

11.MAGMATISMO Terciario

Con el propósito de confirmar la ubicación estratigráfica del magmatismo posterior al plutonismo laramídico del área, se realizó un estudio petrográfico de las familias de diques, stocks y domo riolítico, el cual permitió definir las características texturales y mineralógicas y hacer una selección de las rocas más adecuadas para el estudio geoquímico, a fin de compararlas con las reportadas para otros afloramientos en el noreste de Sonora.

11.1. Estudio Petrográfico

11.1.1. Familias de diques máficos y stock microdiorítico

5.1.1.1. Mineralogía primaria

El estudio petrográfico del cuerpo hipovolcánico con dimensiones de un stock, y de los diques que intrusionan a la secuencia sedimentaria y a los cuerpos plutónicos, se llevó a cabo en nueve y en quince secciones delgadas, respectivamente. Simbología en imágenes: LN: luz natural, LP: luz polarizada, Qz: cuarzo, Hb: hornblenda, Ap: apatito, Cl: clorita, Ca: calcita, Ox: óxidos de Fe-Ti, Ep: epidota, fx: fractura.

Los diques están conformados por rocas porfídicas de grano fino a grano medio de textura panidiomórfica, y que de acuerdo a los fenocristales dominantes que presentan se dividen en dos grupos: dominante en anfíbol y dominante en biotita. De estos grupos el más abundante es el de anfíbol, mientras que el grupo de biotita aparece escasamente (muestra EA09-29). El grupo petrográfico dominante en anfíbol presenta fenocristales de hornblenda y clinopiroxeno, y en menor proporción ortopiroxeno, olivino, plagioclasa y esfena (Figura V-1 y V-2B). Estos cristales varían en tamaño según la facies del dique, desde 100 μm hasta 4 mm de longitud. El anfíbol se observa claramente primario, observándose secciones hexagonales euhedrales de hornblenda como inclusiones dentro de cristales de plagioclasa tardía. El grupo dominante en biotita presenta fenocristales de esta mica y clinopiroxeno (Figura V-2C).

El stock presenta características mineralógicas similares a los diques, con la excepción de que los fenocristales de biotita y hornblenda no están siempre presentes y se encuentran subordinados a la plagioclasa.

Las hornblendas aparecen como cristales generalmente euhedrales de forma tabular y de sección hexagonal, de color café pálido con pleocroísmo débil, presentando en ocasiones maclas, zonación e inclusiones de apatito (Figura V-1A). Las biotitas son subhedrales de forma tabular, de aproximadamente 400 μm de longitud. Los clinopiroxenos son incoloros y varían en formas tabulares y hexagonales, subhedrales a anhedrales (Figura V-2A), rara vez ligeramente pleocroicos y maclados. Algunas de las plagioclasas, subhedrales a euhedrales de forma tabular, presentan zonación.

