CONTENIDO

	Pag
RESUMEN.	1
I.- INTRODUCCIÓN.	3
I.1.- OBJETIVO DEL ESTUDIO.	3
I.2.- TRABAJOS PREVIOS	4
I.3.- METODO DE TRABAJO.	5
II. GEOGRAFÍA.	6
II.1.- LOCALIZACIÓN Y EXTENSIÓN DEL ÁREA.	6
II.2.- ACCESO Y VÍAS DE COMUNICACIÓN.	6
II.3.- FISIOGRAFÍA.	6
III. GEOLOGÍA.	7
III.1.- MARCO GEOLÓGICO.	7
III.2.- ESTRATIGRAFÍA.	10
III.2.1.- Terreno Guerrero.	11
III.2.1.a.- Subterreno Teloloapan.	11
<i>Secuencia metavolcanosedimentaria (Kbea Mvs).</i>	11
<i>Formación Balsas (Tpae Cgp-Ar).</i>	11
III.2.2. Cuenca Zimapán.	14
<i>Formación Tamabra (Kace Cz-Mg).</i>	14
<i>Formación Soyatal (Kcm Lu-Cz).</i>	14
III.2.3. Cuenca Sierra Madre Oriental.	15
<i>Formación Pimienta (Js Cz Lu).</i>	15
III.2.4. Cuenca Guerrero Morelos.	16
<i>Formación Morelos (Kace Cz).</i>	16
<i>Formación Balsas (Tpae Cgp-Ar).</i>	16
III.2.5. Volcanismo Terciario.	17
<i>Riolita Tilzapotla (To R-TR).</i>	17
III.2.6. Eje Neovolcánico.	17
III.2.6.1. Fosa Acambay.	17
<i>Secuencia volcánica del Mioceno (Tm A-Da).</i>	17
<i>Secuencia piroclástica de Ñado (Tpl TDa-R).</i>	18
<i>Tobas andesíticas-Andesitas (Tpl TA- A₁).</i>	18
<i>Andesitas La Peña (Tpl A-Da₁).</i>	19
<i>Andesitas-Basaltos Octeyuca (Tpl A-B).</i>	19
<i>Andesita Atlacomulco-Basalto Metates(Qpt A-B₁).</i>	20
<i>Pómez Jocotitlán (Qho TA)</i>	20
<i>Domo Jocotitlán (Qho Da-A).</i>	20
III.2.6.2. Campo Volcánico Nevado de Toluca	21

<i>Secuencia Volcánica San Antonio (Tpl Da-A y Tpl-Lh-TA₁)</i>	21
<i>Formación Zinacantepetl (Qpt Lh-TA₁)</i>	21
<i>Formación Chontalcoatlán (Qpt ho Da-A)</i>	22
<i>Andesitas y Basaltos (Qpt A-B₂)</i>	22
<i>Vulcanismo Básico (Qho A-B₁)</i>	23
III.2.6.3. Campo Volcánico Sierra Las Cruces	23
<i>Formación Xochitepec (Tm A-Da)</i>	23
<i>Formación las Cruces (Tpl A-Da₂)</i>	23
<i>Formación Zempoala (Tpl Lh-TA₂)</i>	24
<i>Formación Ajusco (Qpt A-B₃)</i>	25
<i>Formación Jumento (Qho A-B₂)</i>	25
<i>Formación Ixtapantongo (Qpt la)</i>	25
III.2.6.4. Campo Volcánico Sierra Chichinautzín.	26
<i>Lahares y Tobas andesíticas (Tpl Lh- TA₂)</i>	26
<i>Formación Chichinautzin (Qpt-ho B-A)</i>	26
<i>Andesitas–Basaltos (Qho A-B₂)</i>	27
III.2.6.5. Campo Volcánico Guadalupe-Sierra La Muerta.	27
<i>Formación Chiquihuite (Tm A-Da)</i>	27
<i>Andesitas (Tpl A)</i>	27
<i>Formación Santa Isabel-Peñón (Qpt A- B₃)</i>	28
<i>Sedimentos lacustres (Tpl Qpt la₁)</i>	28
III.2.6.6 Caldera Humeros-Acocolco.	28
<i>Andesita El Peñón (Tpl A-Da₃ y Tpl TA-A₂)</i>	28
<i>Riolita Chignahuapan (Tpl R TDa)</i>	29
<i>Andesitas–Basaltos (Qpt A-B₅ Qpt TA-A)</i>	30
III.2.6.7. Campo Volcánico Sierra Nevada.	31
<i>Riodacita (Tm (?) Rd)</i>	31
<i>Formación Iztaccihuatl (Tpl-Qpt A)</i>	31
<i>Formación Tláloc (Tpl-Qpt A-Da)</i>	31
<i>Formación Popocatepetl (Qpt-ho A-Da)</i>	32
<i>Formación Tlayecac (Qpt Lh-TA y Qho Lh-TA)</i>	33
<i>Andesitas-Basaltos San Nicolás (Qho A-B₃)</i>	33
III.2.8. Campo Volcánico La Malinche.	33
<i>Andesitas no diferenciadas (Tpl TA-A)</i>	33
<i>Toba Andesítica y Andesita (Qpt TA-A)</i>	34
<i>Andesitas–Basaltos (Qpt A-B₇)</i>	34
<i>Tobas Andesíticas (Qpt-ho TDa)</i>	34
<i>Formación Calpulalpan (Tpl Qpt la₂)</i>	35
III.2.7. Rocas Igneas Intrusivas	36
<i>Granito (Te Gr)</i>	36
<i>Pórfido andesítico (Qho PA)</i>	36
III.2.7. Depósitos Continentales Cuaternarios.	37
<i>Aluvión (Qho al, Qho lm-ar)</i>	37
III.3. GEOLOGIA ESTRUCTURAL.	37

