

## **VI.- GEOLOGÍA DEL AREA KARINA**

El área de estudio se caracteriza por contener una morfología suave, compuesta de pequeños lomeríos que sobresalen de una topografía relativamente plana que lo rodea. La elevación promedio en el área de estudio es de 350 msnm, aunque se tiene una elevación de más de 500 msnm en el centro del área, dominada por el Cerro Prieto, claramente visible a grandes distancias (Foto 1).

La serie de lomas y pequeños cerros, que componen el área de estudio, se orientan en una dirección clara NW-SE, las cuales parecen ser producto de grandes estructuras en la misma dirección, que no solo los alinean, sino que parecen desplazarlos y colocarlos en posiciones estructurales muy complejas.

Las rocas que componen el área de estudio, corresponden en su mayoría a rocas que han sufrido algún grado de metamorfismo y deformación; algunas de ellas correspondientes al Precámbrico, con excepción de algunos diques y unidades que parecen mas jóvenes, posiblemente mesozoicos o terciarios.

En esta área se tienen varias obras mineras que fueron trabajadas a pequeña escala y que se localizan en la parte central - sur del área de estudio (Foto 2). Las estructuras se componen principalmente de una serie de vetas de cuarzo con mineralización de Au, casi horizontales con vergencias hacia el NE, las cuales se alojan en la unidad denominada "augen gneis" y parecen estar relacionadas al movimiento de estructuras NW-SE, el cual proyecta como un mecanismo importante en la etapa de mineralización de Au en La Herradura, localizada a 12 km al W-NW (Foto 2).



Foto 1.- Vista panorámica viendo al NE del área cartografiada donde se observa el Cerro Prieto hacia el centro, la secuencia jurásica vulcano-sedimentaria a la derecha y los intrusivos granodioríticos jurasicos a la izquierda.

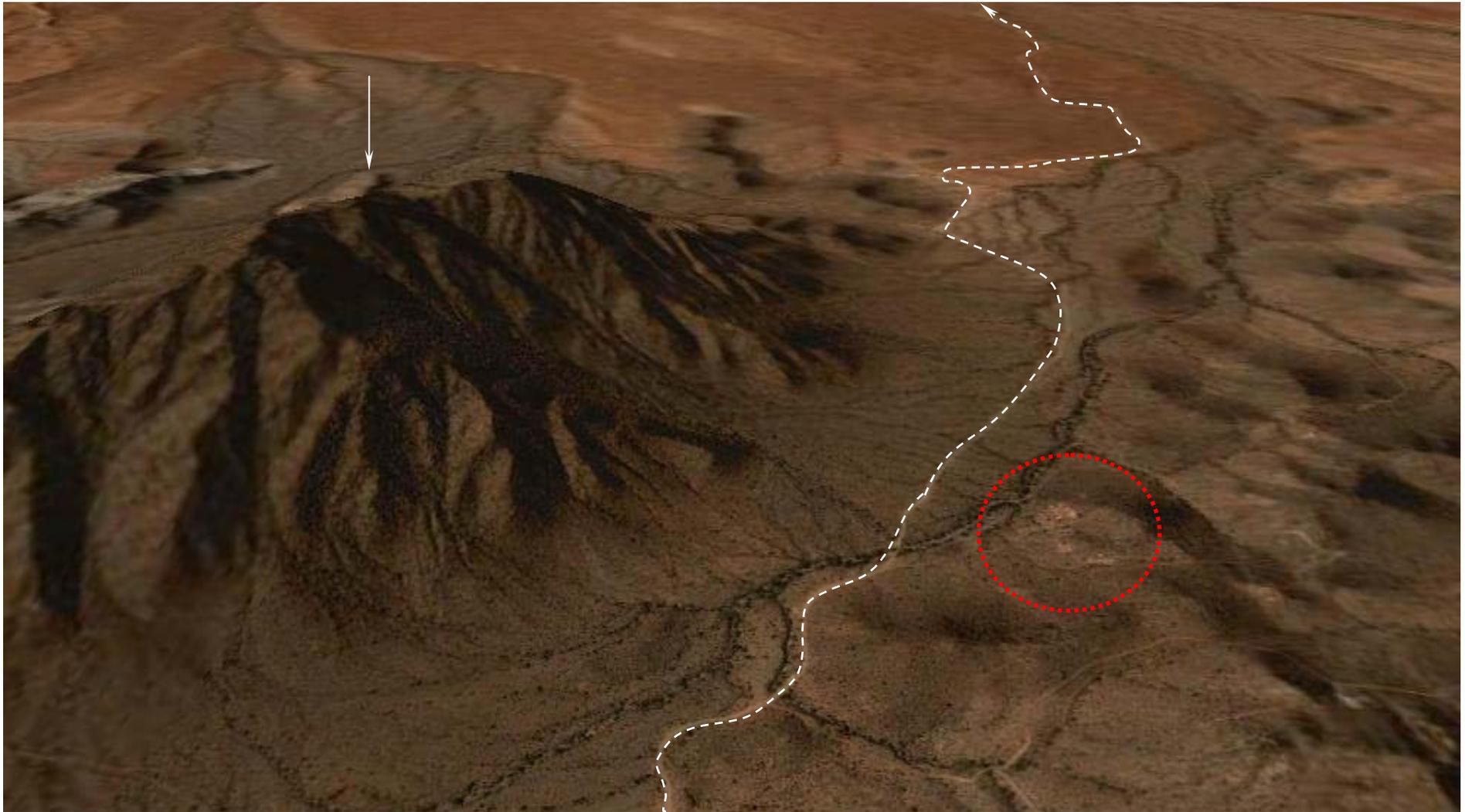


Foto 2.- Imagen satelital, vista hacia el SW donde se ilustra el área de Cerro Prieto y la zona mineralizada Karina encerrada en un círculo rojo y el camino de acceso que se muestra en línea punteada color blanco.

A continuación se describen las distintas unidades que afloran en el área de estudios, iniciando de la más antigua a la más reciente, haciendo énfasis en su disposición, morfología, textura y estructuras más relevantes.

## **VI.1.- Precámbrico.**

### **VI.1.1 Gneis**

Estas rocas afloran principalmente en la parte central del área (Figura 4), con una topografía irregular y abrupta con altitudes pronunciadas que llegan alcanzar cerca de los 550 msnm. Generalmente presentan un aspecto masivo, con fuerte foliación NW 50-75° SE y echados variables de 30 a 90° al SW; sin embargo, en el extremo noreste del área esta foliación cambia a una actitud de ~50° al NE, incrementándose sustancialmente cerca de los contactos con las otras unidades jurasicas presentes en el área. En superficie esta unidad es de color verde oscuro, con ciertos tonos claros y una textura compuesta de megacristales de feldespatos potásico (40%), con formas que van desde sub-redondeadas a lenticulares, y tamaños variables que van desde 1 hasta 8cm de largo. Estos cristales de feldespatos son acompañados por biotita y hornblenda (40%) en hojuelas orientadas según la foliación, que pueden alcanzar desde 0.3 hasta 1cm de largo. En algunas partes se logran ver algunos cristales xenomorfos de cuarzo (5%) menores a 0.5 cm de diámetro, distribuidos preferencialmente entre los cristales alargados de biotita (Foto 3). Se tiene la presencia de minerales como clorita, sericita, calcita y trazas de óxidos de hierro (hematita), estas últimas se incrementan en las zonas de cizallamiento intenso, es muy posible que refleje una alteración hidrotermal, o un metamorfismo retrógrado. Hacia la base de esta

unidad, se tiene un mayor incremento de sericita que puede estar asociada a un fuerte cizallamiento en el contacto de la unidad superior.

Por su mineralogía, textura y estructura, esta roca se ha definido en el campo como un augen gneis de feldespato-biotita, aunque en ocasiones la presencia fuerte de biotita, motiva a que sea clasificado como un gneis de biotita como sucede en las zonas de foliación intensa, muy cerca de estructuras o contactos con otras unidades; sin embargo, en su extremo norte esta unidad presenta una textura con débil metamorfismo y una disminución considerable en el contenido de biotita, con una apariencia leucocrática. Estudios geocronológicos recientes efectuados por Izaguirre-Pompa (2007) (comunicación personal), sobre esta unidad arrojan edades de  $1692 \pm 8$  Ma (Cerro prieto) y  $1687 \pm 9$  Ma (a 500m al NE de la mina Karina), utilizando la sistemática de U-Pb en zircones (ver Figura 4 para su localización).

Esta unidad fue estudiada en sección delgada en varias localidades en el área de estudio (Figura 4), en muestras denominadas P-95, 88, 83 y 91, las que muestran variaciones texturales y mineralógicas mas sobresalientes de esta unidad.

La muestra P-91, localizada al NNE de la unidad Precámbrica, corresponde a un metagranito, con una textura hipidiomórfica gruesa;

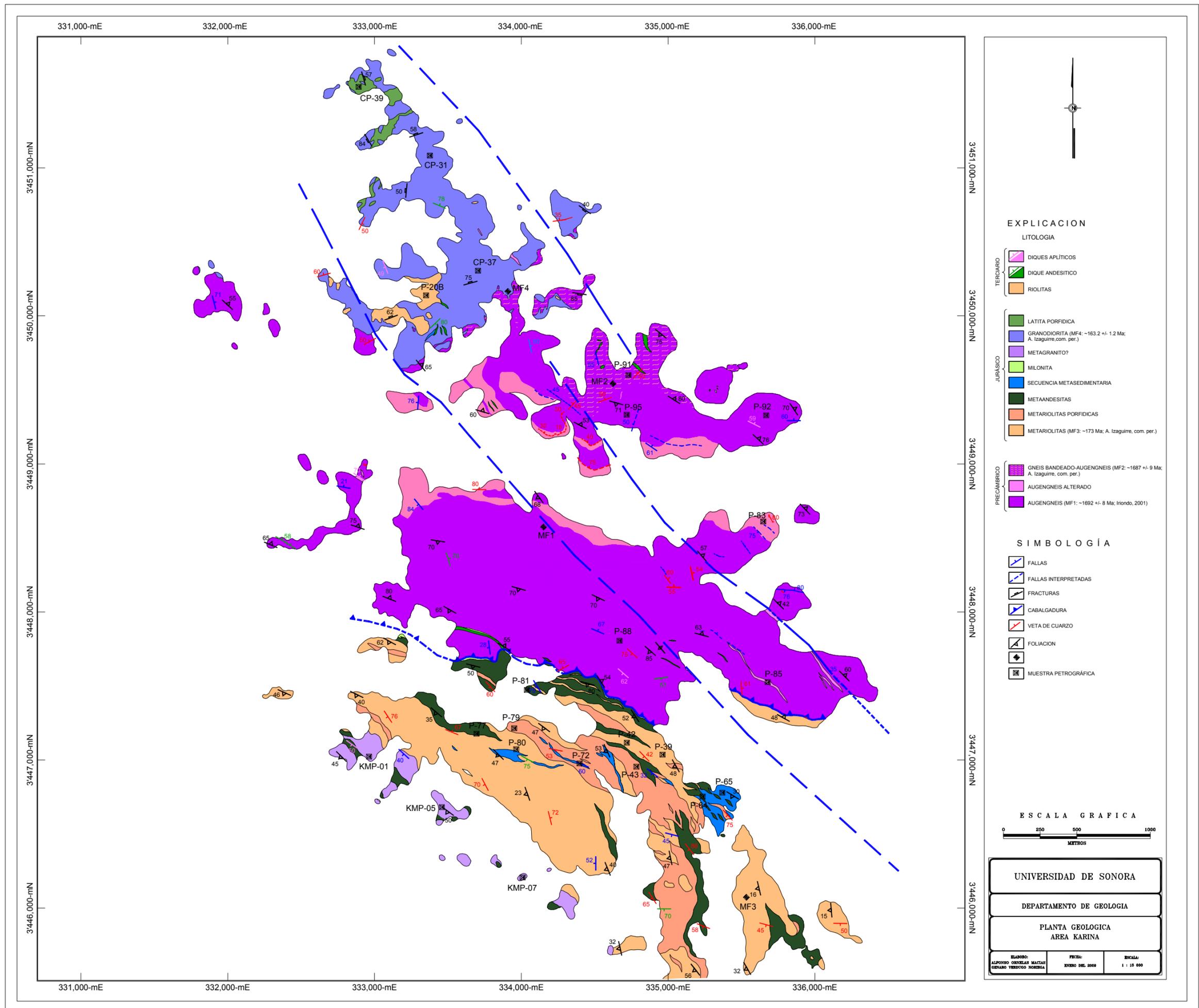


FIGURA 4.- PLANO GEOLOGICO ESTRUCTURAL DEL AREA DE ESTUDIO



Foto 3.- Fotografía en superficie del augen gneis, donde se observan megacristales de feldespato potásico deformados con tamaños del orden de ~2 a 8 cm de diámetro y orientados en forma paralela al rumbo de la foliación.

ocasionalmente xenomórfica irregular, con claras evidencias de ser afectada por metamorfismo dinamotérmico. Consta de feldespato potásico (55%, del cual,  $\pm$  15% corresponde a microclina), presentando textura poiquiloblástica y ocasionalmente con textura perítica, con tamaño variables de 0.4 - 1cm, intercrecido con plagioclasas (20%), en cristales de 0.5 – 1.5cm de largo y macla polisintética típica, con una composición de andesina – oligoclasa. Se tiene la presencia de cuarzo que alcanza el 18% del volumen total con forma xenomórfica y bordes dentados típicos de recristalización, así como una ligera alineación en los cristales producto de metamorfismo dinamotérmico, (Foto 4).