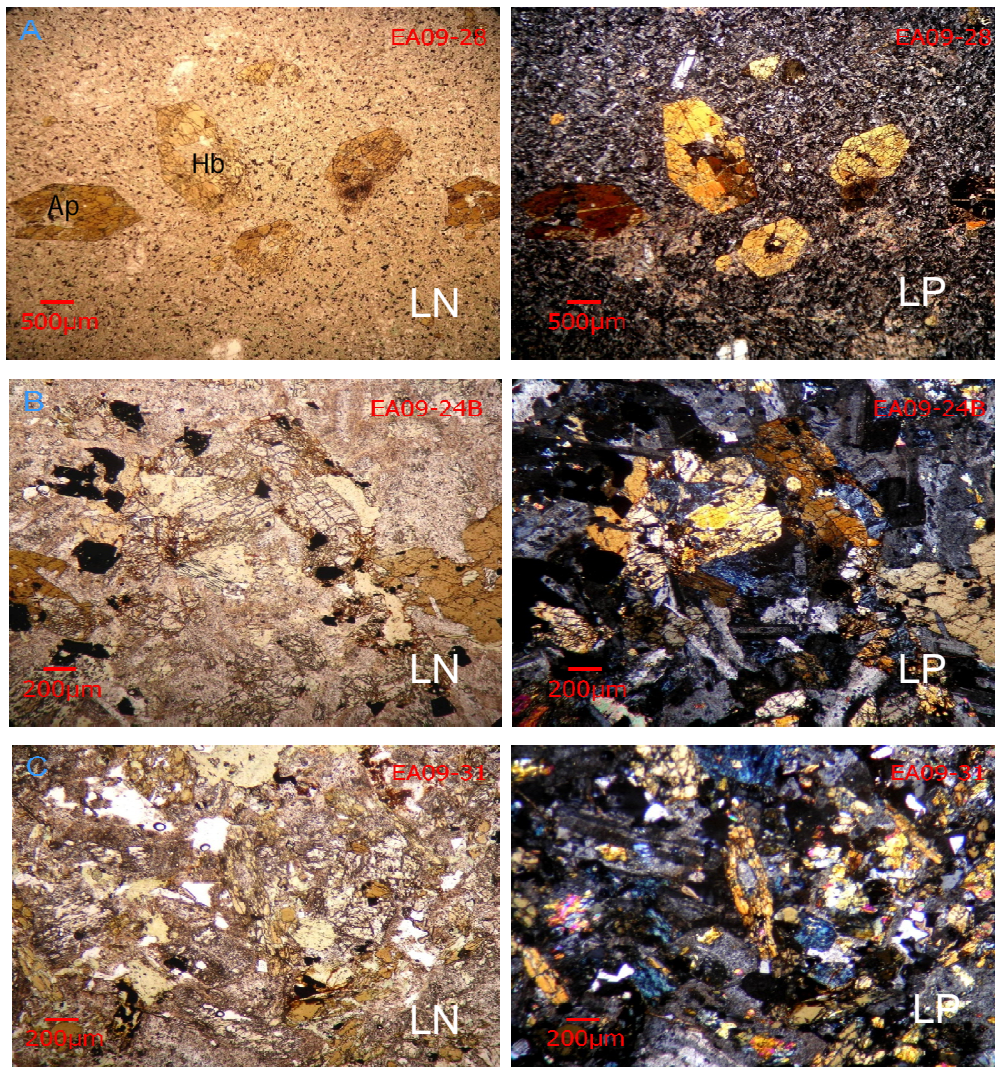


Figura V-1. Distintas facies de los diques con fenocristales dominantes de hornblenda y clinopiroxeno, mostrando alteración leve a moderada.