III.3.1. Interpretación del Modelo Digital de Elevación.	37
III.3.2. Interpretación de Imagen de Satélite.	39
III.3.3. Descripción de Estructuras.	39
III.3.3.1. Deformación Dúctil.	39
III.3.3.2. Deformación Frágil.	40
<i>Gravens y Pilares.</i>	41
<i>Fallas.</i>	41
<i>Volcanes.</i>	41
III.4. TECTONICA.	44
IV. YACIMIENTOS MINERALES.	46
IV.1. METALICOS.	46
IV.1.1.- Introducción.	46
IV.1.2.- Antecedentes.	47
IV.1.3.- Minas en explotación.	47
IV.1.4.- Infraestructura Minera.	47
<i>Mina Dongú (mineral in situ).</i>	47
<i>Minas Viejas (mineral in situ).</i>	48
<i>Mina La Delfina (mineral in situ.)</i>	48
<i>Mina El Descubrimiento (mineral in situ)</i>	
IV.2.- NO METALICOS.	48
IV.2.1.- Introducción.	48
IV.2.2.- Antecedentes.	49
IV.2.3.- Minas en explotación.	49
<i>Zona Acambay.</i>	49
Arena y grava.	49
<i>Zona Ixtlahuaca.</i>	50
Diatomita.	50
<i>Zona Ciudad de México.</i>	51
Arena y grava.	51
Agregados pétreos (Tezontle).	51
<i>Zona Toluca.</i>	52
Arena y grava.	52
<i>Zona Cruz Azul.</i>	53
Caliza.	53
<i>Zona Otumba.</i>	53
Arena y Grava.	53
Obsidiana.	54
<i>Zona mineralizada Tlaxco.</i>	54
Arenas feldespáticas.	54
<i>Zona Puebla.</i>	55
Arcilla.	55
V.- MODELO DE YACIMIENTOS.	56
VI.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	57
VII. PROBLEMAS NO RESUELTOS.	58
BIBLIOGRAFÍA.	59

ANEXOS.

- TABLA 1. RESULTADOS PETROGRÁFICOS.
- TABLA 2. ANALISIS QUIMICO.
- TABLA 3. YACIMIENTOS MINERALES.
- TABLA 4. ROCAS DIMENSIONABLES Y BANCOS DE MATERIAL.
- TABLA 5. OBSERVACIONES DE CAMPO.
- TABLA 6. DETERMINACIONES ISOTÓPICAS.

**CARTA GEOLOGICA – MINERA
SANTIAGO NACALTEPEC E14-D27 ESCALA 1:50,000**

Ing. Onésimo Motonía García
Ing. José Ney Aranda Osorio

RESUMEN

Se localiza en la porción norte del estado, comprende parcialmente los municipios de Santiago Nacaltepec, San Juan Bautista Atlatla y San Juan Tepeuxila y queda comprendida entre las coordenadas entre las coordenadas geográficas 17° 30' a 17° 45' de latitud norte y 96° 40' a 97° 00' de longitud oeste, cubriendo una superficie de 980 Km².

El acceso principal se realiza por la carretera federal No. 131 que comunica la parte occidental de la carta y une a Oaxaca con Tehuacan en el Estado de Puebla; otro acceso es el ferrocarril México–Oaxaca, su estación más cercana se localiza en Tomellín en la colindancia de la carta; los accesos a la carta en general son por caminos de terracería que son transitables en todo tiempo, pero muy restringidos.

La región en cuestión forma parte de la provincia fisiográfica Sierra Madre del Sur que contiene la subprovincia Tierras Altas de Oaxaca donde prevalecen los terrenos montañosos burdamente dividido por los valles de los ríos Grande y Atoyac.

El área de estudio se ubica dentro de los Terrenos Tectonoestratigráficos Oaxaqueño y Maya, teniendo como límite tectónico al Complejo Milonítico, que constituye la posible sutura de ambos Terrenos.

La unidad más antigua es el Complejo Metamórfico Oaxaqueño (*pTm CM*), reconocido como el basamento del Terreno Oaxaqueño y que se conoce desde el siglo pasado; Fries C. Jr. (1992 y 1996), Rodríguez T.R. (1970), en Ortega, G. J. V. (1991), coinciden en afirmar que estas rocas son las más antiguas basándose en dataciones radiométricas y que son de edad Precámbrica y están representadas por ortogneises cuarzofeldespáticos y ortogneises milonítico.

El Complejo Oaxaqueño se forma en tiempos Precámbricos como una secuencia de margen continental pasivo, la constitución geológica de este complejo Fries C. (1962) en Ortega, G. J. V. (1991) y Ortega G.F. et al (1977–1981), definen la última sucesión espacio-temporal de las facies de un ciclo tectónico complejo de sedimentación, magmatismo, deformación, levantamiento y erosión. Las rocas de este complejo padecen deformaciones y metamorfismo en facies de granulita durante la Orogenia Grenvilliana.

Al centro de la carta se encuentra el Complejo Milonítico (*Jm CMi*), cartografiado como una unidad que esta constituida por diferentes litotipos, localizada en una franja de rumbo N 20°W, que atraviesa toda la carta con ancho promedio de 9 Km. y continua hasta Tehuacan, su litología consiste de: esquistos, filitas, metasedimentos, gneis milonítico, paragneises, granitoides, diabasas y metapórfido diorítico con diferentes grados de milonitización de edad Jurásico medio; Alaniz A.S., (1994), destaca que esta franja milonítica posiblemente sea el límite (sutura) entre dos terrenos Tectonoestratigráficos.

La cuenca de Oaxaca esta representada por la formación Jaltepetongo (*Knap Ar-Lu*), que tiene una edad definida de Neocomiano-Aptiano y esta constituida por areniscas, lutitas, conglomerados basales, calizas arcillosas y margas, esta unidad se encuentra regularmente deformada por pliegues frecuentemente disarmónicos y corrimientos paralelos a la estratificación causado por el despegue de capas masivas de areniscas sobre capas lutíticas, en el extremo noroeste sobre el río del Tomellín esta en contacto normal con la formación Yushé y en discordancia con el Complejo Oaxaqueño y los Conglomerados Cuicatlán, al suroeste en el área de Santiago Nacaltepec esta en contacto concordante con la formación Yushé y en discordancia con los Conglomerados Cuicatlán, al centro en la región de Atlatlahuca esta en contacto tectónico con el Complejo Milonítico y suprayaciendo en discordancia a la formación Suchilquitongo.

Charleston S. (1979), en Ortega, G. J. V. (1991), definió esta unidad por primera vez como Complejo Cuicateco a un conjunto de rocas metamórficas que afloran al oriente del Cañón del Tomellín. En este estudio, debido a las relaciones estratigráficas observadas en campo se renombró como Secuencia Quiotepec **Knap (?) C-E, Knap (?) MCz y Knap (?) MA**. Litológicamente consiste de esquistos, cuarcitas, filitas, pizarras, calizas foliadas, metasedimentos, metariolitas y metandesitas, además de bloques exóticos de ortogneises. Se encuentra en de contacto tectónico con la formación Yushé por

medio de la cabalgadura de Los Cobos, prolongándose hasta el río Grande, esta en contacto con la formación Jaltepetongo representando el límite de lo que se considera como el miembro metamorfizado y miembro sano del Cretácico inferior. También está en contacto discordante y tectónico con los Conglomerados Cuicatlán del Mioceno, en las inmediaciones del río Grande; en la porción superior noreste esta en contacto tectónico por medio de la falla Buenos Aires, con el Complejo Metamórfico Sierra Juárez del Paleozoico superior.