La muestra P-83, tomada al noreste del Cerro Prieto del augen gneis (Figura 4), corresponde a la muestra con mayor contenido de ferromagnesianos, con presencia de hornblenda mayor que biotita, las cuales en conjunto equivalen al 6% de los minerales en la muestra; sin embargo, en algunos casos el contenido de biotita es mayor como sucede en la lámina P-91 y P-95 (Foto 5) localizada al NNE de esta unidad. Regularmente los cristales de hornblenda presentan formas euhedrales, con ligeras variaciones a subhedrales, con tamaños que oscilan de 0.1 a 1mm, acompañados con minerales opacos (~1%), destacándose la presencia de pirita y magnetita. Como minerales accesorios, se observaron cristales de apatito y zircón los cuales presentan formas euhedrales – subhedrales con tamaño <0.5mm, con una abundancia menor a 0.5%.

La alteración observada en lámina delgada y en muestra de mano para ésta unidad es principalmente sericitita, mayormente encima de las plagioclasas y feldespatos potásicos, seguida de biotización, cloritización y epidotización de la biotita, producto, probablemente del metamorfismo dinamotérmico sufrido en esta

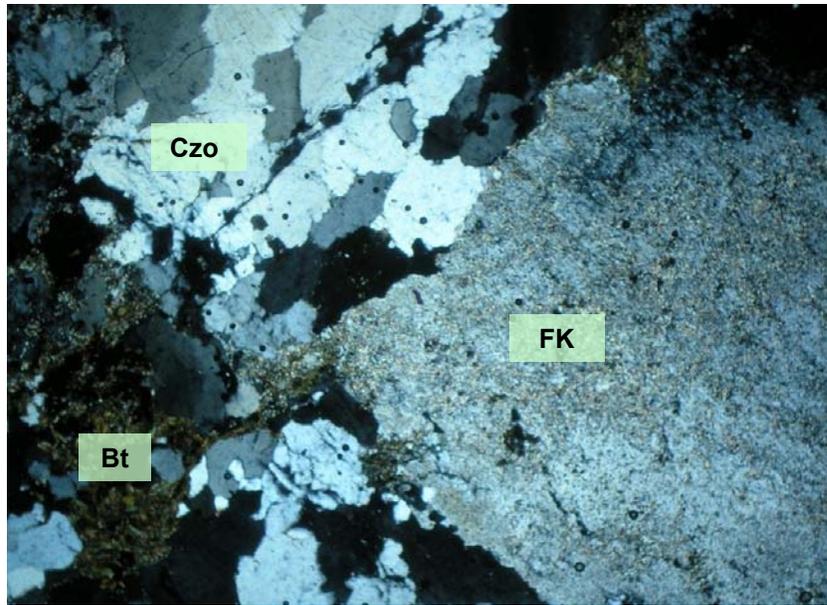


Foto 4.- Microfotografía de la muestra P-91, mostrando parte de la textura hipidiomorfa, con cristales de feldespato (>1-2mm), con cuarzo deformado y alargado con cristales de biotita intersticial. Note como los cristales de feldespato (esquina inferior derecha) se encuentran débilmente alterados a sericita, LP, 4X.

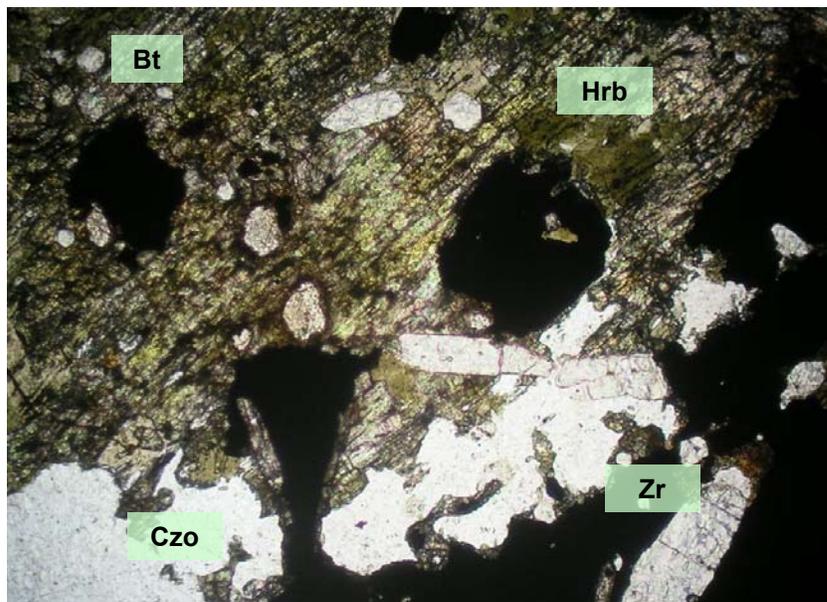


Foto 5.- Microfotografía de la muestra P-83, corresponde al augen gneis mostrando fuerte contenido de biotita en forma de cristales alargados y alineados (fondo de la foto), con presencia de minerales oscuros del tipo magnetita, LN, 4X.

unidad, el cual se incrementa en las cercanías con el contacto tectónico de los sedimentos jurásicos.

Las muestras P-88, 83 y 95, corresponden a la misma unidad, muestran diferentes grados de metamorfismo con un alto contenido de sericita que enmascaran la composición y textura de las plagioclasas y feldespatos alcalinos.

## **VI.2.- Mesozoico: Jurásico**

### **VI.2.1.- Unidad Meta-volcano-sedimentaria:**

El paquete de rocas precámbricas descritas líneas arriba guarda una relación estructural muy compleja con respecto a las rocas jurásicas presentes en el área, ya que en gran parte del contacto entre estas dos unidades aparentemente las rocas jurásicas están cabalgando a las rocas del precámbrico como sucede en la parte central del área (Foto 6-7). Más sin embargo, hacia el sur-este del área, el Precámbrico claramente se encuentra encima de las rocas volcano-sedimentarias Jurásicas.

Estas aseveraciones son justificadas por una serie de observaciones de campo, que incluyen desde relaciones estructurales asociadas a un intenso cizallamiento con el desarrollo de un alto contenido de sericita y presencia de carbonatos; hasta el reconocimiento de la disposición en espacio y tiempo de las dos unidades involucradas.

En superficie las rocas Jurásicas parecen corresponder a una secuencia de rocas volcano-sedimentarias, las cuales presentan una fuerte foliación con dirección NW 45° -75° SE y echados variables que van desde 13° hasta 85° hacia el SW. De manera general esta secuencia se puede dividir en tres sub-unidades,

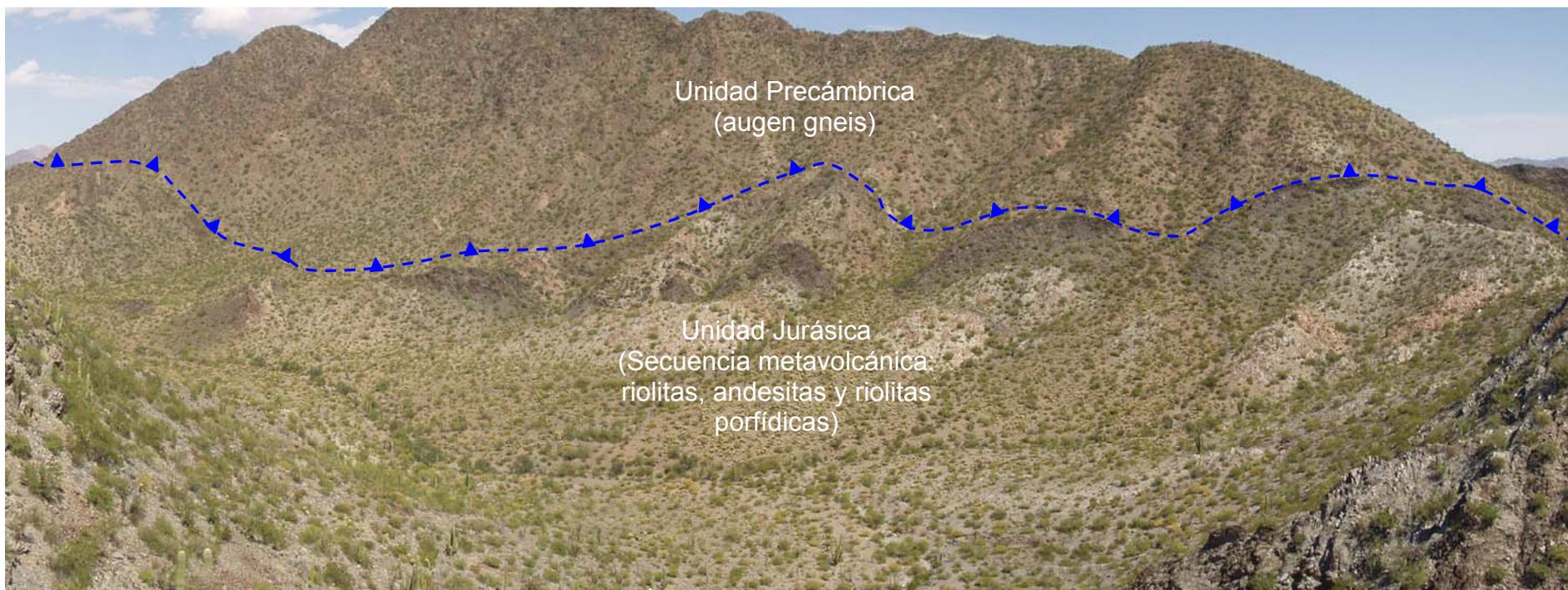


Foto 6.- Panorámica viendo hacia el norte de la zona centro del Cerro Prieto, donde se aprecia el contacto por cabalgadura de las rocas precámbricas (augen gneis) y jurásicas (metavolcánicas: riolita-andesitas-riolitas porfídicas), siendo estas últimas las que subyacen a las precámbricas. (Vista de Sur a Norte).



Foto 7.- Zona de cabalgadura entre la unidad jurásica y el precámbrico en la parte SE del área. Note la fuerte foliación en las rocas oscuras precámbricas en el lado derecho de la foto y como se sobrepone el augen gneis Precámbrico encima de las riolitas jurásicas.

las cuales se encuentran intercaladas y pueden alcanzar un espesor del orden de ~ 900m, denominadas, de manera informal, y descritas de las más antiguas a las más recientes como: metandesitas-metariolitas, metariolita porfídica y metasedimentos.

#### **VI.2.1.1.- Metandesitas-Metariolitas**

Este paquete de rocas aflora en la parte mas inferior de la secuencia Jurásica volcanosedimentaria, hacia la porción sur del Cerro Prieto, muy cerca de la falla de cabalgadura con la unidad precámbrica (Figura 4). En este lugar se aprecia una topografía irregular (Foto 8); la cual esta constituida por una serie de flujos de metandesita intercalados con metariolitas fácilmente reconocibles en el campo, presentando un cizallamiento intenso paralelo al rumbo de la foliación hacia el contacto con la unidad precámbrica.

La secuencia de **meta-andesita** ocurre como una intercalación de metandesitas y metariolitas, siendo las primeras las mas abundantes. En superficie, presenta una coloración verde oscuro y ocasionalmente violeta, en partes con textura ligeramente vesicular pero generalmente presentan una foliación la cual tiene un rumbo dominante NW 50-75° SE con echados variables de 20 a 85° al SW y muy cerca con la unidad precámbrica se observa una serie de pliegues de arrastre, los cuales invierten el buzamiento de la foliación.

Mineralógicamente esta constituido por un 90% de minerales ferromagnesianos representados principalmente por biotita-hornblenda y minerales claros de plagioclasas (6%) y cuarzo (4%), con menor presencia de piroxeno con magnetita, pirita, galena y hematita en vetillas y diseminados en la roca.



Foto 8.- Vista panorámica viendo hacia el noreste en lado sur del Cerro Prieto (Esquina superior izquierda se nota parte del Cerro Prieto). Nótese como los echados de la foliación tienden a ser mas verticales conforme se aproxima al contacto entre la unidad precámbrica y jurásica provocando una topografía irregular y abrupta.



Foto 9.- Afloramiento de meta-andesitas que corresponden a la secuencia Jurásica del área de Karina. Nótese la fuerte deformación que ocurre en la roca, produciendo plegamiento tipo Kink band.

Estas rocas han sido afectadas y deformadas por compresión, manifestándose por una serie de pliegues y micropliegues de tipo Kink band, (Foto 9), en conjunto con crenulaciones comúnmente asociados a zonas de cabalgamiento, en zonas de cizalla. Para el estudio petrográfico de esta unidad, se tomó la muestra P-81 (Foto 10) con coordenadas 334,026E; 3'447,468N representativa del área; la cual muestra solo algunas de las características geológicas descritas líneas arriba.

En sección delgada la roca corresponde a un micaesquistos intensamente deformado compuesto por cuarzo (30%) y biotita, con una foliación muy acentuada gracias a la disposición paralela de la biotita (50%). Dentro de la misma sección delgada se distinguen bandas subparalelas a la foliación, unas son más ricas en micas y otros en cuarzo. Más del 90% de los minerales opacos corresponde a pirita (10%), el resto a magnetita con clorita (~5%), feldespato potásico (5%) y plagioclasas 5%. El cuarzo se presenta alineado conformando un bandeamiento muy fino alternando con pequeñas bandas de sericita+biotita+clorita, acrecentando su textura esquistosa; además, los granos de cuarzo presentan los bordes suturados con extinción ondulante, atestiguando una recristalización sintectónica provocada por metamorfismo dinamotérmico; las bandas de cuarzo son de 0.32mm de espesor las cuales se ensanchan y se angostan en forma de budines (Foto 10). Los cristales de plagioclasa y feldespato potásico se presentan como sombras debido a que están completamente alterados a sericita principalmente en sus bordes, cubiertos parcialmente por clorita en un claro estado posterior a la sericita.