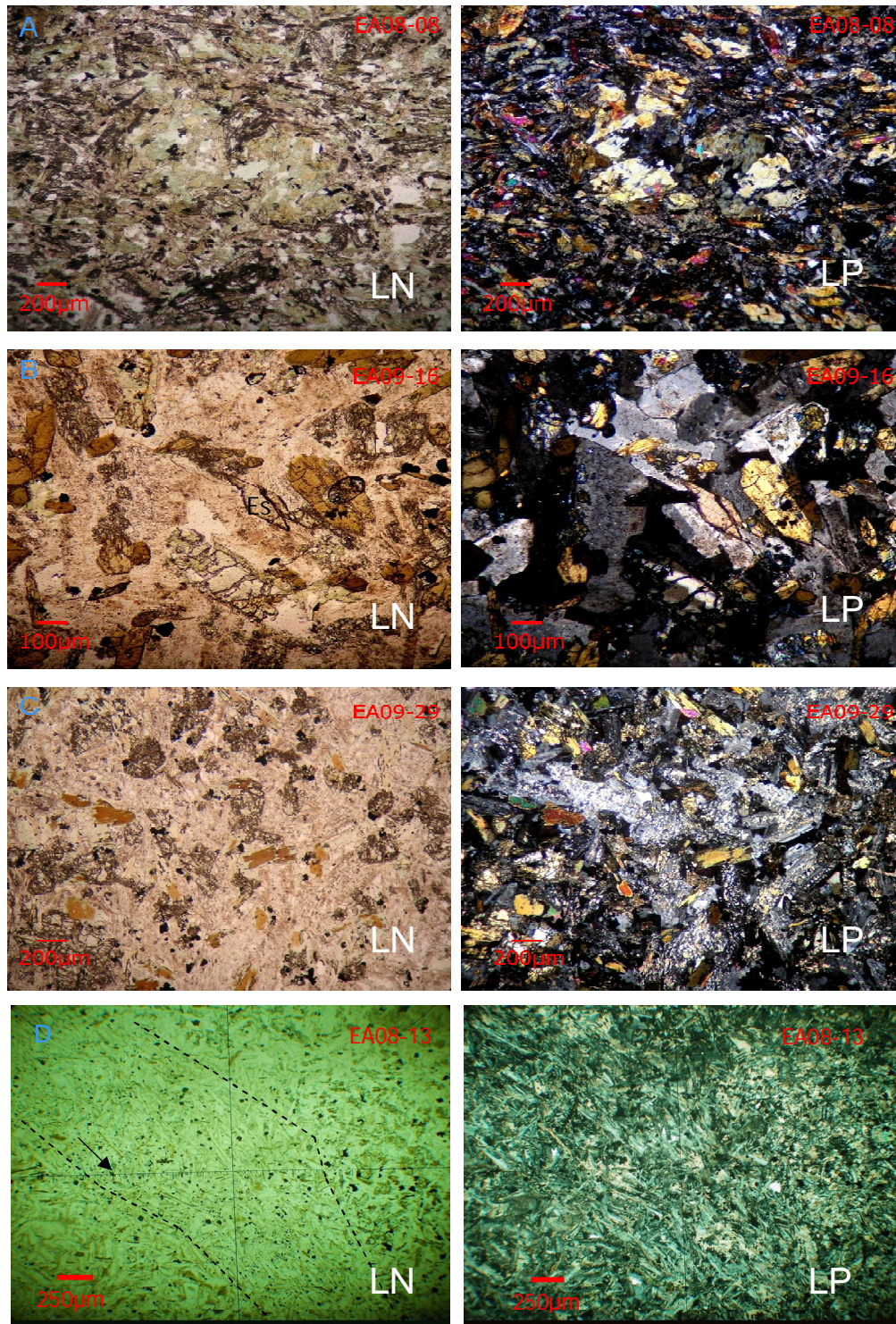


Figura V-2. A: Fenocristal de clinopiroxeno alterado en matriz microcristalina. B: Esfena tardimagmática al centro, en dique dominante en hornblenda y clinopiroxeno. C: Dique dominante en biotita y clinopiroxeno. D: Textura traquítica en stock. Las plagioclasas muestran cierta orientación preferencial marcada por la flecha.

La mineralogía de la matriz tanto de los diques como del stock, está dominada por plagioclasa, clinopiroxeno, hornblenda, apatito y óxidos de Fe-Ti (Figura V-1 y 2). Excepcionalmente aparecen microcristales de biotita y hornblenda en algunas facies (muestra EA09-28 del grupo dominante en hornblenda). En una de las muestras del stock, se observó un flujo compuesto por un arreglo en textura traquítica (Figura V-2D).

5.1.1.2. Mineralogía secundaria

La alteración característica de la matriz del conjunto de rocas es clorita + epidota + calcita + sericita ± cuarzo ± actinolita ± agregados de esfena microcristalina, variando el mineral secundario predominante en distintas facies, además de una alteración penetrativa de óxidos de Fe-Ti y fracturas rellenas de calcita y cuarzo (Figura V-3 y 4).