La formación Yushé (**Kace Cz**), esta conformada por calizas con horizontes de pedernal negro de edad Albiano-Cenomaniano, esta plegada con una deformación armónica. Aflora en la porción poniente en dos franjas orientadas sur a norte; al oriente en una franja que atraviesa toda la carta con dirección sensiblemente sur-norte pasando por el Cerro Siempre Viva, Sierra de Monte Flor, hasta el norte del poblado de Tlacolula. En el extremo poniente, se encuentra en contacto discordante con el Complejo Metamórfico Oaxaqueño y sobreyaciendo concordantemente a la formación Jaltepetongo y en discordancia al conglomerado Cuicatlán; al oriente se presenta discordante con el Complejo Milonítico, el contacto inferior es concordante con la formación Jaltepetongo, hacia la parte norte se encuentra en contacto tectónico por medio de la cabalgadura de Los Cobos con la formación Jaltepetongo y las calizas foliadas de la Secuencia Quiotepec.

Los depósitos terciarios están representados por la formación Tehuacan (**Teo Ar-Lm**), que por su posición estratigráfica le asignan una edad de Eoceno-Oligoceno Calderón G.A.(1956) y Brunet J. (1967), en Centeno, G. E. (1998), esta constituida por limolitas, areniscas, calizas lacustres y conglomerados. Aflora al noroeste en las localidades de Santiago Dominguillo y Tomellín y al oriente cercano a la ranchería La Tarraya. En el río Tomellín y el tramo de la carretera que va de Santiago Dominguillo hasta el límite norte de la carta, la base de esta unidad subyace en concordancia con el Conglomerado Cuicatlán y sobreyaciendo en discordancia al material reciente de los ríos Grande, De Las Vueltas y Tomellín; al oriente aflora concordante con el Conglomerado Cuicatlán y en discordancia con las formaciones Yushé y Jaltepetongo.

La formación Suchilquitongo (**Tm pl Cz-Ig**), que fue reconocida y nombrada por Wilson y Clabaugh, F. S. (1970) en Ortega, G. J. V. et al (1970) y fue fechada por métodos paleontológicos y radiométricos y consta de una secuencia de limolitas, areniscas tobaceas, calizas recristalizadas, conglomerados, un derrame ignimbrítico y tobas de composición andesítica. Subyace discordantemente a la formación Jaltepetongo y Complejo Milonítico, también subyace en contacto concordante a los Conglomerados Cuicatlán y sobreyace a los depósitos recientes del Cuaternario en forma discordante

Conglomerado Pleistocénico (**Qpt Cgp**), esta unidad se reconoció en este estudio, se presenta poco compacto con clastos bien redondeados de rocas metamórficas y sedimentarias que se observan en la Cañada Grande; han sido considerados de una edad pleistocénica;

Depósitos de Materiales Recientes (**Qho al**) del Cuaternario representados principalmente por aluviones.

El terreno Maya fue definido por Campa et al (1983), como un basamento heterogéneo un poco similar al Terreno Coahuila, probablemente una porción desplazada de dicho terreno hacia el sureste; consiste de rocas metamórficas de bajo grado de la facies de esquistos verdes y metasedimentos cuyas edades corresponden al Paleozoico superior al Triásico, en Pacheco G.A.C. (1983).

Araujo M.D. (1981) en Ortega, G. J. V. (1991), designa como Complejo Metamórfico Sierra Juárez (**Pc Pp (?) C-E**), al conjunto de rocas metamórficas de bajo grado que afloran en la Sierra de Juárez, con base a dataciones radiométricas la edad de este complejo es considerado del Paleozoico superior y litológicamente lo constituyen cuarcitas y esquistos de composición cerisitica y moscovita con bandas delgadas y nódulos de cuarzo. Este Complejo esta en contacto tectónico en la porción noreste por medio de la falla Buenos Aires con la Secuencia Quiotepec. Es considerado actualmente como el basamento del Terreno Maya

La estructura regional más sobresaliente es el Complejo Milonítico (**Jm CMi**), que se forma a raíz de la colisión de los Complejos Metamórficos: Oaxaqueño y Sierra Juárez, mismo que fue sometido a diferentes deformaciones en distintas etapas geológicas, que concluye con la exhumación del complejo en el Terciario inferior, en el área los límites tectónicos son la falla Oaxaca y la estructura decollement Monte Flor. En el Cretácico las formaciones Jaltepetongo (**Knap Ar-Lu**) y Yushé (**Kace Cz**), presentan una intensa deformación en donde están involucradas cabalgaduras y despegue gravitacional. La deformación no alcanza la recristalización metamórfica por lo que se considera que se desarrollo en un nivel cortical relativamente superficial.

Como estructura regional Complejo Milonítico se formó durante el evento D_1 que se relaciona con el cabalgamiento del Complejo Oaxaqueño sobre el Complejo Sierra Juárez en el Paleozoico tardío Alaniz A. S. (1994, en este evento se formó la foliación S_1 que es la más común en el complejo; los eventos D_2 , D_3 son reactivaciones posteriores, D_2 se caracteriza por una dirección de movimiento sub-oriental mismas que se han fechado por diferentes métodos, de este evento se obtuvo una edad Jurásico medio para esta deformación Alaniz A. S. (1995), también se relaciona con la foliación S_2 que es subparalela a S_1 , el evento D_3 tiene una deformación extensional con múltiples sentidos de movimiento, esto reactiva la foliación S_2 y se desarrollan microestructuras tipo domino en el límite dúctil-frágil, mismo que esta relacionado con la exhumación temprana de la faja milonítica, en carta Telixtlahuaca convenio CRM-UNAM, (1999).

Durante el Cenozoico la estructura más sobresaliente es la falla Oaxaca localizada en una depresión alargada con relleno fluviolacustre; se manifiesta como un escarpe rectilíneo de dirección $N 20^\circ W$, y consiste en un grupo de fallas paralelas que forman ángulos de hasta 25° con esa dirección Nieto S.E.N.(1994), se observa en la parte central al inicio y final de la carta.

En el Terciario actúa como una falla de crecimiento con movimientos recurrentes es decir de periodos activos y pasivos alternados. Centeno G.E. (1988), al poniente se localiza la estructura de decollement Monte Flor originada por la exhumación del Complejo Milonítico (*Jm CMi*) y que pone en contacto a dicho complejo con rocas calcáreas del Cretácico.

El decollement Monte Flor, se localiza al oriente atravesando de sureste a noroeste la carta, esta estructura fue originada por la exhumación del Complejo Milonítico del Jurásico medio, ha sido interpretada como una falla de bajo ángulo que dio lugar al resbalamiento de las rocas del Cretácico superior sobre rocas del Cretácico inferior, determina el contacto tectónico entre el Complejo Milonítico y las unidades calcáreas del Cretácico. De acuerdo al sistema de fallas descrito y su predominancia de rumbo, es posible definir que este evento se tuvo lugar durante el Terciario y paralelo a la Orogenia Laramíca.