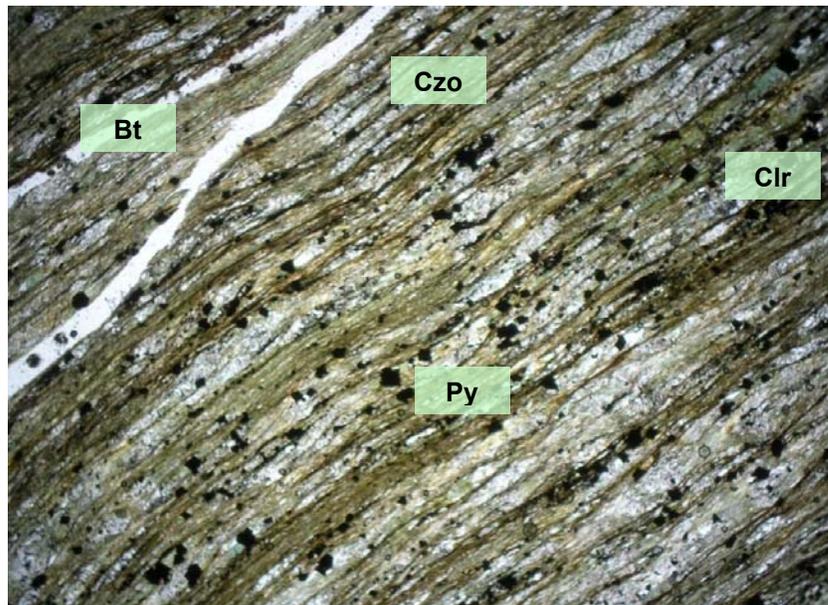


Foto 10.- Microfotografía de la muestra P-81, de la unidad micaesquisto con bandas de 0.1-0.2mm de cuarzo intercalado con biotita. Nótese la presencia de gránulos oscuros de pirita y magnetita de 0.05mm distribuido en toda la roca, LN, 4X.

Como minerales accesorios presenta cristales de pirita oxidada menores a 0.25 mm de diámetro, los cuales se encuentran alineados con la esquistosidad.

Por otro lado, las **metariolitas** afloran principalmente hacia la parte sur del área cartografiada y en una franja orientada principalmente en una dirección NW50°-75°SE (Figura 4). La abundancia de esta unidad puede alcanzar cerca del 50% del total de las rocas que aflora en el área de estudio; regularmente conforman una topografía irregular en ocasiones abrupta, con altitudes no mayores a los 350 msnm. Este tipo de rocas presenta una foliación fuerte con rumbo NW45-75°SE y echados variables de 13° a 85° al SW; sin embargo hacia el centro-este del área esta foliación cambia a una actitud de 70° al NE (Figura 4).

Se ha observado que esta foliación se incrementa considerablemente cerca de los contactos con la unidad precámbrica, donde se pueden apreciar algunos indicadores cinemáticos que sugieren movimientos sinistresales como se aprecia en la Foto 11, los cuales se hacen mas evidentes en las vetas de cuarzo y en estructuras de tipo budines en zonas de cizallamiento intenso próximas a la estructura de cabalgamiento presente en el área.

En superficie esta roca es de color gris claro, textura fina porfídica con cristales sub-redondeados de cuarzo (20%) de hasta 1cm de diámetro, acompañado de cristales sub-hedrales de feldespatos potásico y plagioclasa (~10%), sostenidos en una matriz fina microcristalina (>50%), con presencia de menor pirita, magnetita, turmalina y calcita.

En sección delgada se analizaron las muestras P-39, 42, 77 y 80 (334,962E, 3'447,055N; 334,715E, 3'447,037N; 334,029E, 3'446,999N y 333,946E, 3'447,230N respectivamente), en las cuales destacan algunas variaciones texturales y mineralógicas observadas en las metariolitas.

Por ejemplo, las muestras P-77 y 42 localizadas cerca de la zona de cabalgadura (Figura 4); presenta en sección delgada una textura con cristales subredondeados de cuarzo, con sombras de presión características de deformación dinamotérmica, con cuarzo (45%), feldespato potásico (30%), plagioclasa (10%), biotita (4%) y minerales opacos (1%). El cuarzo, ocasionalmente se observa como cristales subredondeados, la mayoría de las veces con extinción ondulante y diámetros que varían de 0.20 a 0.40 mm, aunque algunos de ellos pueden alcanzar de 1 a 2 mm en tamaño (Foto 12 y 13).

La presencia de feldespato es observable solo como sombras de cristales de 0.2 a 1.8 mm de largo, reemplazados por sericita en los cuales aún se logra apreciar una textura poiquilítica primaria. En algunas partes estas sombras desaparecen, dando lugar a una matriz muy fina de sericita, donde ocasionalmente se tienen pequeños cristales de microclina menores a 0.15 mm de diámetro. Por otro lado, los cristales de plagioclasa presentan el maclado típico polisintético de composición de oligoclasa-andesina, con tamaño del orden de 0.5 – 1mm, en partes con bordes carcomidos o reemplazados por sericita aunque preservando su forma subhedral.

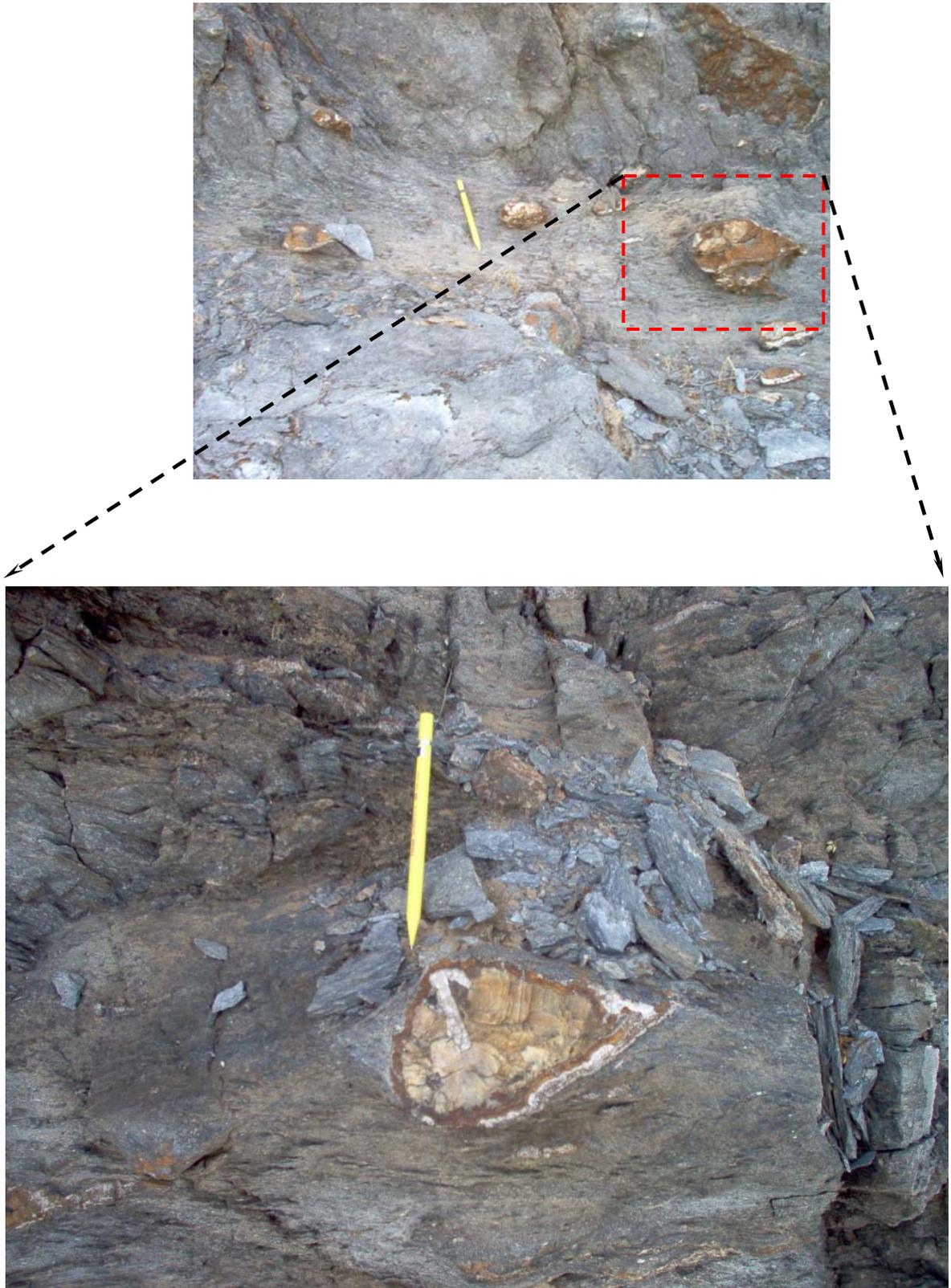


Foto 11.- Zona de fuerte cizallamiento en metariolitas casi al contacto con la unidad precámbrica. Nótese como los esfuerzos de deformación fragmentaron las vetas de cuarzo y calcita produciendo budines.

La presencia de biotita primaria es un tanto variable en algunas secciones delgadas estudiadas; por ejemplo es menor a 1% en las muestras P-80 y P-39, en cambio alcanza hasta 4% en las laminas P-42 y P-77 (ver localización en la Figura 4). Regularmente estos cristales presentan formas subhedrales a euhedrales, con variaciones de tamaño en el rango de 0.02–0.1mm, presentándose como parches en los intersticios entre los cristales de cuarzo, feldespato y plagioclasa.

La presencia de alteración está dada principalmente por sericita, afectando mayormente a feldespatos y plagioclasas, así como la presencia de clorita y epidota a partir de biotita. Es común en esta unidad y regularmente cerca al contacto por cabalgamiento mencionado líneas arriba, la presencia de estructuras de crenulaciones observándose la manera en la que se extinguen los cristales en forma de barrido producido por un ligero plegamiento de los cristales de biotita provocado por deformación dinamo térmica (Foto 14), los cuales presentan una orientación preferencial e indican un movimiento SW-NE compresional.

La presencia de minerales secundarios está representada por cristales de calcita con formas subhedrales, con tamaños de ~0.15mm, distribuidos intercaladamente entre los cristales de cuarzo.

En alguna de las secciones estudiadas se observa una alineación de los cristales, donde se tienen bandas de cuarzo con textura xenomórfica, y una clara recristalización provocada por metamorfismo, intercalados con bandas de biotita y sericita, esta última producida por la alteración de feldespato y plagioclasa; en cambio la biotita se presenta alterada a clorita y ocasionalmente a epidota.

La muestra P-80, localizada en la parte SSW de ésta unidad (Figura 4), es muy similares en su textura y metamorfismo que la muestra P-77, donde se tiene

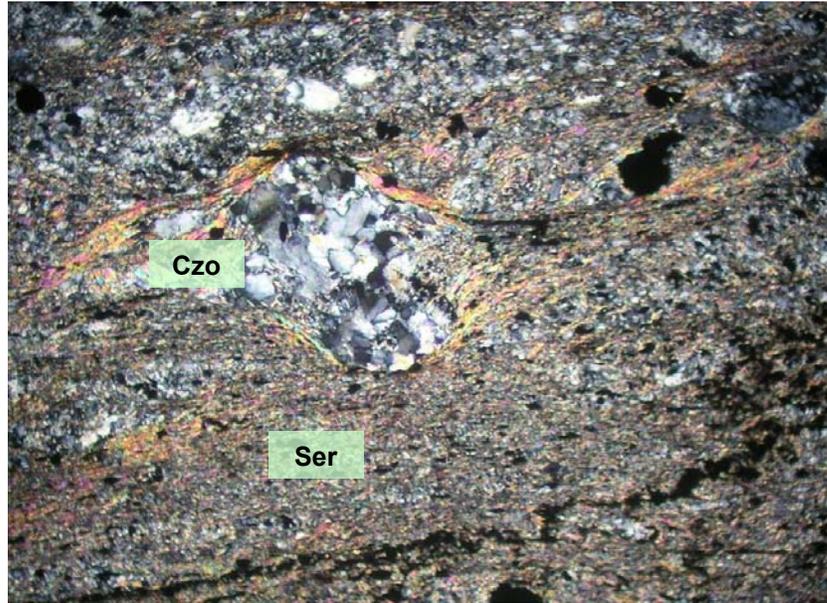


Foto 12.- Microfotografía de la muestra P-77, donde se muestra un cristal de cuarzo recristalizado (~0.2 mm), con sombras de presión hacia sus bordes, mostrando cierta rotación. Note la presencia de muscovita alineada, la cual acentúa la foliación en esta roca, LP, 10X.

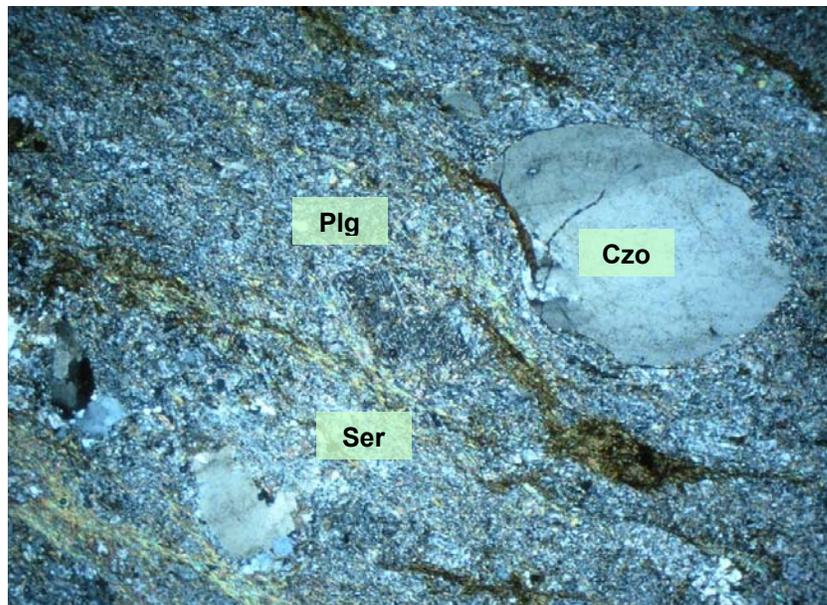


Foto 13.- Microfotografía de la muestra P-42, de la unidad metariolítica donde se observan los cristales de cuarzo subredondeado (0.8 mm), con sombras de presión asociadas a ellos hacia los bordes en sentido de la foliación, se tiene la presencia de cristales de biotita de color verde alargados en el sentido de la foliación, LP, 4X.