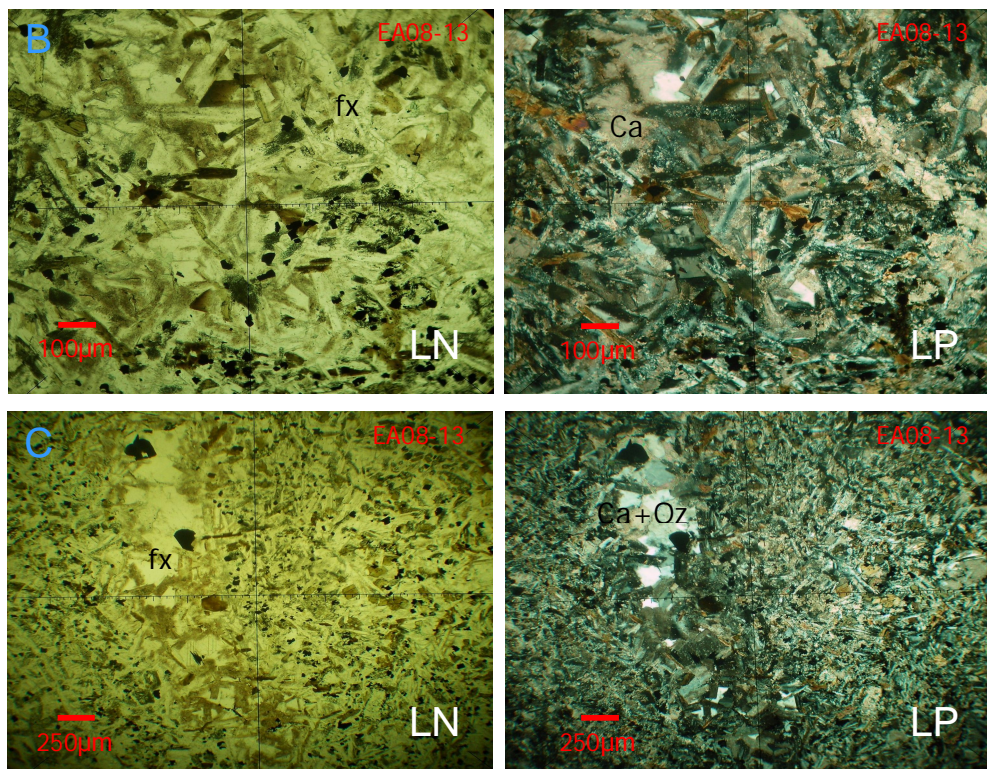


Figura V-3. Alteración penetrativa de óxidos de Fe-Ti y fracturas rellenas de minerales de alteración, en Stock. A: Calcita. B: Cuarzo y calcita.

La hornblenda y la biotita están moderada a ligeramente alteradas, con un desarrollo de clorita principalmente en los bordes del cristal, aunque excepcionalmente presentan alteración parcial a total de epidota y clorita (Figura V-5B).

Se observan además pseudomorfos de clorita-calcita, donde no es posible reconocer el mineral original, sin embargo, debido a sus tamaños y formas, algunos de los mejores desarrollados parecen corresponder a pseudomorfos a partir de hornblenda (Figura V-4C).