Entre las fallas principales se encuentran la falla inversa de Los Cobos, en donde se observa que los metasedimentos de la Secuencia Quiotepec (**Knap (?) C-E**) están cabalgando a calizas de la formación Yushé (**Kace Cz**). La falla El Convento, se localiza en el límite noreste de la carta, con un rumbo predominante de $N 30^\circ W$ con echados de al noreste, representa el contacto tectónico de calizas foliadas de la Secuencia Quiotepec (**Knap (?) MCz**) y Conglomerado Cuicatlán existe una falla normal que delimita en esta parte al semigraben de San Pablo Macuiltianguis.

Existe una serie de lineamientos con dirección predominante sureste-noroeste, donde basándose en las interpretaciones de imágenes de satélite se pudieron ubicar las fallas Los Cobos y Nacaltepec.

I.- INTRODUCCION

I.1.- OBJETIVO DEL ESTUDIO

Con el propósito de proporcionar al sector minero y al usuario en general, de manera mas completa y eficiente el servicio de información Geológico-Minera de nuestro País. El Consejo de Recursos Minerales instituye un programa de infraestructura básica geológica-minera, con el fin de generar toda la información de campo necesaria para la elaboración de cartas geológico-mineras, geoquímica (31 elementos) y magnéticas, en formato cartográfico 1:50,000 y 1:250,000; el cubrimiento contemplado en una superficie de 1:350,000 km², que es el área con mayor potencial minero del territorio nacional.

El caso del presente estudio consiste en realizar la cartografía geológico-minera y geoquímica de la carta

Santiago Nacaltepec, escala 1: 50,000, clave E 14 D 27, realizando estudios de interpretación de imágenes de satélite, la cartografía geológico-minera mapeando unidades litológicas, zonas de alteración, paralelamente se realiza un estudio geoquímico de sedimentos activos de arroyo; así como la prospección geológica-minera con su respectivo inventario e interpretación correspondiente.

I.2.- TRABAJOS PREVIOS (Figura 1)

Como primera etapa en el desarrollo de las actividades de esta cartografía, se realizó la compilación de la información geológico-minera de la región, la cual no contiene estudios específicos, todos tienen carácter regional los siguientes estudios están adjuntos a la carta:

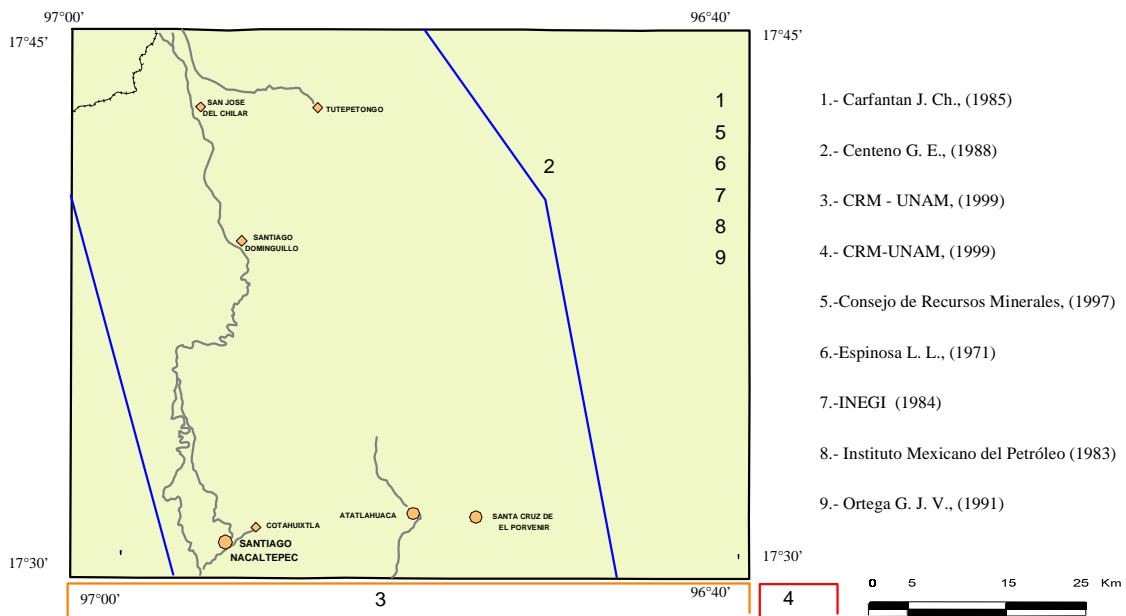


Figura 1 Trabajos consultados

Ortega G. J. V., et al 1991, Realizan un estudio generalizado de la estratigrafía, tectónica y paleogeografía de la hoja Oaxaca.

Ham W.J.M., 1981, Concluye que el aspecto geológico expuesto de toda la región es complicado tanto en el aspecto estratigráfico como tectónico, pero que fue parcialmente solucionado con 10 secciones donde se reconocía la estratigráfica y tectónica.

Espinosa L. L., 1971. Estudia la estratigrafía de toda la región, su fin es considerar si existen las condiciones adecuadas de localizar hidrocarburos.

Centeno G. E. 1988: Estudia la evolución estructural de la Falla Oaxaca durante el Cenozoico, menciona que la falla es un frente montañoso de 130 Km de longitud con dirección norte-noroeste y esta constituida por varios eventos de deformación.

Ferrari P. L., et al, Convenio CRM-UNAM. 1999, carta Geológico-Minera y Geoquímica San Francisco Telixtlahuaca; mencionan que desde el punto de vista geológico, el límite entre los Terrenos Oaxaqueño (Zapoteco) y Juárez (Cuicateco) esta representado por una faja milonítica conocida como Complejo Milonítico de la Sierra Juárez.

González R. A. et al. (1999). Afirman que las rocas metamórficas de bajo grado en facies esquistos verdes y metasedimentos de Sierra Juárez son del Carbonífero-Pérmico. La secuencia de esquistos de cuarzo-biotita,

esquistos de cuarzo moscovita y esquistos de actinolita-tremolita, así como metasedimentos que comprende a metaconglomerados, metacalizas, son considerados como parte del basamento del Terreno Maya.

1.3 METODO DE TRABAJO

La metodología aplicada en la realización del proyecto integral cartográfico consiste de tres etapas durante un año:

- 1.- Gabinete, al inicio de los trabajos (recopilación de información).
- 2.- Cartografía, como parte medular del estudio.
- 3.- Integración, interpretación y elaboración de informe y planos finales, como resultado total del trabajo.