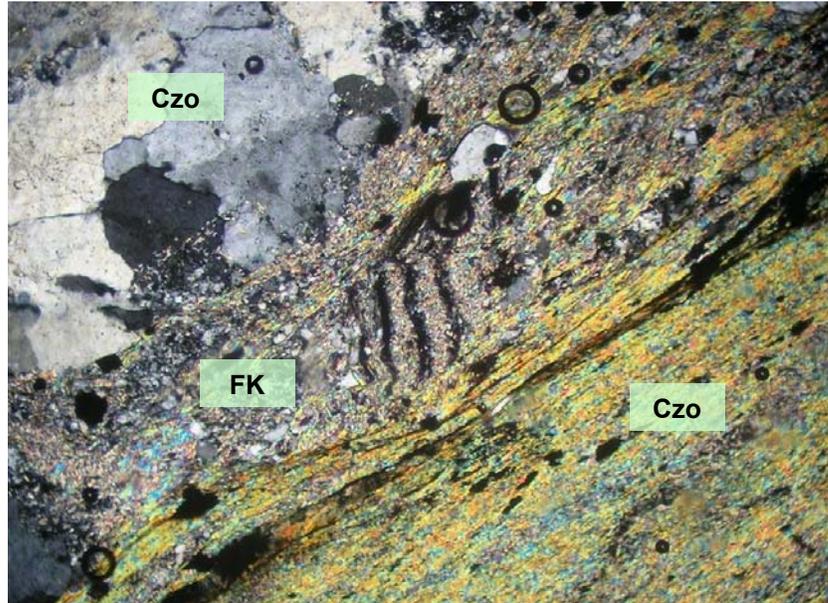


Foto 14.- Microfotografía de la muestra P-42, mostrando la presencia de crenulaciones, orientados e indicando dirección de movimiento en un sentido SW-NE producto de la deformación por la cercanía a la cabalgadura. LP, 10X.

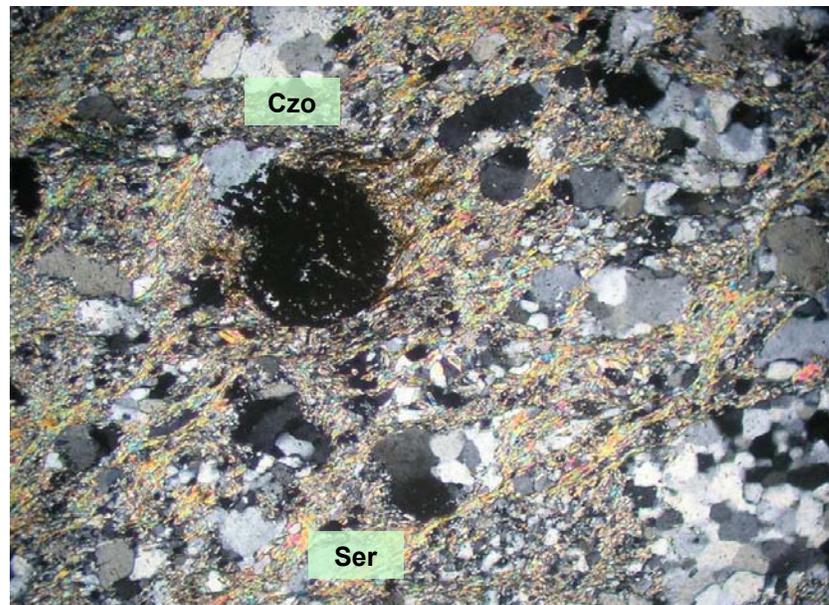


Foto 15.- Microfotografía de la muestra P-80, mostrando los cristales de cuarzo recrystalizado, algunos con sombras de presión (cristal oscuro en la parte centro de la foto, tamaño de ~ 0.4 mm). Note la presencia de sericita en bandas rodeando en partes a los cristales de cuarzo y acentuando la foliación en la roca, LN, 4X.

un contenido mayor de cuarzo por efecto de recristalización, aumentando de 45% a 65%. La forma de los cristales es subhedral, con bordes un poco angulosos, dentados y con extinción ondulante, la presencia de plagioclasas y feldespatos no se logra apreciar debido a la deformación y a la presencia de sericita que los altera e invade la muestra (Foto 15).

#### **VI.2.1.2.- Metariolitas porfídicas**

Las *metariolitas* porfídicas, afloran hacia la parte sur-suroeste del área en una franja orientada NNW 10-15° SSE en su extremo mas al sur cambiando a NW 40°-70° SE en el centro-sur del área (Figura 4). Esta unidad representa el 20% del total de roca que aflora en el área estudiada y conforma una topografía irregular en ocasiones abrupta, con elevaciones no mayores a los 350 msnm (Foto 16). Ésta unidad presenta zonas donde la foliación se intensifica cerca de la estructura de cabalgadura, con una dirección preferencial NW 40°-70° SE y echados variables de 18° a 80° al SW. En superficie presenta una coloración gris oscura a clara con tonalidades rosadas, debido a la presencia de sericita en parte a partir de feldespáto potásico; generalmente presenta una textura porfídica con cristales de cuarzo (25%), sub-redondeados de ~0.5cm de diámetro, ocasionalmente alargados semejjando pequeños ojos. Son acompañados por 10% de feldespato potásico y plagioclasa, en cristales sub-hedrales y todos ellos sostenidos en una matriz fina microcristalina que puede alcanzar mas del 65% del volumen total de la roca.

El análisis petrográfico de las muestras P-79 y P-43 (334,784E, 3´446,955N y 333,950E, 3´447,075N respectivamente), señalan algunas de las variaciones



Foto 16.- Vista panorámica viendo al SW de los afloramientos correspondientes a las rocas metavolcánicas (metariolita porfídica), donde se aprecia una topografía abrupta e irregular producto del intenso cizallamiento.

texturales y mineralógicas típicas de ésta unidad. Por ejemplo la muestra P-79 localizada al sur de del Cerro Prieto (Figura 4) en sección delgada presenta una textura representada por cristales de cuarzo sostenidos en una matriz felsica con evidencias de recristalización, conteniendo plagioclasa (47%), feldespato potásico (30%), cuarzo (20%) y opacos (3%). Los cristales de plagioclasas son forma euهدral a subهدral, tamaños entre 0.5 a 2 mm y su composición varia de oligoclasa-andesina; algunos de ellos presentan bordes dentados o corroídos producto de la alteración sericítica y rotados aproximadamente 30-40° con respecto a la foliación presentando sombras de presión muy tenues (Foto 17).

Asociado a ellos se presentan cristales de cuarzo con extinción ondulante con tamaños variables de ~0.01-0.1mm; en ocasiones se presentan pequeños cristales de cuarzo menores a 0.5mm de diámetro con bordes dentados y orientados en sentido de la foliación. La presencia de feldespato es difícil apreciar en lámina delgada, dado el grado de alteración a sericita presente, quedando solo sombras o fantasmas menores de 0.5mm en tamaño que atestiguan su presencia. Ambas muestras (P-43 y 79) presentan recristalización y alteración, en esta última representada por la presencia de cuarzo-sericita a partir de alteración de los feldespatos presentes, la cual enmascara a toda la roca haciendo difícil definir su textura y composición original. En ambas muestras se tiene la presencia de minerales opacos (<1%) con formas subهدrales y tamaños menores a 0.5mm, en ocasiones presentando formas cúbicas, los cuales seguramente se tratan de pirita, tal como se observa en muestra de mano. De manera accidental se tienen cristales euهدrales de circón, algunos con bordes sub-redondeados, con tamaños del orden de 0.4mm de largo con minerales opacos hacia los bordes.

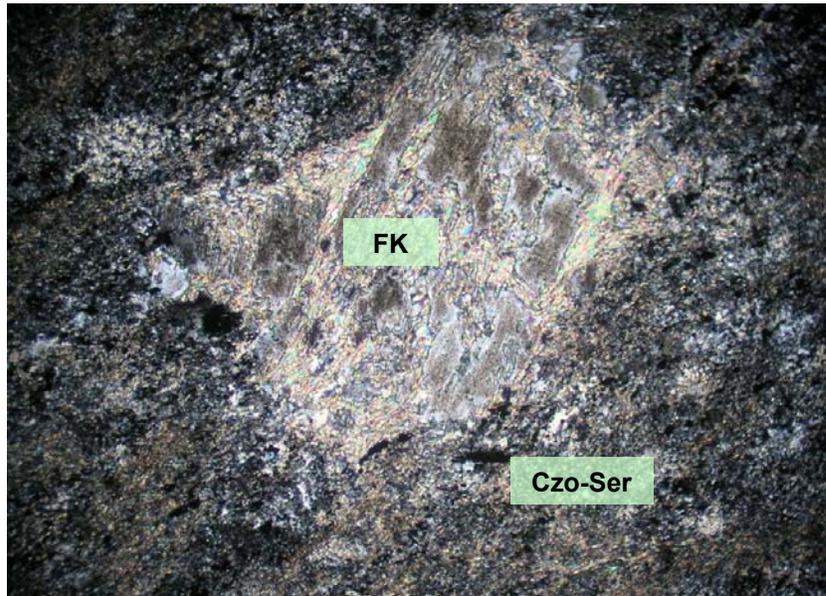


Foto 17.- Microfotografía de la muestra P-43 de la unidad metariolita porfídica, donde se muestra un cristal de feldespato (~0.6mm), alterado completamente a sericita y rotado ~30° respecto al sentido de la foliación. Se encuentra inmerso en una matriz de cuarzo-plagioclasa y feldespato alcalino de tamaño de grano <0.1mm con alteración sericítica intensa, LP, 10X.

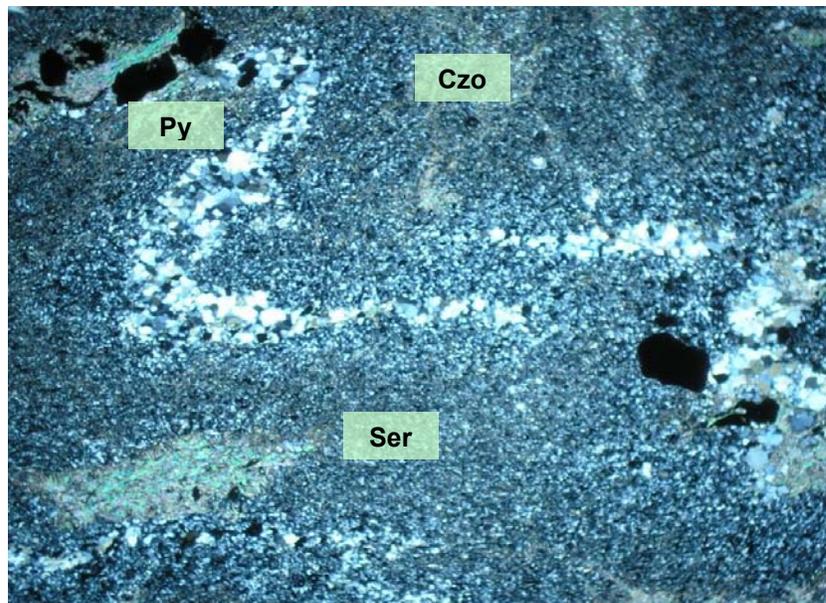


Foto 18.- Microfotografía de la muestra P-79 donde se muestran estructuras en echelón rellenas de cuarzo fino recrystalizado, característico de zonas de deformación dinamo térmica, con presencia de sericita abundante proveniente de la descomposición de las plagioclasas y feldespatos alcalinos, note la presencia de minerales oscuros (sulfuros) asociados a minerales del tipo biotita, LP, 4X.

Aunque poco común, en algunas de éstas muestras (P-79), se logran observar estructuras en echelón producto de la deformación dinamo-térmica, rellenas con cuarzo microcristalino producto de recristalización (Foto 18).

### **VI.2.1.3.- Metasedimentos**

Este paquete se encuentra intercalado dentro de la secuencia volcansedimentaria hacia su parte media, intercalada con las metariolitas; en cambio hacia el borde ESE del área con horizontes de metariolitas porfídicas ocasionalmente interestratificadas, (Figura 4). Esta unidad se compone de metareniscas y metaconglomerados interestratificados, presentando una topografía suave con elevaciones no mayores a 335 msnm.

El **metaconglomerado** se encuentra aflorando hacia la porción sureste del área con lentes intercalados de metandesitas y metariolitas. Generalmente tiene un aspecto masivo, con foliación predominantemente NW 35° SE con inclinación que varía de 25-75° hacia el SW. En superficie presenta una coloración grisácea y ocasionalmente verde oscuro; observándose clastos sub-angulosos a sub-redondeados y pobremente clasificados, inmersos en una matriz de grano medio a grueso. Los clastos varían en textura y composición pasando desde andesitas (70%), riolitas (20%) a metareniscas de cuarzo de grano fino y/o granofels (10%), (Foto 19).