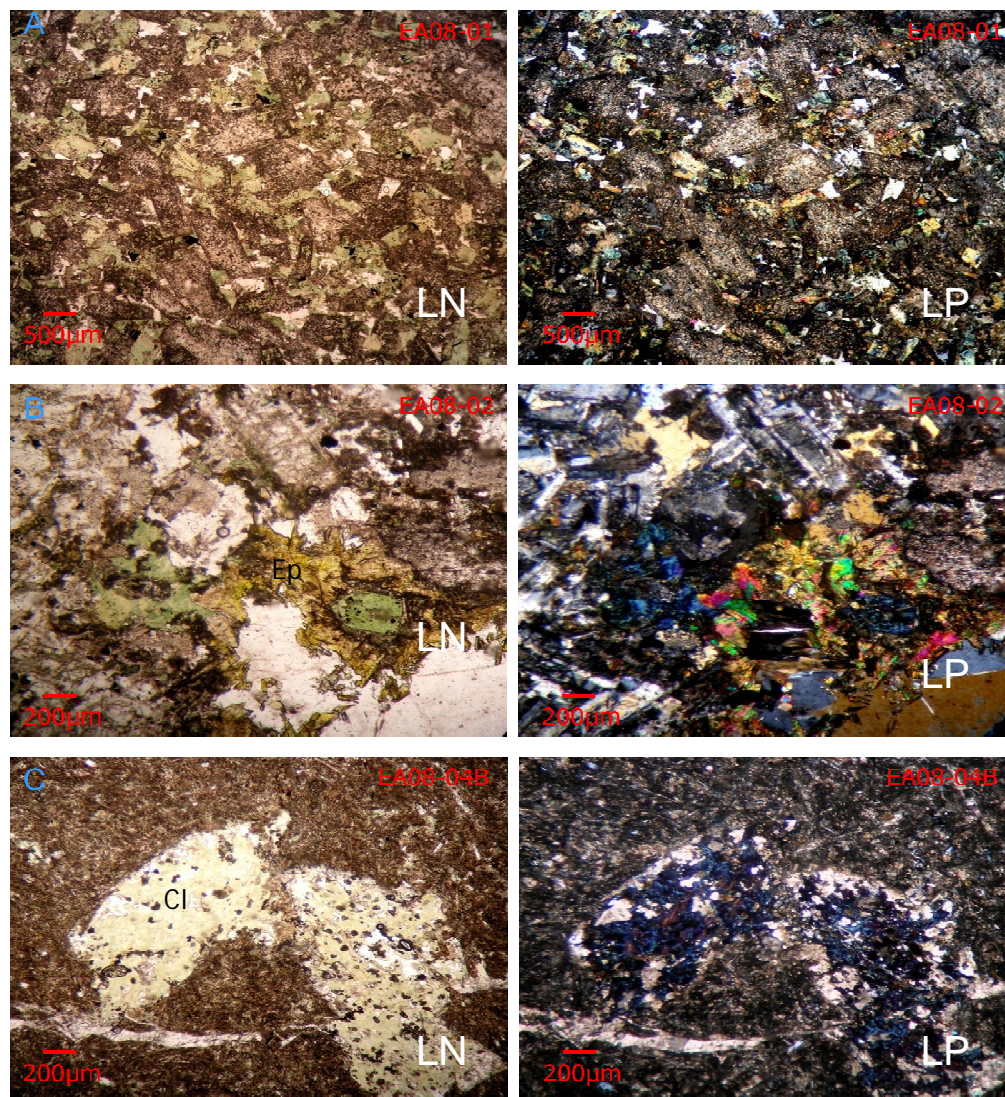


Figura V-4. Asociación mineralógica característica de alteración del stock microdiorítico de Sobai Satechi.

Algunos clinopiroxenos se encuentran frescos, mientras que otros están alterados de manera parcial o total a epidota, y ligeramente a clorita, concentrándose esta última preferentemente en los bordes.

Se observan además, amígdalas totalmente rellenas por calcita, clorita en los bordes y óxidos de Fe-Ti relleno de fracturas (Figura V-5A).