La primera etapa de gabinete y no mayor a los dos primeros meses del año está compuesta de:

- a).- Recopilación de información para su selección, integración y reinterpretación para los fines geológico-mineros y geoquímicos perseguidos. Las fuentes de información son el propio Consejo de Recursos Minerales, bajo una base cartográfica de INEGI, además de instituciones afines (PEMEX, CFE, SARH, CONAGUA), universidades y empresas mineras.
- b).- Interpretación de imágenes de satélite y modelos digitales de elevación con especial énfasis en



Figura 2 Plano de localización

lineamientos, curvilineamientos, zonas de alteración y relación estructural con yacimientos minerales conocidos, para la definición de nuevas áreas prospectivas.

La segunda etapa se realiza en campo y corresponde alrededor de nueve meses, donde en los dos primeros meses la actividad es parcial y en general consiste de:

- a.- Cartografía geológica, mediante la verificación de contactos, secciones geológicas y apoyo con las fotografías aéreas en áreas de complicación geológicas y/o de interés económico. La información se enfoca hacia la obtención de cartas geológicas cronoestadigráficas.
- b.- Reconocimiento geológico minero con muestreo representativo de la mineralización, definiendo calidad, potencial y perspectivas de yacimientos minerales, tanto

metálicos como no metálicos. Se delimitan zonas, distritos o provincias mineralizadas con sus respectivas características, además de áreas nuevas prospectivas.

c.- Obtención de muestras de esquilas de zonas mineralizada y alteraciones para análisis químico, también se toman muestras de “roca entera”, petrografía y minerografía.

La tercera y última etapa, consisten en la integración e interpretación de la información obtenida, se realiza durante los últimos tres meses del año. Se produce un informe final con los siguientes planos digitalizados: geológico minero estructural; plano de interpretación de imágenes. Cabe mencionar que la información estará disponible en disquete y se podrán combinar varios temas, para obtener planos especiales.

II.- GEOGRAFIA

II.1 LOCALIZACION DEL ÁREA. (Figura 2).

Se localiza en la porción norte del estado de Oaxaca, comprendiendo parcialmente los municipios de Santiago Nacaltepec, San Juan Bautista Atalauca, San Juan Tepeuxila y parcialmente Cuicatlán y queda comprendida entre las coordenadas geográficas 17°30' a 17°45' de

latitud norte y 96°40' a 97°00' de longitud oeste, cubriendo una superficie de 980 km².

II.2 ACCESO Y VIAS DE COMUNICACIÓN

Las vías de comunicación principales están constituidas por la carretera federal No. 131 que comunica la parte

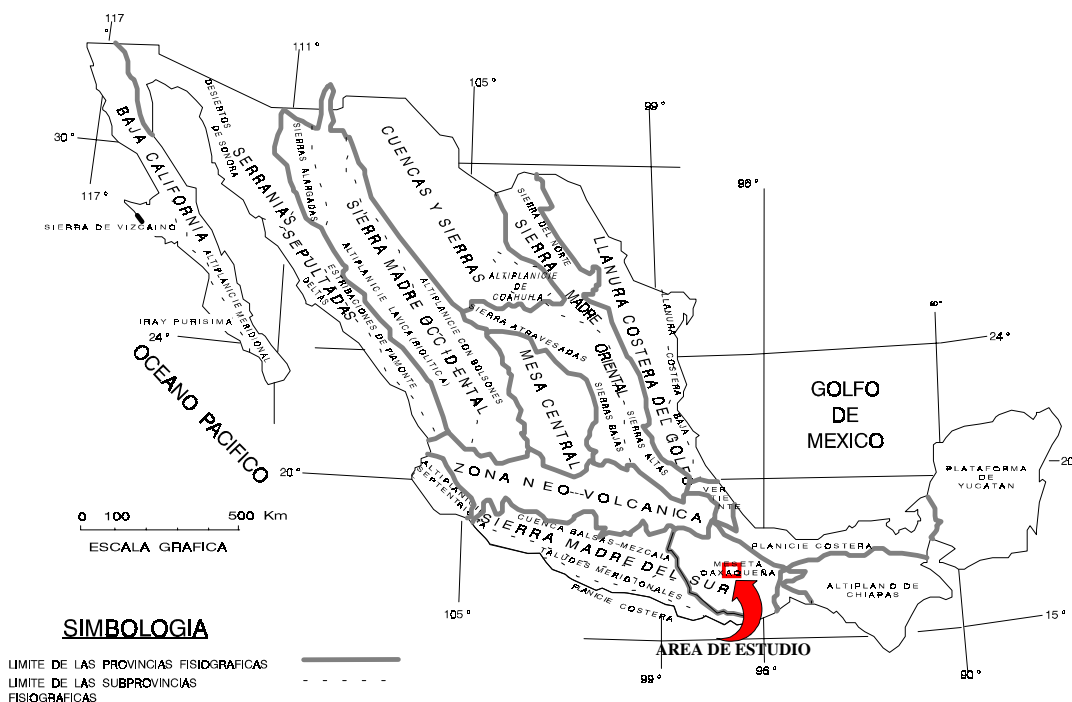


Figura 3 Provincias fisiográficas

occidental de la carta y une a Oaxaca con Tehuacán en el estado de Puebla y atraviesa la carta de sur a norte (Figura 2) otro acceso es el ferrocarril México-Oaxaca; que no esta dentro de la carta, pero en la parte noroeste muy cerca se localiza la estación de Tomellín. Existen algunos caminos de terracería como son: El que une el puente de Río Grande con Tlacolula pasando por Tutepetongo y Tepeuxila, el que va de Santiago Nacaltepec a Atlatlahuaca y parte de la sierra, y otros que tocan a la carta regularmente en los extremos.

II.3 FISIOGRAFIA (Figura 3)

La región en estudio se localiza fisiográficamente en la Sierra Madre del Sur, que contiene la subprovincia Tierras Altas de Oaxaca.

En la subprovincia Tierras Altas de Oaxaca prevalecen los terrenos montañosos burdamente dividido por los valles de los ríos Grande y Atoyac, habiendo valles intermontanos como los de la Cañada en el área de Cuicatlán, al norte de la zona estudiada.

La topografía existente es contrastante, la podemos dividir en dos dominios fisiograficos distintos, la parte occidental que termina en el Valle de Cuicatlán las alturas varían de 800 a 2000 m.s.n.m.; la parte oriental esta caracterizada por elevaciones máximas de 3000 m.s.n.m., como la Sierra Monte Flor y Cerro Siempre Viva con 3000 metros de altura, estas zonas están caracterizadas por una larga historia erosiva que ha dejado numerosas cañadas con desniveles muy profundos.