La **meta-arenisca** ocurre principalmente intercalada dentro de la unidad de metariolita porfídica en el lado SSE del área en forma de pequeños lentes elongados en dirección NW-SE, conformando una topografía suave con elevaciones no mayor a los 350 msnm. Esta unidad presenta una coloración gris

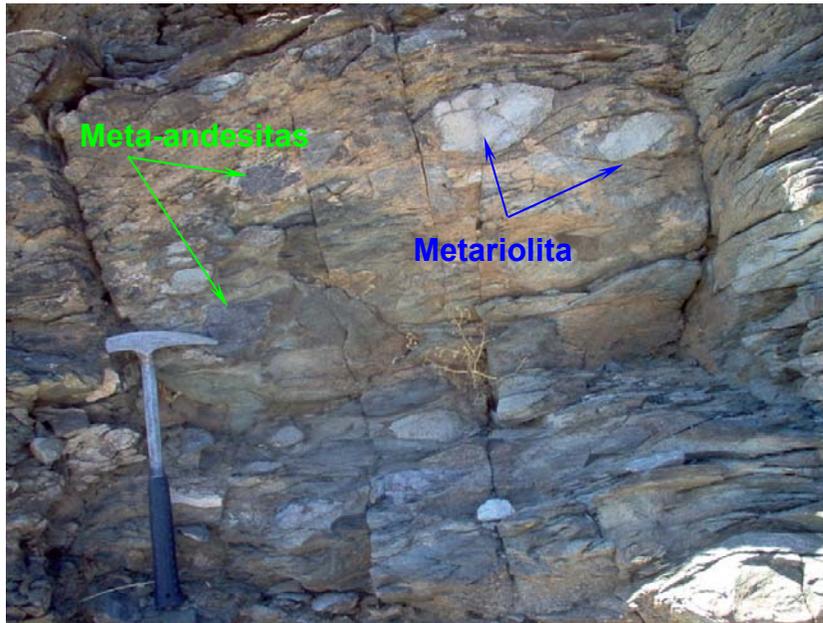


Foto 19.- Metaconglomerado constituido principalmente por clastos de meta-andesitas, metariolitas, areniscas de grano fino y/o granofels. Noté los clastos elongados de ~ 7-15 cm de longitud y 5-10 cm de espesor, paralelos a la foliación.



Foto 20.- Fotografía en superficie de la metarenisca presentando intercalaciones de areniscas de grano fino a medio, en forma lenticular dentro de la secuencia de metariolitas-metandesitas. En algunos casos se presentan fragmentos angulosos de rocas volcánicas y, en ocasiones, ligeramente alargados debido a cizallamiento.

clara en superficie con tonalidades oscuras en las rocas más frescas, presentando una gradación normal en cuanto a su tamaño de grano, con zonas bien estratificadas variando de areniscas de cuarzo de grano fino a medio (Foto 20), con presencia de óxidos de hierro (hematita) producto de la descomposición de pirita untada en fracturas, dándole la tonalidad rojiza a esta unidad.

El análisis petrográfico de dos muestras (P-65 y 72), localizadas en la parte SSE del área cartografiada indican algunas variaciones texturales y mineralógicas de ésta unidad. Por ejemplo, la muestra P-65, corresponde al metaconglomerado, el cual contiene fragmentos de roca (65%) con tamaños mayores a 2mm de diámetro inmersos en una matriz fina equigranular, compuesta por cuarzo, feldespato, calcita, biotita y bandas de sericita (Foto 21).

Un fragmento de riolita de la muestra P-65 fue tomado en la Foto 22, donde se aprecia una textura porfídica con cristales de plagioclasa de ~2.5mm, con maclado polisintético, propia de estos cristales, de composición oligoclasa-andesina. La presencia de feldespato potásico se encuentra restringida a cristales menores a 0.2mm de largo, con cristales de cuarzo y calcita asociados. Se tienen escasos cristales de biotita, los cuales se observan sericitizados y alineados al flujo de la roca.

Por otro lado, la lámina P-72, corresponde a una meta-arenisca de cuarzo donde se observa un bandeamiento o estratificación marcada, compuesto por bandas de grano fino de 0.15 a 0.3mm de ancho intercaladas con otras de grano medio (1.2 a 1.8mm de ancho) (Foto 23). Las bandas de grano grueso contienen

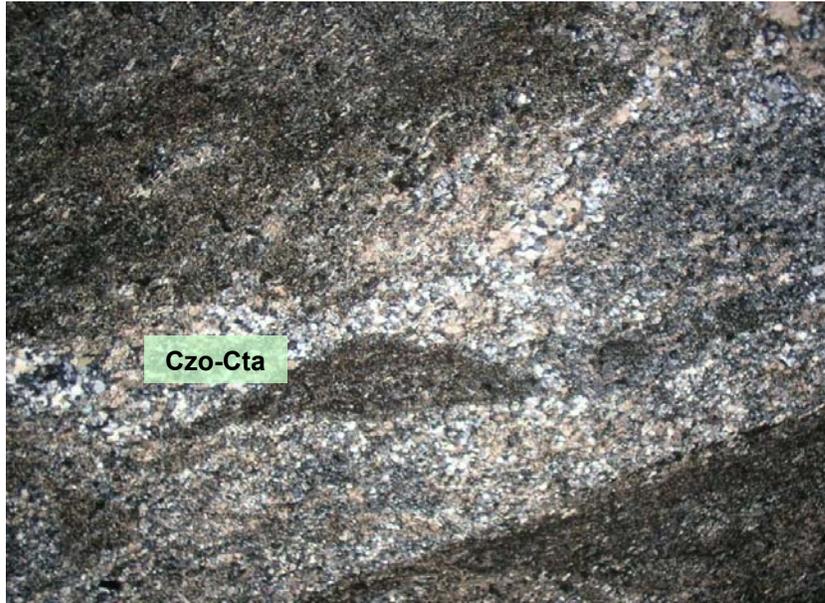


Foto 21.- Microfotografía de la muestra P-65 de la unidad de metaconglomerados, mostrando detalle de la matriz, con cuarzo, calcita, feldespato y un lente de biotita y sericita conteniendo fragmentos de riolita porfídica (esquina superior izquierda e inferior derecha) LP, 4X.

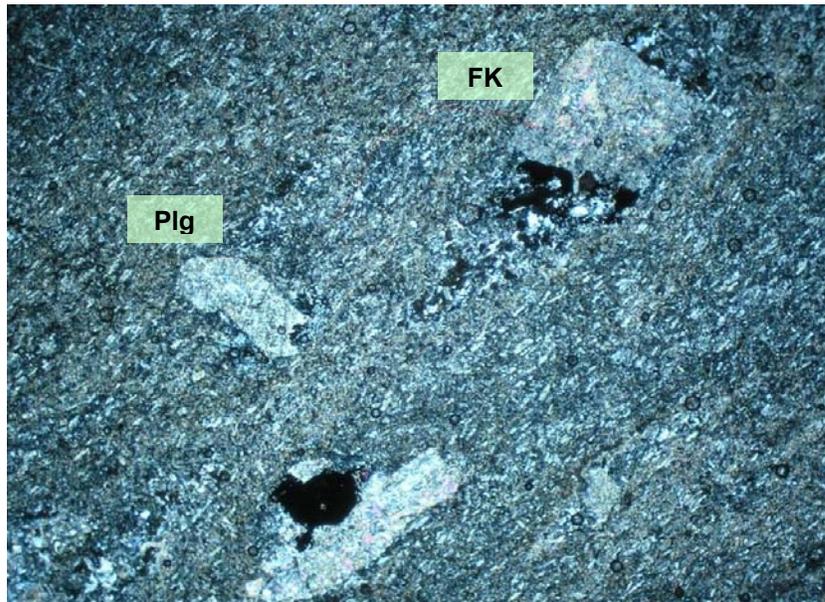


Foto 22.- Microfotografía de la muestra P-65, mostrando detalle de un fragmento de riolita porfídica con fenocristales de feldespato (0.4 mm) alterados a sericita y sostenidos en una matriz cuarzo-feldespática con flujo. Nótese los cristales de plagioclasa rotados, carcomidos y ligeramente alineados según el flujo, LP, 4X.

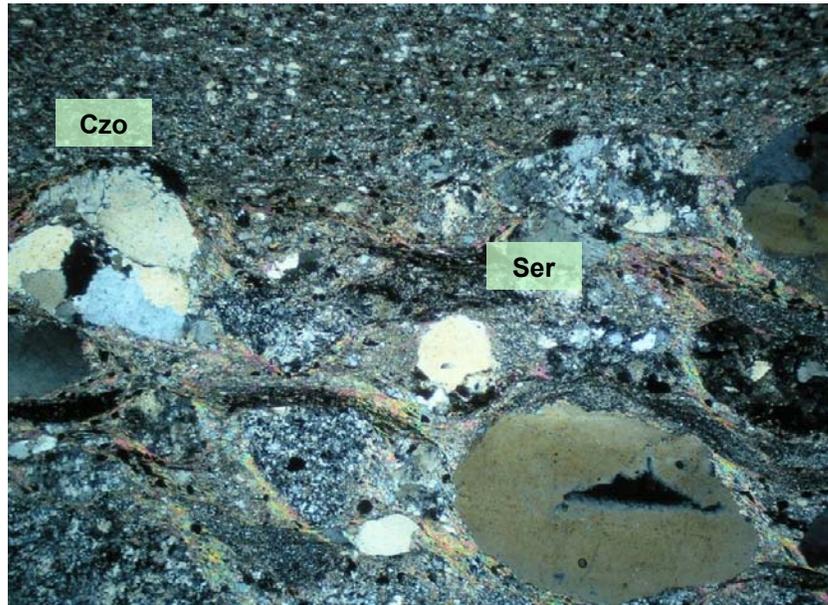


Foto 23.- Microfotografía de la muestra P-72, mostrando parte de las bandas de grano medio, con granos de cuarzo con extinción ondulante y pedernal, y algunos de roca (areniscas de grano fino), inmersos en la matriz arcillosa con sericita, LP, 4X.

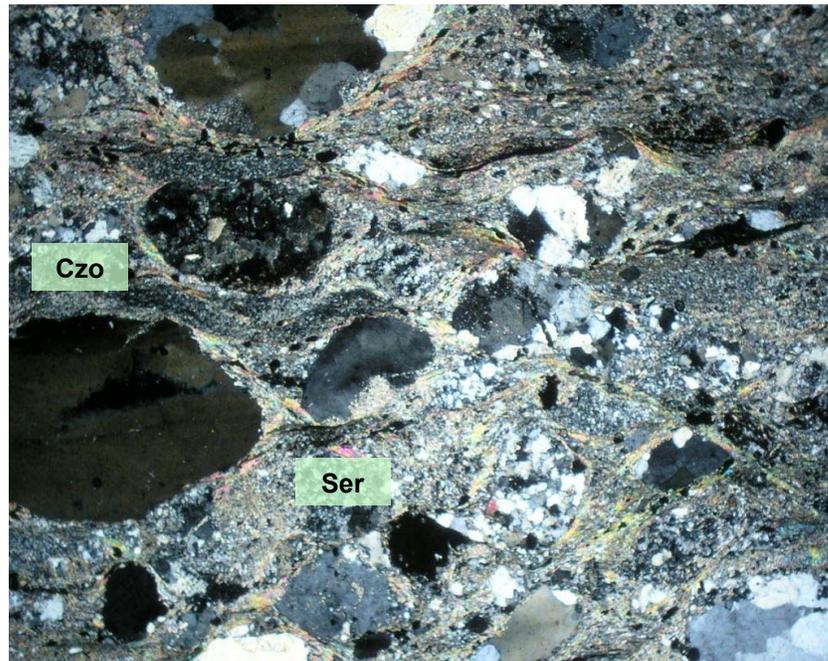


Foto 24.- Microfotografía de la muestra P-72, donde se muestran una serie de fragmentos de roca de ~1.2 - 1.8mm de diámetro acompañados de fragmentos de cuarzo, ligeramente alargados con sericita creciendo por efecto del metamorfismo, siguiendo una alineación y con sombras de presión en alguno de ellos. Note el incremento de sericita en esta sección, LP, 4X.

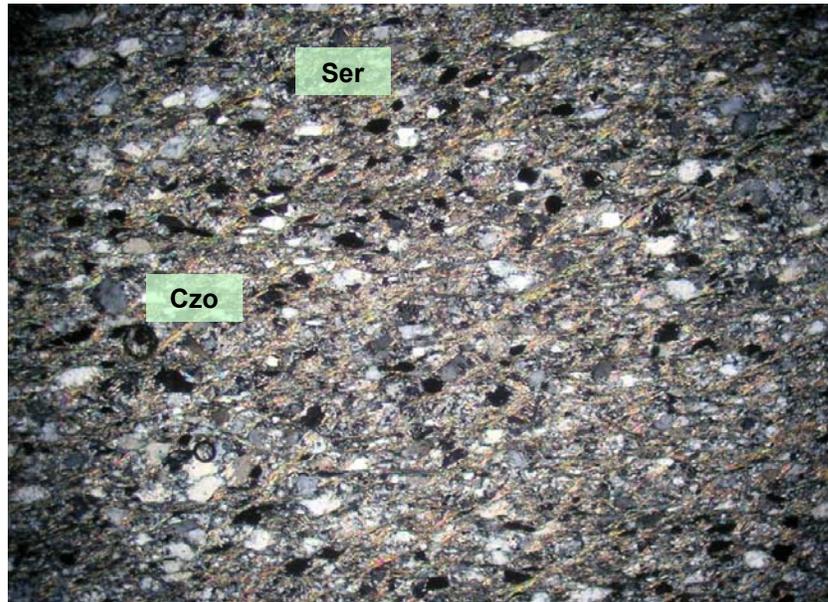


Foto 25.- Microfotografía de la muestra P-72, donde se muestra parte de las bandas de grano fino, con presencia de cuarzo y feldespato potásico y algunos granos menores a 0.15mm, orientados, con sericita en hojuelas intercrecida entre ellos, LP, 10X.

cláustos moderadamente clasificados subredondeados de cuarzo (25%) principalmente, acompañados de pedernal (20%) y granos de areniscas de cuarzo, con cristales de feldespato (10%), todos ellos sostenidos en una matriz arcillosa con sericita, orientados y ligeramente alargados y paralelos a la foliación (Foto 24). En cambio, las bandas de grano fino se componen principalmente de cuarzo (40%), feldespato (10%), minerales opacos (5%), en una matriz fina (45%) compuesta de arcillas o sericita. Los cláustos se encuentran moderadamente clasificados, con formas redondeadas a sub-redondeadas y alargados en sentido de la foliación con sombras de presión en los bordes. Presentan tamaños variables, en el orden de 0.05 a 0.15mm, inmersos en una matriz muy fina (<0.01mm) (Foto 25).