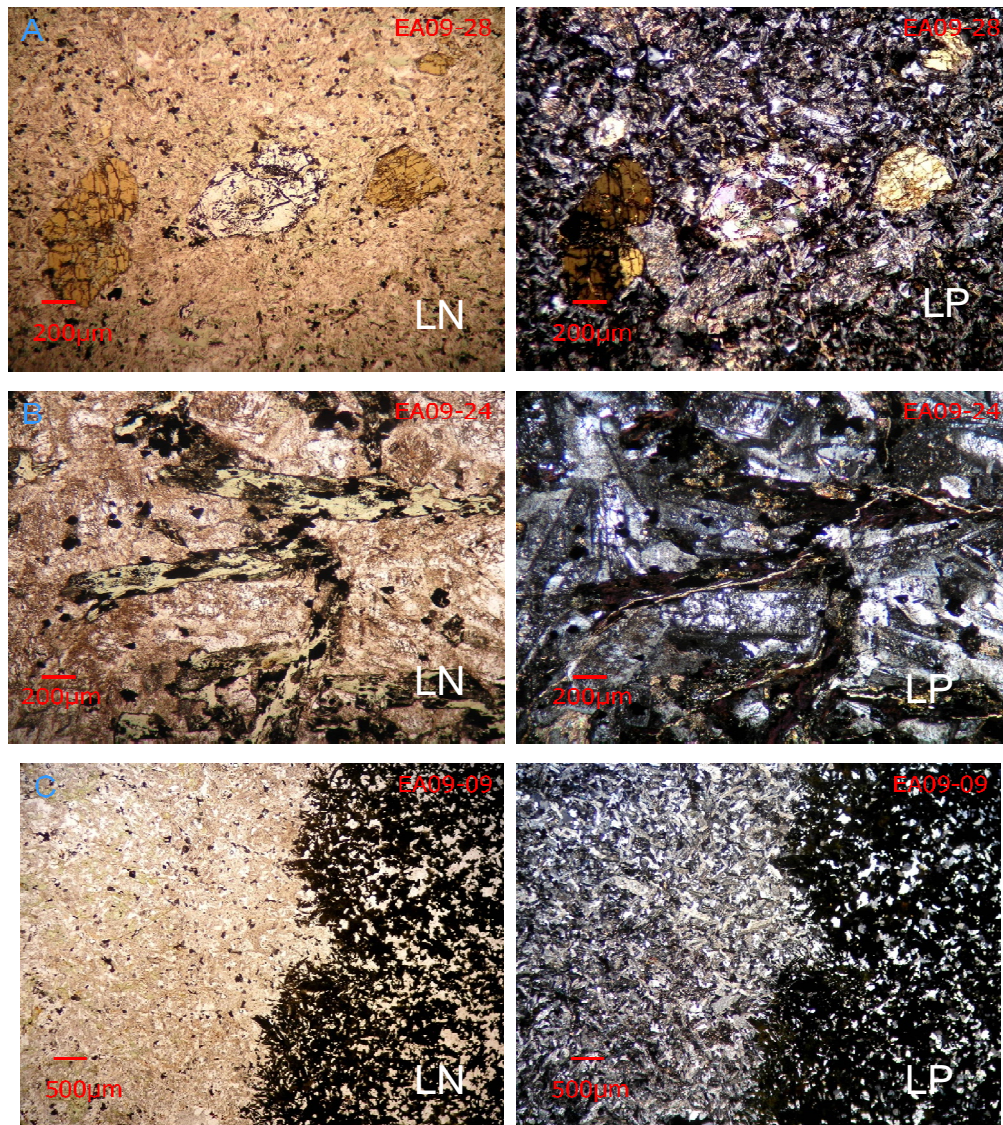


Figura V-5. Asociación mineralógica característica de alteración de los diques máficos de Sobai Satechi.

Las plagioclasas se encuentran de leve a fuertemente alteradas a sericita y ocasionalmente a epidota. Algunos cristales presentan albitización parcial, a excepción de un dique con turmalina, donde la mayoría de las plagioclasas son remplazadas por feldespatos alcalinos. En este dique la matriz presenta silicificación y cloritización, además de ojos centimétricos de turmalina con inclusiones de cuarzo (Figura V-5C).

5.1.1.3. Resultados y discusión del estudio petrográfico

De acuerdo con la asociación mineral propuesta por Streckeisen (1979), el stock corresponde a una microdiorita, y los diques dominantes en hornblenda y biotita corresponden a **lamprófidos** de tipo **espesartita y kersantita**, respectivamente, con texturas porfíricas panidiomórficas donde el feldespato de tipo plagioclasa aparece restringido a la matriz. Sin embargo, para confirmar tal clasificación y su origen, se discute a continuación la química de estas rocas. La asociación mineralógica de alteración en estas rocas corresponde a una típica alteración propilítica, la cual está más desarrollada en el grupo de diques de anfíbol dominante.