III. GEOLOGIA

III.1 MARCO GEOLOGICO

El Complejo Metamórfico Oaxaqueño fue reconocido desde el siglo pasado por Aguilera J. G. et al (1893), posteriormente Fries C. Jr. (1962 y 1966), Rodríguez T. R. (1970), en Ortega, G. J. V. (1991), afirman que las rocas que existen en este complejo son de las más antiguas, por dataciones se reconocieron que son de edad Precambrica y están representadas por ortogneises, granulitas, charnokitas y otras.

De 1962 a 1966 el personal del laboratorio de Geocronometría del Instituto de Geología de la UNAM, encabezado por el Dr. Carl Fries Jr., contribuyeron con dataciones radiométricas, determinando para el Complejo Oaxaqueño edades del Precámbrico al Paleozoico y mencionan su relación de la franja Oaxaqueña con la Faja Grenvilliana en Pacheco G. A. C. (1983).

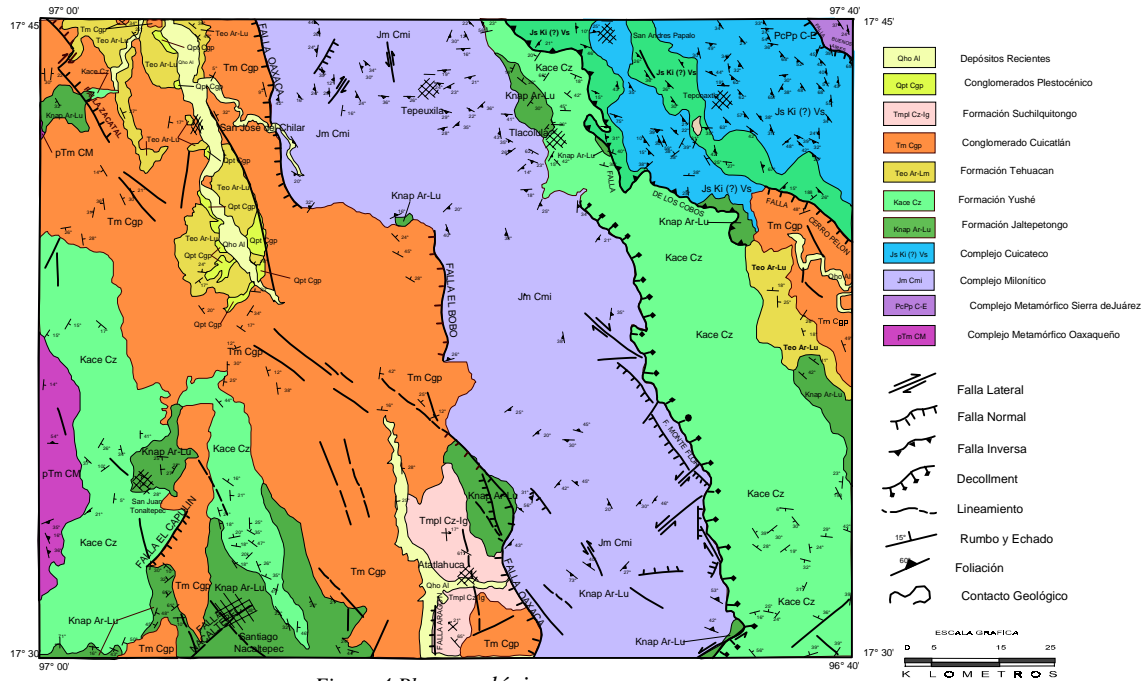


Figura 4 Plano geológico

La carta forma parte de los terrenos Oaxaqueño (Zapoteco para Sedlock R. et al, 1993) y Maya de acuerdo a la clasificación de Campa U. M. F., et al (1983). El Terreno Oaxaqueño en su descripción original fue definido como un basamento cristalino granulítico y anortosítico, que isotópicamente da una edad Greenvilliano. Ortega G. F., (1981) se refirió al él, como una franja metamórfica a la que denominó Complejo Oaxaqueño; Carfantan J. C. (1985), lo describe como el Dominio Zapoteca.

Carfantan J. Ch., (1985) Dice que la región del río Grande de Oaxaca, está en la parte septentrional de la Sierra de Juárez y distingue dos grandes dominios: El primero, oriental o externo, edificado de terrenos sedimentarios Mesozoicos de plataforma; el otro occidental (interno) donde las formaciones Mesozoicas son de la Cuenca Cuicateca. El dominio interno cabalga al dominio externo y cada uno se subdivide en unidades tectónicas cabalgantes de vergencia oriental. Al este del límite geográfico de la Sierra de Juárez, las formaciones de la Cuenca Cuicateca están cabalgadas por unidades cuyos terrenos son similares a los de basamento de Oaxaca. La frente de esas unidades es el límite geológico del bloque Oaxaca.

Pacheco G. C. et al (1983), en su Estudio Tectónico Estructural Tehuacan-Cordoba, hace mención del Terreno Maya por las unidades metamórficas que afloran al norte y oriente de Guelatao, así como en el río Santo Domingo entre las localidades de Teutila y Usila en el

estado de Oaxaca, y confirma que estos afloramientos se consideraban como parte del Terreno Juárez (Campa M. F. et al (1982)).

El Terreno Maya fue definido inicialmente por Coney J. P. (1981), pero Campa op cit lo consideran como parte similar al Terreno Coahuila y posiblemente como una porción desplazada de él, mediante la prolongación al sureste de Sonora.

El Complejo Metamórfico Sierra de Juárez, reconocido y nombrado por Araujo M. O. (1981), en Ortega, G. J. V. (1991), constituido por rocas metamórficas de bajo grado, le asigno una edad del Paleozoico superior. Este mismo autor, también reconoció el Complejo Cuicateco donde menciona su edad con un rango de Jurásico superior-Cretácico inferior.

Alaníz A. S. (1994) et al en Nieto, S. A. F. (1994). Define a una franja de rocas miloníticas en donde distinguen: rocas ultramáficas, máficas, cuarzofeldespaticas y pelíticas con diferentes grados de milonitización, la definen como Complejo Milonítico de la Sierra Juárez y que posiblemente esta franja sea el límite entre los Terrenos Zapoteco (Oaxaqueño) y Cuicateco (Juárez) o posiblemente Maya para algunos autores como Pacheco G. C. et al, (1983) y González R. A. et al (1999), y se le asigna una edad que va del Pérmico al Jurásico medio.