#### **VI.2.2.- Intrusivos**

Las rocas intrusivas graníticas se encuentran aflorando principalmente en el lado norte de la zona cartografiada, con esporádicos afloramientos al sur del área (Figura 4). Morfológicamente estas rocas presentan lomeríos bajos con elevaciones no mayores a 300 msnm y pendientes suaves, con una apariencia masiva en superficie y foliación ausente. Algunos de ellos exhiben una coloración blanquecina con tonalidades grises a verde oscuro, ocasionalmente rosadas, con variaciones en su textura y mineralogía, lo cual permite clasificarlos como Metagranito y granodiorita. Estructuralmente presentan con regularidad dos familias de fracturas, la primera y mas abundante con tendencia NW 50° SE, la segunda con tendencia NE 55° SW, ambas con inclinaciones variables tanto al NE y SW como al SE y NW. Donde se tiene un granito con niveles bajos de metamorfismo y foliación presente en la roca.

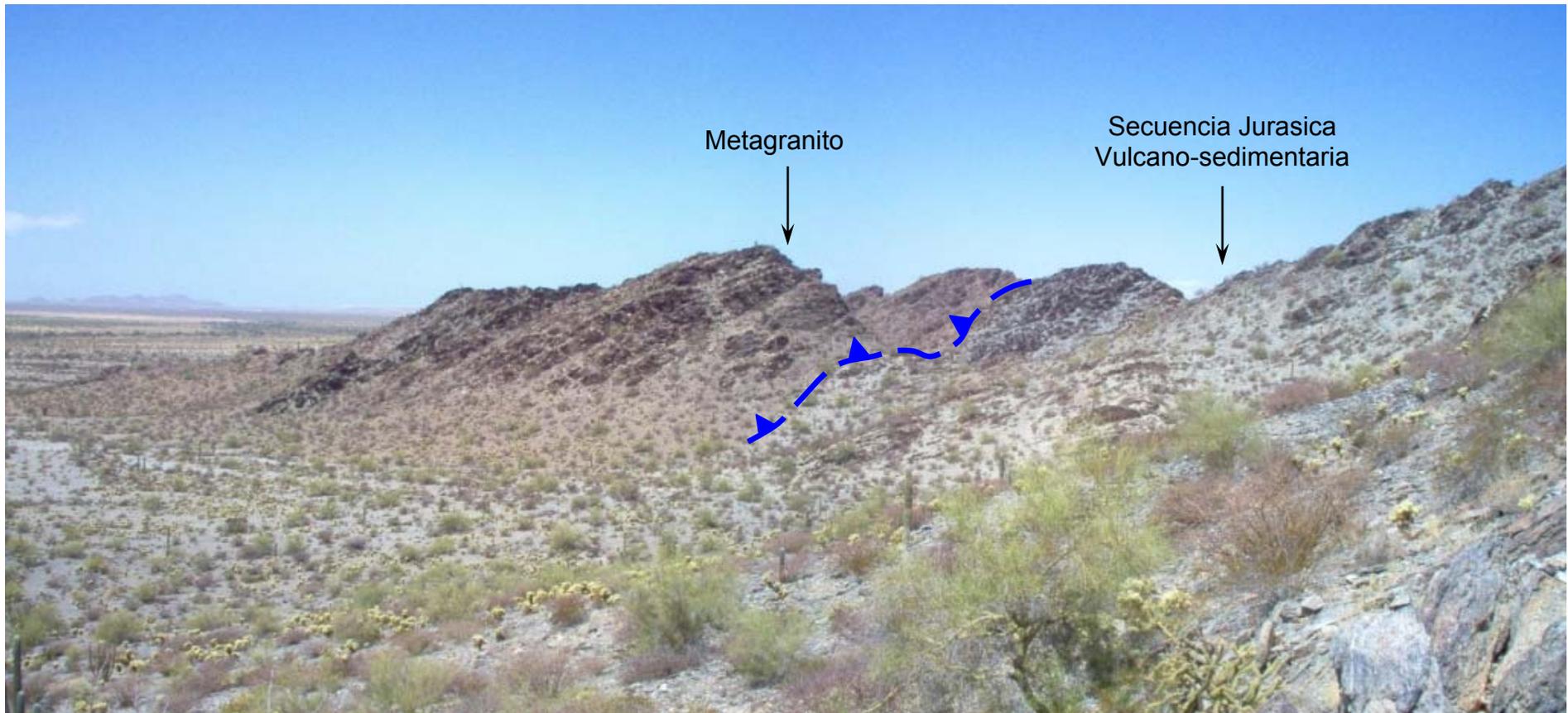


Foto 26.- Panorámica viendo al S-SW, donde se ilustra el contacto por falla entre el Metagranito con la secuencia Jurásica volcanosedimentaria. Note la topografía suave y la foliación más intensa en la zona del contacto.

El **Metagranito** está ubicado hacia la porción sur-suroeste del área de estudio (Figura 4), con una topografía suave y aspecto masivo (Foto 26), y una foliación preferencial con rumbo NW 48° SE, e inclinaciones de 40 a 50° al SW. Megascópicamente presenta una textura fanerítica con cristales de cuarzo y feldespato alineados, estos últimos alterados a sericita, acompañados de una silicificación moderada con minerales accesorios tales como pirita oxidada + cuarzo en vetillas y escasa magnetita diseminada. Hacia el contacto con la metaríolita se observa un cizallamiento intenso con una serie de cuerpos oscuros posiblemente metandesitas, las que podrían corresponder a diques.

Para el análisis petrográfico de esta unidad se estudiaron las láminas KMP-01, 05 y 07 recolectadas hacia el sur - suroeste del Cerro Prieto. En sección delgada corresponden a una roca holocristalina de grano medio (<1mm hasta 2mm) con textura hipidiomórfica gruesa, donde los cristales de feldespato potásico comprenden el 54%, y se componen de microclina, con cristales de plagioclasa alrededor del 10%, cuarzo 30%, hornblenda 2% y biotita 3%, con presencia de minerales secundarios y accesorios como pirita, magnetita (~2%), circones en menos de 1% de la roca. (Ver foto 27).

La presencia de feldespato potásico es mayor que el contenido de plagioclasa; donde el porcentaje de microclina es mayor del 40%, con textura peritítica. Los cristales de feldespato varían en el rango de 0.5 a 2.5mm, con formas subhedrales. Las plagioclasas presentan macla polisintética, y de composición oligoclasa-andesina con dimensiones menores a 1 mm.

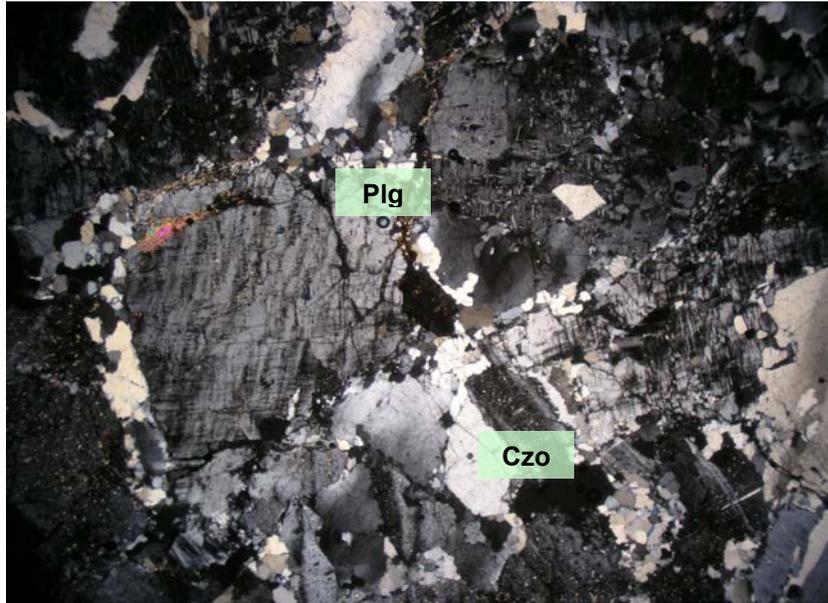


Foto 27.- Microfotografía de la muestra KMP-05, donde se muestran cristales de feldespato potásico (<2mm), principalmente de microclina y cristales de cuarzo con extinción ondulante; nótese la presencia de sericita producto de la alteración de feldespato rellenando espacios, LP, 4X.

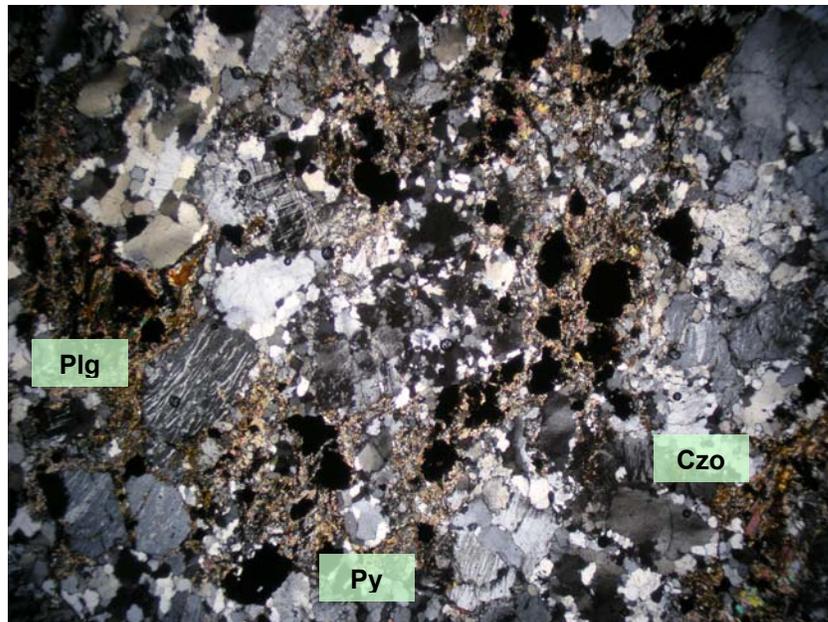


Foto 28.- Microfotografía de la muestra KMP-07, donde se observan cristales <1mm de cuarzo, feldespato y hornblenda (minerales primarios) y ~2% de pirita y magnetita (minerales secundarios), además, la hornblenda está alterada hacia los bordes a biotita y ocasionalmente a sericita – clorita; LP, 4X.

Los cristales de cuarzo se presentan en ocasiones rellenando espacios, con forma subhedral, con dimensiones que varían de 0.5 a 2.5mm, con una ligera extinción ondulante, algunos han sufrido recristalización producto de tectonismo.

La presencia de biotita es mínima alrededor del 3%, producto de alteración de la hornblenda, ocasionalmente se observa sericita que se incrementa hacia el contacto con las metariolitas, al igual que aumenta el contenido de minerales opacos. (Ver Foto 28).

La **Granodiorita** se ubica en la porción NNW de la zona estudiada, conformando una morfología suave representada por lomeríos bajos de menos de 300 m de altura; su aspecto es masivo y con presencia de xenolitos elongados producto de la deformación. En superficie presenta una coloración blanquecina y en ocasiones rosa claro, con una textura granular gruesa, compuesta de cuarzo (35%), feldespato (20%) y plagioclasa (30%), con algunos tonos oscuros debido a la presencia de minerales ferro-magnesianos constituidos por biotita-hornblenda en un 15%. Dentro de esta unidad se cuenta con la presencia de xénolitos de composición diorítica elongados y alineados, con diámetros de 2 a 10 cm. y de 5 a 30 cm. de largo, lo cual ocurre hacia el contacto con la unidad precámbrica (Foto 29).

Estructuralmente se encuentra afectada por fracturamiento en dos direcciones, hacia el NW con echado al NE y hacia el NE con echado al NW e inclinaciones que varían de 20 a 85°.

Estudios geocronológicos recientes efectuados sobre esta unidad por Izaguirre-Pompa (2007) (comunicación personal), arrojan edades de  $163.2 \pm 1.2$  Ma, utilizando la sistemática de U-Pb en zircones (Figura 4).



Foto 29.- Intrusivos granodioríticos cerca del contacto con el Precámbrico. Nótese el bandeamiento de flujo sincrónico con el emplazamiento dentro de la Granodiorita.

Para el estudio petrográfico de esta unidad, se tomaron las muestras CP-31 y 37, localizadas en la Figura 4 y donde se tienen los cambios texturales y mineralógicas mas comunes.

Las muestras CP-31 y CP-37 en sección delgada corresponden a una roca con textura hipidiomórfica de grano medio a grueso (~1mm a <1 cm), en partes poiquilítica, con una mineralogía compuesta de cristales de feldespato potásico (25%) son principalmente de microclina, plagioclasa (35%), cuarzo(28%), hornblenda (5%) y biotita (4%), además se observa la presencia de esfena (2%) y minerales opacos (<1%).

La presencia de feldespato potásico regularmente es en forma de microclina con una textura poiquilítica y pertítica con intercrecimiento de plagioclasas, incluso algunos de ellos presentan cristales de plagioclasas zonados sin alterar, hacia los bordes del feldespato, en un claro estado de desequilibrio. Los cristales de feldespato tienen una significativa variación en tamaño en el rango de 0.25 a 2.5mm, aunque ocasionalmente se tienen de hasta 5 a 6mm de largo, con formas regularmente euhedrales a subhedrales (Foto 30 y 31).

Por otro lado, los cristales euhedrales-subhedrales de plagioclasas presentan la típica macla polisintética de composición oligoclasa-andesina, con tamaños del orden de 0.2 a 1.5mm. Los cristales de cuarzo se presentan en ocasiones rellenando espacios, con forma subhedral a anhedral, con tamaños que van de 0.5 a 1.3mm, presentando una ligera extinción ondulante; otras veces son cortados en sección basal donde se observa zoneamiento del cristal, con forma hexagonal concéntrica.