11.1.2. Domo riolítico Montecristo

11.1.2.1. Mineralogía primaria

El estudio petrográfico del cuerpo volcánico se realizó en un total de siete secciones delgadas de la ignimbrita y de la unidad tobácea dispuesta en la cima del domo.

De acuerdo con la clasificación de Schmid (1981) para tobas y cenizas, la unidad que cubre al domo, corresponde a una toba cristalina, la cual es de grano fino con matriz de ceniza de cristales, pómez, y ausencia de texturas de flujo, presentando alto contenido de fenocristales de cuarzo.

Las ignimbritas (Figura V-6) son rocas con textura eutaxítica y con matriz cristalizada. Presenta fenocristales de plagioclasa, biotita, fragmentos de roca recristalizada, flamas abundantes y esferulitas en forma de abanico principalmente, como texturas de desvitrificación. En éstas últimas se observa pómez comprimida formando flamas. Los huecos desarrollan una cristalización tardimagmática de cuarzo y

feldespato. Estratigráficamente, debajo de esta unidad se observa otra facies de ignimbrita pero con textura no soldada y mayor recristalización, probablemente provocado por una mayor circulación de fluidos.

Las ignimbritas recristalizadas presentan textura porfídica con flamas cuya orientación define la dirección del flujo. Contiene abundantes fenocristales de cuarzo, feldespato, biotita y fragmentos de roca. La matriz está altamente recristalizada, observándose que los microcristales aumentan de tamaño a medida que se aproxima a las cavidades.