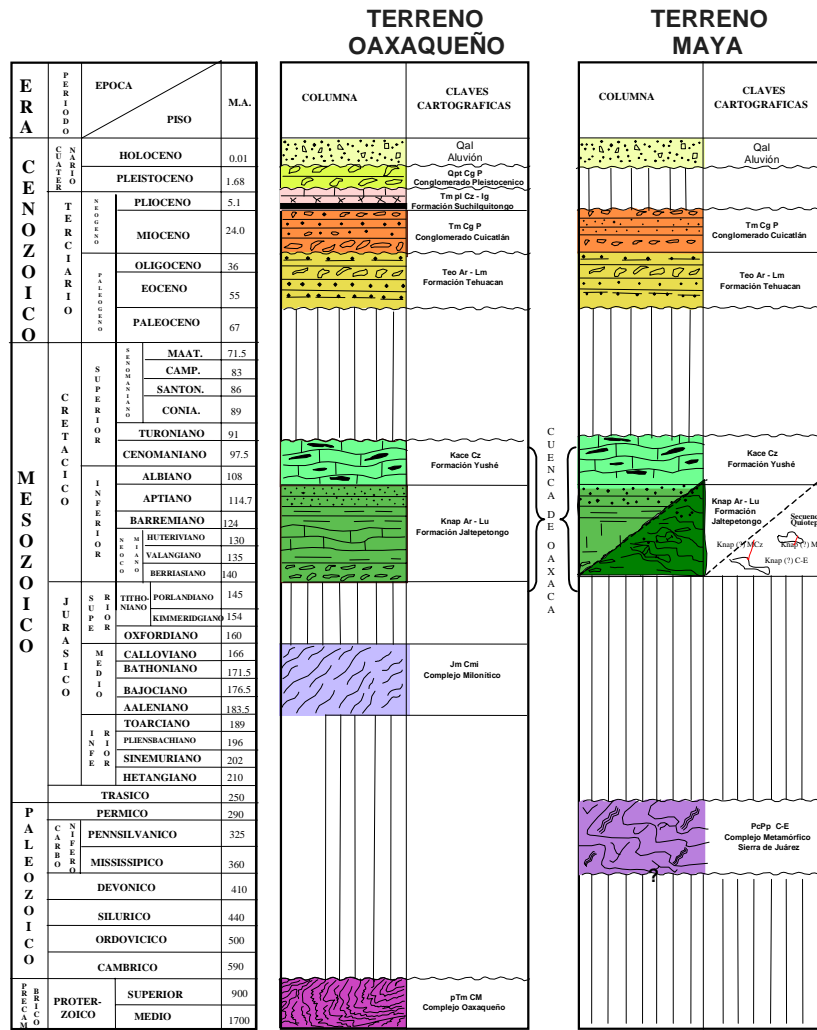


Figura 5 Columnas Estratigráficas

Respecto a la formación Jaltepetongo, González A. J. (1970); en Ortega, G. J. V. (1991), fue el que propuso informalmente este nombre, mediante paleontología le determina una edad del Neocomiano al Aptiano y esta constituida por areniscas, lutitas, conglomerados, calizas arcillosas y margas. Este mismo autor define informalmente a la formación Yushé compuesta por calizas con horizontes de pedernal que van del Albiano al Cenomaniano.

En la región de la Cañada Grande (Cuicatlán) existe una serie de sedimentos lacustres que fueron reconocidos por Calderón G. A. (1956) y Brunet J. (1967), en Centeno, G. E (1988), como formación Tehuacan y por su posición estratigráfica le asignan una edad Eoceno-Oligoceno y está constituida principalmente por limolitas, areniscas, calizas lacustres y conglomerados.

La formación Suchilquitongo, fue reconocida y nombrada por Wilson, A. J., et al (1970), en Ortega, G. J. V. (1991) y fue fechada por métodos paleontológicos y radiométricos, consiste de una secuencia de clásticos continentales representados por conglomerados y brechas con fragmentos subangulosos y subarredondados, por su posición estratigráfica lo consideran de edad Miocena.

III.2 ESTRATIGRAFIA (Figura 5)

La carta Santiago Nacaltepec, está enmarcada por los Terrenos Oaxaqueño con su basamento el Complejo Metamórfico Oaxaqueño y el Terreno Maya, el cual localmente se considera como su basamento al Complejo Metamórfico Sierra Juárez del Paleozoico superior(?) y su cobertura de traslape o compartida con el Terreno Oaxaqueño, el Complejo Milonítico constituye la sutura entre estos dos Terrenos.

III.2.1.- Terreno Oaxaqueño

El Terreno Oaxaqueño es un fragmento de corteza continental del Proterozoico, consistiendo principalmente de un basamento de rocas cristalinas de edad grenvilliana, sobreyaciendo discordantemente a estratos cratónicos paleozoicos; basándose en datos de petrología, geocronología y paleomagnetismo, se infiere que el Precámbrico y el Paleozoico temprano en rocas del Terreno Oaxaqueño, se desplazó hacia el sur de la margen sureste de Norteamérica y durante el Paleozoico se asocia a un arco magmático dentro de la margen oeste de la Pangea Sedlock R.L. et al (1993). El basamento de este terreno es el Complejo Metamórfico Oaxaqueño que esta cubierto por rocas sedimentarias pertenecientes a la cuenca de Oaxaca.

Complejo Oaxaqueño (pTm CM)

Fue reconocido desde el siglo pasado como una unidad Precámbrica, Aguilera J. G. et al (1893), y denominado informalmente por Fries C. Jr. (1962, 1966) y Rodríguez T. R. (1970), en Ortega, G. J. V. (1991), según Ortega G. F. (1981 a y b) el término Complejo Oaxaqueño define a un conjunto de rocas con metamorfismo de alto grado que afloran en el sur de México, en el estado de Oaxaca, constituye el basamento del Terreno Oaxaqueño según la subdivisión de Campa et al (1983).

Esta aflorando en el extremo noroeste sobre el río Tomellín y en el extremo suroeste en una franja orientada de sur a norte, partiendo del sur de Ixtlahuaca continuando en forma paralela arroyo San Antonio que afluente del río Tomellín (**Figura 4**).

Este Complejo tiene una gran variedad de rocas de alto grado de metamorfismo, en la carta se observan únicamente afloramientos de ortogneises cuarzo-feldespáticos y ortogneises miloníticos.

Ortogneis cuarzo-feldespático.- Se localizan en el extremo poniente de la carta, al poniente de San José del Chilar y al sur bordeando la rancharía de Ixtlahuaca. Megascópicamente se observan de color rosa clara a gris claro, textura fanerítica, se observan feldespatos y plagioclasas.

Al microscopio presenta una microtextura en mosaico pertítico, sus minerales principales son pertita (> 75%), que se presenta en cristales de forma anedral, misma que se presenta como intercrecimientos de feldespato con plagioclasa a manera de minerales grandes, forman una textura en mosaico, presentando bordes de contacto muy redondeado. La Cordierita (< 5%) presenta textura

anedral, escasa presencia de cristales pequeños y se presenta formando parte de la textura general en mosaico. El cuarzo (25 - 50%) presenta forma anedral con cristales grandes formando parte de la textura en mosaico.