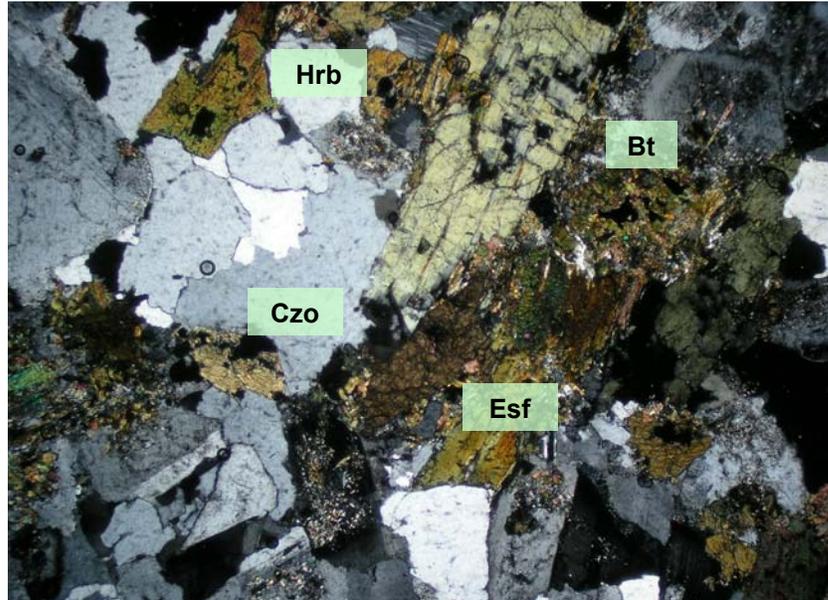


Foto 30.- Microfotografía de la muestra CP-31, donde se observan cristales de feldespato (>1mm, en la parte superior izquierda de la imagen), cuarzo, plagioclasa, hornblenda y esfena (<1mm, en el centro y parte inferior de la imagen). Nótese la débil presencia de sericita reemplazando parcialmente a los cristales de plagioclasas y feldespato potásico; LP, 4X.

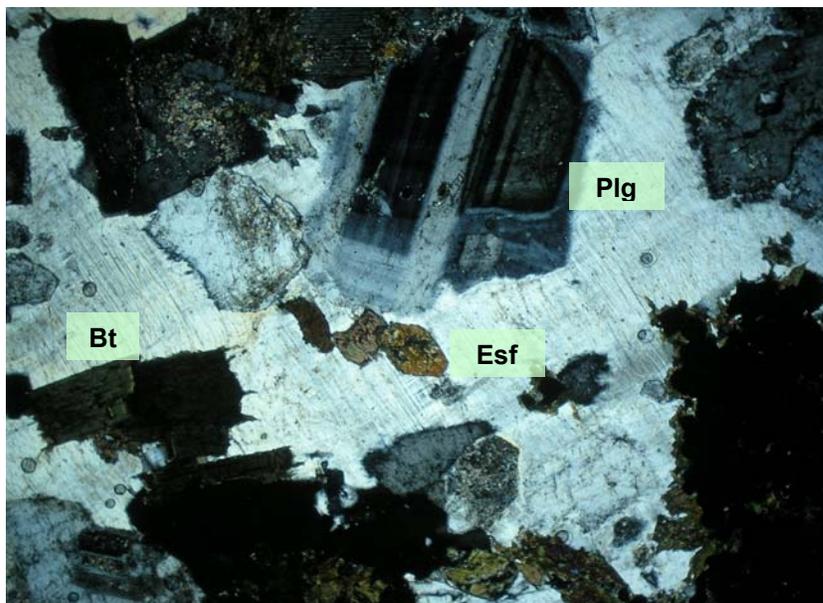


Foto 31.- Microfotografía de la muestra CP-31, cristales de feldespato >2mm, plagioclasa zoneada ~1 mm hacia la parte centro-superior de la foto, biotita hacia la parte inferior izquierda, estas ultimas intercalados en el feldespato potásico; LP, 4X.

biotita como producto de la alteración de la hornblenda, ocurriendo en los bordes y en ocasiones en las porciones centrales. Sus tamaños son variables que van desde 0.2 a 0.65 mm en biotitas y 0.4 a 1 mm en hornblendas.

De manera accesoria se tiene la presencia de cristales de esfena por lo general de forma subhedral a euhedral y ocasionalmente en forma de cristales bien formados. La alteración en esta sección es casi nula, con muy pobre presencia de sericita, las cuales afectan principalmente a feldespato y plagioclasas; sin embargo, se presenta un nivel ligeramente más alto de biotitización a partir de cristales de hornblenda producida seguramente durante su cristalización.

Por otro lado, la lámina CP-37, presenta una textura mas fina, a diferencia de la muestra descrita anteriormente, con un contenido mayor de minerales máficos (15%) representados por biotita y hornblenda, inmersos en feldespato con textura perfitica, tomando una textura poiquilítica, con un ligero zoneamiento de los cristales mas pequeños, con minerales de cuarzo, plagioclasas, zircón y esfena dentro del feldespato. La forma de los minerales es mas euhedral a subhedral, dándole a la roca una apariencia fresca, teniendo como mineral secundario, la presencia muy débil de sericita afectando a los feldespatos y plagioclasas principalmente (Foto 32 y 33).

Por su textura y composición las muestras CP-31 y 37 pueden clasificarse como una granodiorita de hornblenda y biotita.

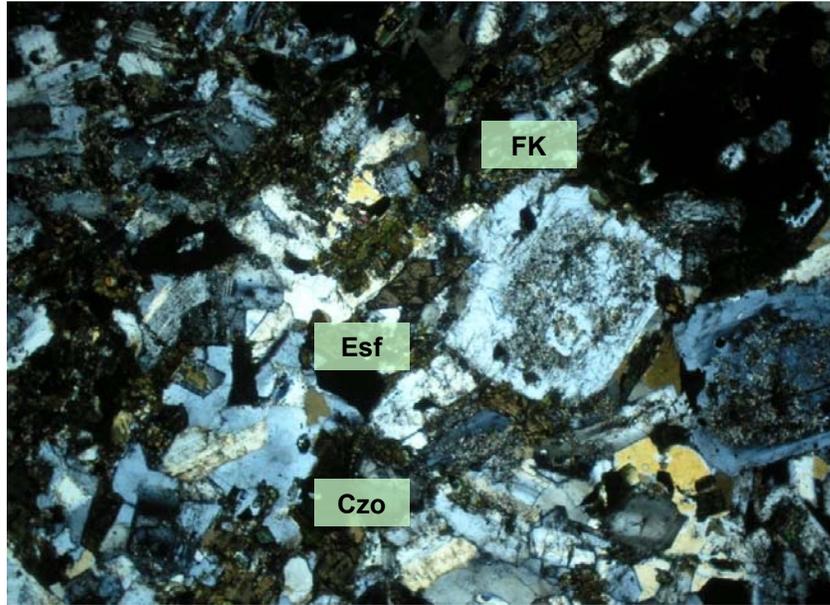


Foto 32.- Microfotografía de la muestra CP-37, con una textura de grano fino y donde se observan cristales de esfena con formas euhedrales (< 1mm al centro de la foto), inmersos en una mezcla de cristales de feldespato, plagioclasa, hornblenda y cuarzo (con tamaño que varia de 0.5 a 1mm, centro de la imagen): LP. 4X.

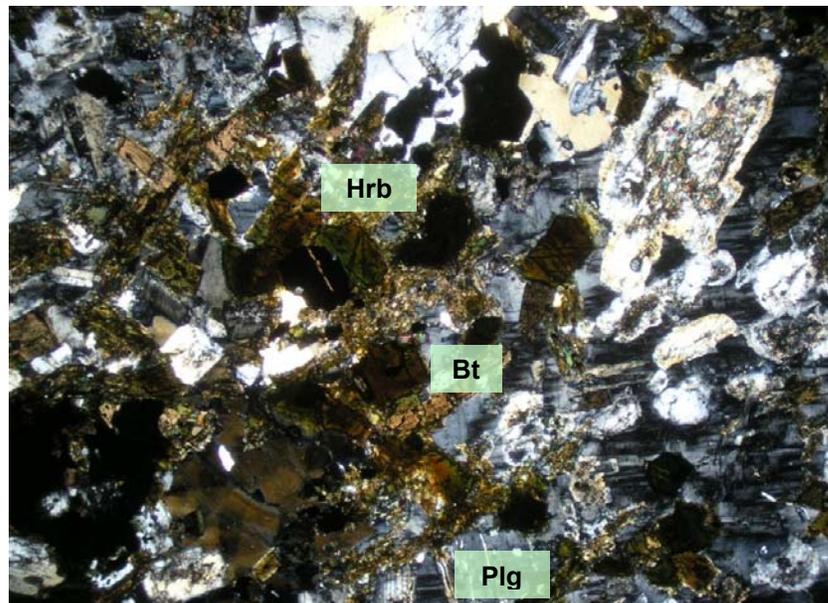


Foto 33.- Microfotografía de la muestra CP-37, nótese la textura perítica presente en el cristal de feldespato (~2mm) en el que se encuentran inmersos los cristales de plagioclasa, cuarzo y hornblenda (principalmente al centro e izquierda de la foto); LP, 4X.

### ***Latita porfídica***

Esta roca se encuentra aflorando hacia el norte del área en contacto con la granodiorita; donde se observa una textura porfídica con matriz microcristalina con un incremento en el contenido de ferro-magnesianos, disminución de cuarzo y feldespato, cambios de color verde oscuro con ocasionales tonos de color gris; además, de un incremento en el contenido de plagioclasas adquiriendo una textura ligeramente porfídica. No se observan rasgos de deformación, tiene un aspecto masivo y es cortada por algunas vetillas de cuarzo y esporádicos diques de composición andesítica. Estructuralmente carece de cizallamiento y foliación hacia los bordes, donde solo se observa un fracturamiento similar al descrito en la granodiorita.

En sección delgada (muestra CP-39, Figura 4) presenta una textura porfídica, con presencia de fenocristales de plagioclasa (65%), feldespato (17%), cuarzo (5%), hornblenda (6%), piroxeno (2%) y biotita (2%), y esfena (3%) en una matriz microcristalina (Foto 34). Por otro lado, los fenocristales subhedrales-anhedrales de plagioclasa presentan textura poiquilítica y un ligero zoneamiento sobrepuesto a la textura polisintética típica de ellas, con una composición del tipo oligoclasa-andesina y tamaños variables de ~1.0 a 2.5mm. Se tiene la presencia de una fracción cristalina de menor tamaño compuesta de feldespato, cuarzo y plagioclasa con tamaños variables de ~0.1 a 0.3mm que actúan como matriz. Los cristales de hornblenda tienen formas irregulares, y regularmente se observan alterándose parcialmente a biotita y en ocasiones débilmente a sericita. Los cristales de esfena son de forma anhedral y tamaños del orden de 0.5 a 1.4mm. Su textura fina y su composición la ubican dentro de una roca ígnea hipabisal de grano fino de textura porfídica de composición latita de cuarzo.

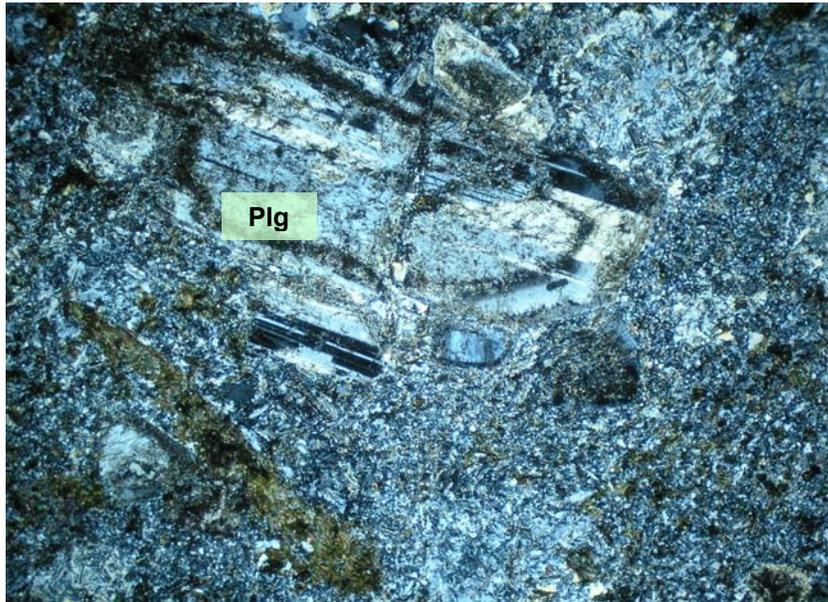


Foto 34.- Microfotografía de la muestra CP-39, fenocristales de oligoclasa-andesina, inmersos en una matriz de plagioclasa (<2mm al centro de la imagen), feldespato potásico, cuarzo y cristales de biotita y hornblenda, LP, 4X.

### **VI.3.- CENOZOICO: Terciario**

Estas rocas se encuentran mayormente distribuidas en el norte del área cartografiada (Figura 4), e incluyen rocas de composición riolítica en forma de flujos, diques andesíticos y aplíticos. En el caso de las primeras, son de un color rosáceo-parduzco, textura porfídica constituida por fenocristales de cuarzo, sostenidos en una matriz fina microcristalina de cuarzo-feldespatos y escasa presencia de biotita. Aflora en forma de pequeños lomeríos conformando una topografía irregular, y es cortada por diques de composición dacítica a andesítica (?) con anchos que varían desde 2cm hasta 30mts.

Todas estas rocas no presentan rasgos de deformación, y por sus relaciones estratigráficas se podría pensar que son de edad mas joven que las descritas anteriormente, perteneciendo posiblemente al terciario.

El estudio petrográfico de estas unidades corresponden a las muestras P-20B, P-64, 92 y 85, las cuales se encuentran localizadas en la Figura 4; la primera corresponde a flujos riolíticos con coloración rosada a gris claro, matriz fina silicificada, cristales de cuarzo < 1cm de diámetro. La muestra P-20B, se localiza hacia la parte NW del área cartografiada, cercana al contacto del augen gneis y parece cubrir discordantemente a la granodiorita. En sección delgada presenta textura micrográfica, donde su composición mineralógica está integrada por cuarzo (37%), feldespato potásico (24%), plagioclasa (18%), piroxeno (16%), esfena (<2%) y opacos (<3%). El feldespato potásico corresponde principalmente a ortoclasa con textura poiquilítica y perítica débil, cristales de forma anhedral y tamaños que varían de 0.25 a 0.7mm y regularmente se encuentran unidos a cristales de cuarzo dando origen a la textura micrográfica. Los cristales de cuarzo son subhedrales con bordes dentados ligeramente recristalizados con una débil

extinción ondulante y tamaños que van de 0.4 a 3mm (Foto 35). La presencia de plagioclasas está representado por cristales subhedrales a euhedrales con longitudes menores a 2mm, regularmente con maclado polisintético de composición oligoclasa-andesina. Algunas veces se presentan con intercrecimiento de los mismos cristales, dando la apariencia de un maclado en dos direcciones.

La presencia de piroxenos se encuentra asociada a zonas con mayor contenido de cuarzo y feldespato, mostrándose en la lamina P-20B, con cristales subhedrales, regularmente angulosos a subangulosos de ~2 mm de diámetro, con una clara tendencia composicional a augita?

La muestra P-64 corresponde a diques andesíticos, los cuales, en sección delgada, presenta una textura fina porfídica con feldespatos y cuarzo. Su composición está determinada por la presencia de hornblenda (3%), plagioclasas (29%), feldespato potásico (10%), cuarzo (4%), piroxénos (5%) y minerales opacos (2%) sostenidos en una matriz fina microcristalina (47%) (Foto 36).

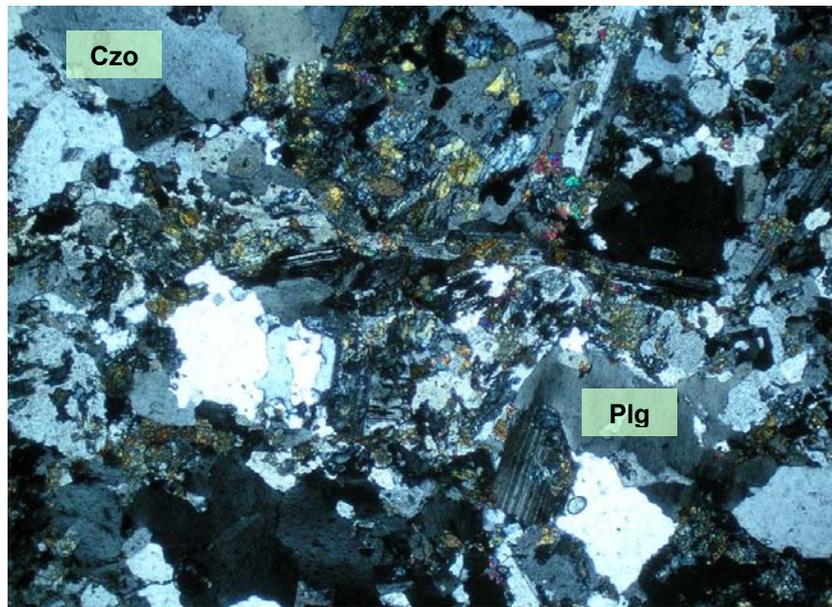


Foto 35.- Microfotografía de la muestra CP-20B, donde se presenta una textura fina en parte micrográfica con cristales subedrales a anedrales de plagioclasa y feldespato potásico (~0.2 a 0.3mm) con cuarzo en cristales anedrales intercrecidos, LP, 4X.

La muestra P-64, presenta una textura porfídica, con cristales subhedrales de plagioclasa que junto con algunos feldespatos potásicos forman los fenocristales en esta sección. Regularmente se encuentran ligeramente alineados con tamaños que van de 0.7 a 1.0 mm, y pueden alcanzar entre los dos un 35 % del volumen total de la roca. Por otro lado los cristales de cuarzo (8%) son de forma euhedral, ocasionalmente subhedrales con tamaños que van desde 0.3 a 0.45mm de diámetro, aunque en promedio pueden alcanzar ~0.20mm.

Toda esta fracción cristalina es sostenida en una matriz fina microcristalina de la misma composición que la fracción más gruesa, con piroxeno (clinopiroxeno, 5%) y ocasionalmente hornblenda (3%) acomodada intersticialmente. En parte los cristales de hornblenda son anhedrales y se encuentran distribuidos en toda la roca a manera de parches, ligeramente alterada a actinolita, con tamaños del orden de 0.25 a 0.8mm. Por último, esta sección es cortada por vetillas de cuarzo-calcita con cierta presencia de piroxeno asociada a ellas, (Foto 37).

Por otro lado, las muestras P-92 y P85 correspondientes a los diques aplíticos emplazados en el augen gneis y en la granodiorita, los cuales muestran una textura microcristalina, porfídica compuesta mineralógicamente por cuarzo (40%), feldespato (30%), plagioclasa (25%), ferromagnesianos (4%) y débil contenido de piroxénos (~1%), (Foto 38).

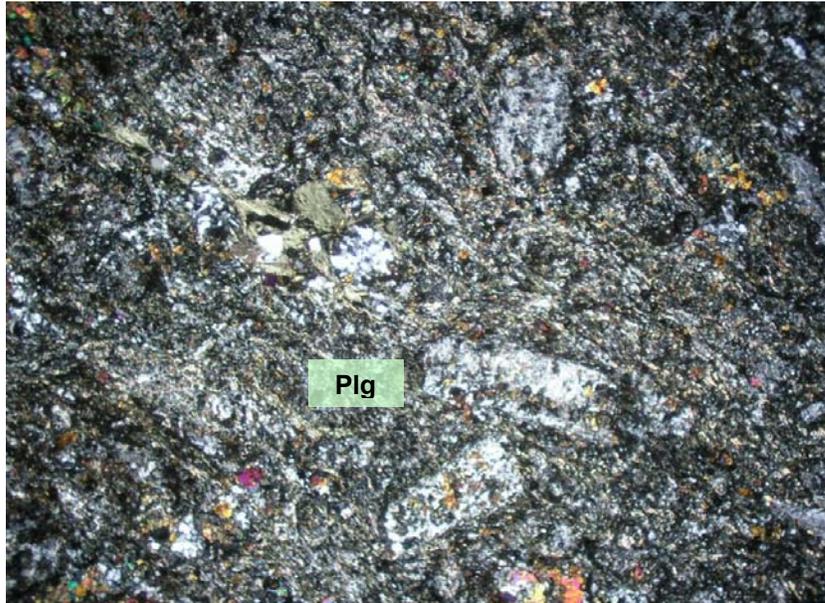


Foto 36.- Microfotografía de la muestra P-64, mostrando la textura fina porfídica, con fenocristales de plagioclasa (~1.0 mm) inmersos en una matriz microcristalina con pequeños cristales de piroxeno y hornblenda (<0.2 mm) intersticial, acompañado con cuarzo microcristalino, LP, 4X.

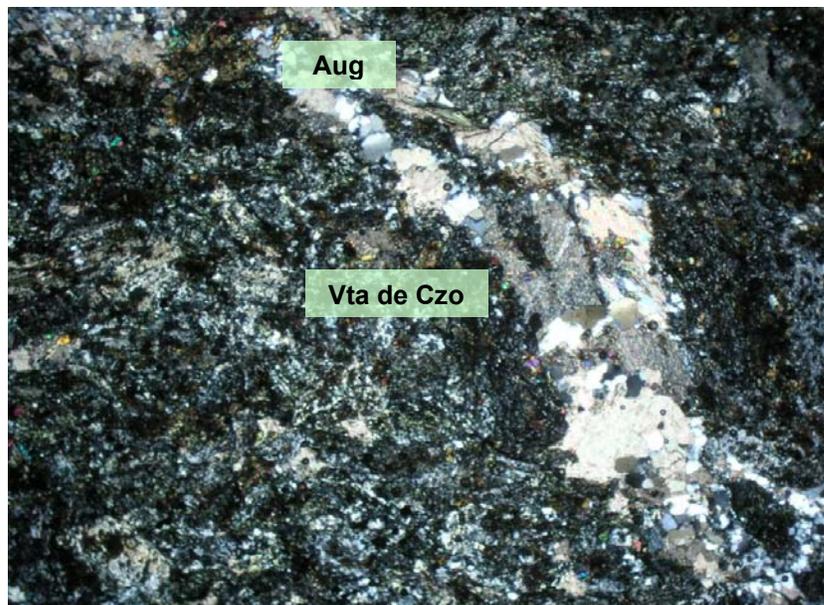


Foto 37.- Microfotografía de la muestra P-64, mostrando la presencia de una vetilla irregular de cuarzo-calcita (~0.10 mm). Note la presencia de augita (?), y hornblenda en las inmediaciones de la vetilla, LP, 10X.

Los fenocristales en esta roca están compuestos de cristales de cuarzo anhedral, con tamaños que van desde 0.8 a 2mm de diámetro, acompañados de feldespato potásico subhedral (microclina) y plagioclasa del tipo oligoclasa-andesina con el típico maclado polisintético y en partes aglomeradas con los cristales de feldespato potásico, estos dos últimos con tamaños similares a los cristales de cuarzo. Esta fracción cristalina es sostenida dentro de una matriz microcristalina félsica formada de cuarzo y feldespato aparentando una recristalización con tamaños menores a 0.3 mm. Como minerales accesorios se tiene hornblenda y biotita rellenando huecos entre los feldespatos, cuarzos y plagioclasas, (Foto 39).

Por último se tiene una cobertura de gravas no consolidadas y mal clasificadas, conteniendo fragmentos de las distintas unidades descritas en este trabajo, localizadas mayormente en la parte centro del área, cerca de las obras mineras de Karina. Hacia el extremo este del área, las gravas se encuentran mezcladas con arcillas lo cual provoca una ligera consolidación; hacia el sur podemos observar estas gravas cubiertas por arena eólica, formando especie de dunas paralelas a la costa del Golfo de California, las cuales en ocasiones alcanzan a cubrir los afloramientos.

En la porción Norte del área se tienen zonas de valle formadas principalmente por arenas mas finas mezcladas con arcillas, con escasos clástos de los intrusivos jurasicos.

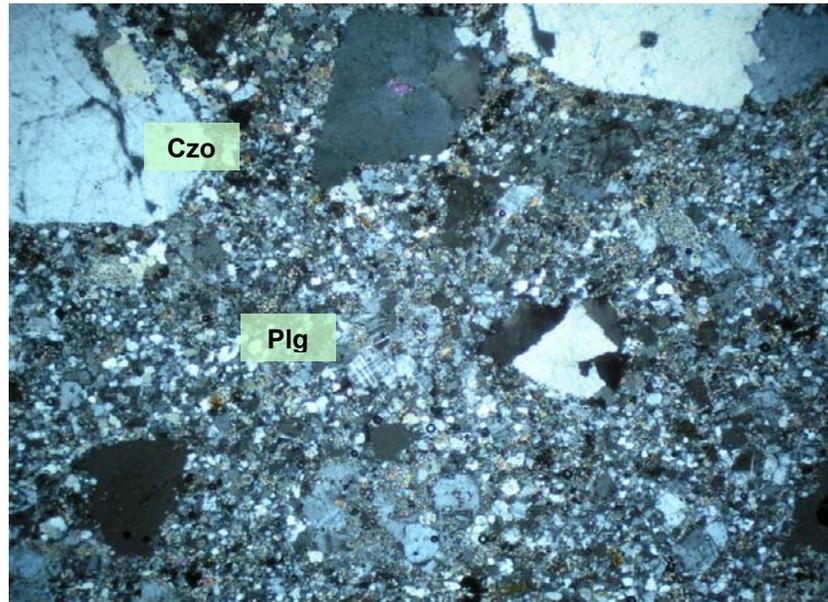


Foto 38.- Microfotografía de la muestra P-85, mostrando la textura porfídica, con cristales de cuarzo anhedrales de (1.0 mm), sostenidos en una matriz fina microcristalina de cuarzo-feldespato producto de recristalización?, producto de desvitrificación?. Note la presencia de pequeños cristales de microclina dentro de la matriz (parte centro de la foto), LP, 4X.

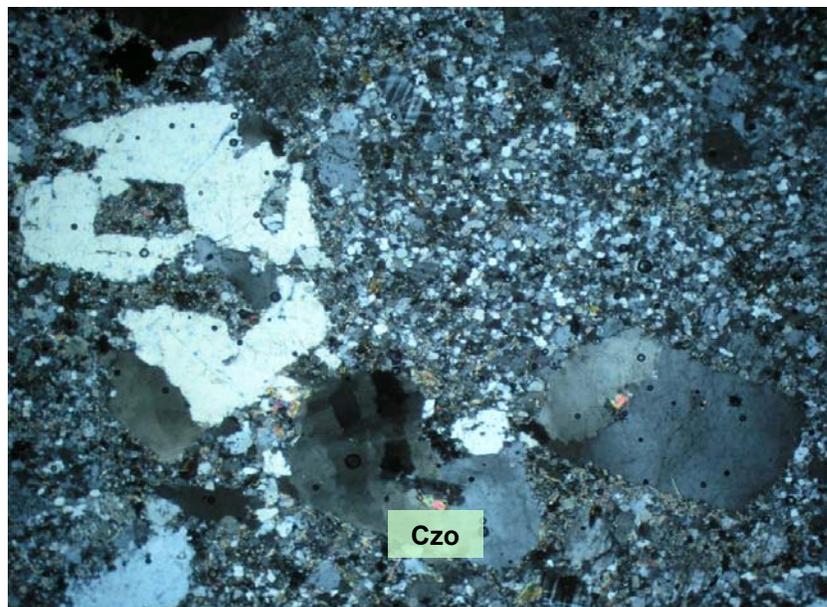


Foto 39.- Microfotografía de la muestra P-85, cristales de cuarzo con recristalización, matriz microcristalina, feldespato con alteración sericítica en el centro del cristal, LP, 4X.