Estas rocas son producto de metamorfismo regional cuyos protolitos pudieron ser monzonitas, la roca presenta un metamorfismo intenso y cae dentro de la facies de granulitas. Se clasificaron como ortogneis cuarzo-feldespáticos pertítico (**muestra SN-13**) y ortogneis cuarzo-feldespático (**muestra SN- 39**), (**Fotografía 1**).



Fotografía 1 Ortogneis del Complejo Metamórfico Oaxaqueño localización Río Tomellín.

Ortogneis Milonítico.- Se localizan en el extremo poniente, al norponiente de San Juan Tonaltepec, mecascópicamente se presentan en color beige amarillento con puntos blancos y negros, también se le observa óxidos de hierro, la textura se presenta en algunos sitios afanítica y en otros fanerítica, se observan minerales tales como plagioclasas, cuarzo y máficos.

Al microscopio presenta una microtextura cataclástica brechoide en mortero a cataclástica de grano grueso. Sus componentes principales son minerales arcillosos (25 a 50%) con microtextura de forma anedral que constituyen la matriz fina de la roca y dentro de la cual se observan embebidos todos los componentes clásticos de la misma. Plagioclasas (5-25%) de forma anedral en clastos angulosos y subangulosos formados dentro de una matriz arcillosa.

Se asocian a un metamorfismo cataclástico originado en rocas de este complejo, su protolito es una granodiorita, los porfidoclastos están entre 10 y 40%, los constituyentes de la roca presentan estructura pseudofluidal, muestras **SN- 35 y 36**.

El espesor no se conoce hasta la fecha, el contacto inferior se desconoce; hacia la parte superior esta en contacto discordante con la formación Yushé del Cretácico superior y con una serie de brechas calcáreas recientes originadas por la erosión y deslave de las calizas; en el extremo norponiente se encuentra en contacto discordante con la formación Jaltepetongo y el Conglomerado Cuicatlán.

De acuerdo a los datos paleomagnéticos de Ballard et. al. (1989), en CRM-UNAM (1999) e isotópicos Keppie J. D. et al (1995), en CRM-UNAM (1999), sugieren que estas rocas pueden correlacionarse con el escudo Precámbrico Canadiense Ortega et al (1995), sugiere que las rocas Precámbricas de Oaxaca junto con otras rocas que afloran mas al norte tienen edades características geoquímicas parecidas y forman parte de un antiguo fragmento continental Grenvilliano denominado Oaxaquia.

Las edades conocidas actualmente son de Fries C. Jr. (1962), en Ortega, G. J. V. (1991), que establece una edad Grenvilliana para los gneises de la región de Oaxaca por el método radiométrico U-Pb. Las edades más recientes son de 1,080 m. a. por el método de U-Pb Silver L.T. (1994), en Carta San Francisco Telixtlahuaca CRM-UNAM (1999), y 980 ± 4 m. a. 876 ± 9 m. a. por medio de Isócronas Sm-Nd y Rb-Sr Patchett y Ruiz (1987), Carta San Francisco Terlixtlahuaca, op cit.

Este Complejo metamórfico fue originado por el depósito sedimentario, aunado a actividades tectónicas y posterior metamorfismo de facies granulita, todo durante el Precámbrico. Los fenómenos tectónicos que han afectado esta porción del Cratón de Norteamérica incluye desde fragmentación, deriva y acreción de estas rocas metamórficas.

En esta carta no se encontraron evidencias de mineralización, pero este tipo de rocas al sur, en la carta Telixtlahuaca son productoras de grafito diseminado en gneises cuarzofeldespáticos en el área de Telixtlahuaca, se trata de un yacimiento producto de la recristalización de sedimentos ricos en materia orgánica; en la asociación de filones pegmatíticos que afectan el área, se ubican los depósitos de titanio-ferro en granulitas y de manifestaciones de uranio y tierras raras en el área de Huitzo; así mismo poniente, en la carta Nochixtlán en el área de La Joya - San Andrés Nuxiño se explotan micas de las variedades biotita, flogopita y vermiculita en forma de lentes intercalados en gneises cuarzofeldespáticos. Para el caso del distrito Minero El Parían, su mineralización está representada por sulfuros de plomo y zinc con contenidos de oro y plata, se trata de yacimientos de origen hidrotermal en forma de vetas y

mantos asociados a diques ácidos, mismos que han sido estudiados por el CRM en diferentes épocas.

III.2.2.- Complejo Milonítico (*Jm CMi*)

Este complejo a sido definido por Charleston S. (1979), para identificar a un conjunto de rocas con metamorfismo cataclástico, Alaníz A. S. (1994), en Nieto, S. A. F. (1994), da este nombre a una variedad de rocas metamórficas con una marcada estructura milonítica en la frente occidental de la Sierra de Juárez; González R. A. et al (1999), lo denominan Complejo Milonítico Aloapan.

Se localiza en una franja que tiene un rumbo de N 20° W y atraviesa toda la carta de sur a norte con ancho promedio de 9.0 Km y continua hasta Tehuacan.

Sus litologías son muy variables como lo demuestran 13 muestras estudiadas en lamina delgada que reportan lo siguiente

Esquistos y filitas.- Se localizan en la porción centro-norte de la carta con orientación sensiblemente oriente-poniente, entre los poblados de Tutepetongo y Tepeuxila y al sur de Tlacolula. Son rocas de color gris a gris verdoso y en ocasiones se les observa en tonos rojizos y hasta crema rosácea, compacta, megascópicamente presentan textura afanítica a afanítica foliada hasta afanítica satinada, se observan minerales máficos, sericita y filones de cuarzo y feldespatos.

Al microscopio se observan texturas lepidó-granoblástica a microcristalina orientada de foliación gruesa y finos micropliegues. Los minerales esenciales que componen esta roca son, cuarzo en porcentajes que varían desde 5 a 25% y de 25 hasta 50%, presenta forma euedral y se presentan como asociaciones de finos cristales paralelamente orientadas también como agregados lenticulares o cordones con disposición alargada formando la matriz, también se presenta formando franjas gruesas y asociadas con feldespato y muscovita dentro de espacios intersticiales. Los feldespatos (5 a 25%) se presentan de forma anedral en granos lenticulares mezclados en franjas con cuarzo. La sericita-muscovita (5- 25% y de 50-75%) presentan forma euedral, en forma de cristales hojosos formando listones o franjas paralelas, también en abundantes cristales de aspecto escamoso enlazados entre sí, que forman cordones gruesos y alineados con cuarzo, feldespatos y calcita asociados. La calcita (5-25%) se observa como cementante o relleno de espacios abiertos, muy fina o como franjas bien orientadas y como cristales individuales como si estuvieran ocupando espacios abiertos, cuando presenta textura lepidó-granoblástica se observan puntos triples