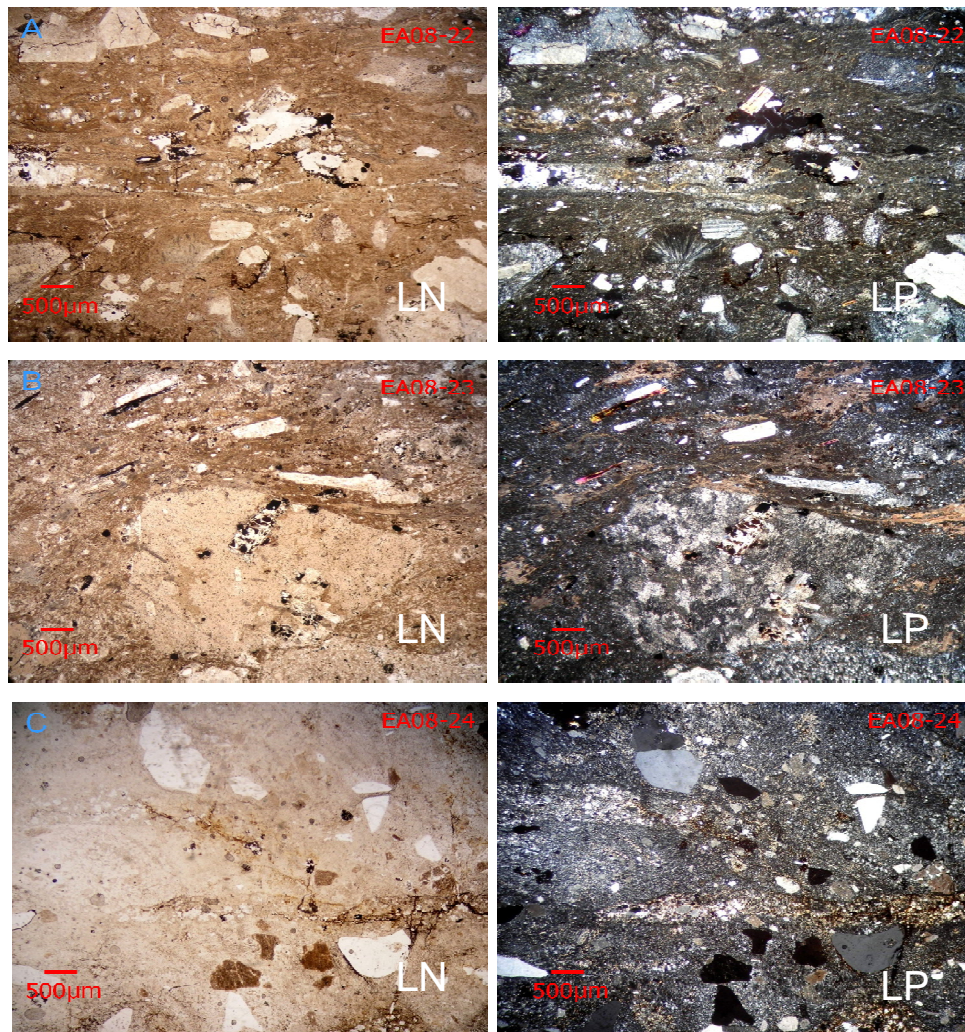


Figura V-6. A y B: Ignimbritas del Domo Montecristo. C: Ignimbrita recristalizada.

5.1.2.2. Mineralogía secundaria

El conjunto de rocas ácidas del Domo Montecristo está desprovisto de vidrio fresco. Las tobas cristalinas se encuentran alteradas a sericita y calcita, al igual que las riolitas fluidales, presentando ésta última una alteración penetrativa de sericita y clorita. La alteración principal de las ignimbritas es por calcita y sericita, desarrollada en la matriz, además de vetillas rellenas de calcita secundaria y zeolitas. Los cristales de biotita se encuentran completamente transformados a muscovita (Figura V-6A y B), con minerales opacos en los planos de clivaje y microcristales de rutilo granular como minerales representativos de los elementos excedentes de esta transformación.

5.1. Estudio Geoquímico

Una vez realizado el estudio petrográfico preliminar de los diques y cuerpo hipovolcánico, se seleccionaron cuatro muestras para el análisis químico por roca de total de elementos mayores, elementos traza contenidas las tierras raras (REE). De la misma manera se seleccionó una muestra para su análisis químico, de un total de siete muestras representativas estudiadas petrográficamente del domo riolítico que conforma el Cerro Montecristo.

5.1.1. Características químicas

5.1.1.1. Diques máficos y stock midroriorítico

Elementos mayores

Los análisis geoquímicos de estos cuerpos hipovolcánicos permiten confirmar su carácter máfico e intermedio puesto previamente en manifiesto por la petrografía, con un rango composicional de 50.30 a 59.10% en SiO₂. Son pobres en TiO₂ y ricas en álcalis y en volátiles, con valores en Mg_v menores a 61. El estudio normativo sobre estos resultados muestra que se trata por un lado de rocas saturadas a subsaturadas en sílice, con hiperstena, ausencia de cuarzo y nefelina en los términos máficos; y por otro, de rocas sobresaturadas en sílice para los términos intermedios (Tabla V-1).

Tabla V-1. Composición química de elementos mayores y Norma CIPW de los diques, stock y riolita del Domo Montecristo de Sobai Satechi, Sonora, México.

	Diques		Stock		Riolita			Diques		Stock		Riolita	
Muestra	EA08-08	EA09-17	EA08-02	EA08-29	EA08-28		Muestra	EA08-08	EA09-17	EA08-02	EA08-29	EA08-28	
Mayores %						Norma CIPW							
SiO ₂	50.30	52.80	54.30	59.10	76.10		Qz	0.00	0.00	7.76	12.64	41.36	
TiO ₂	1.16	0.90	0.67	0.55	0.13		Or	8.16	13.85	5.10	6.75	22.65	
Al ₂ O ₃	16.85	17.00	17.25	17.30	12.60		Ab	29.67	34.23	31.44	40.25	30.45	
Fe ₂ O ₃	3.83	3.47	2.93	1.99	0.74		An	28.31	23.04	30.32	24.73	0.62	
FeO	4.58	3.64	4.33	3.26	0.25		Di	9.04	7.74	3.91	0.71	0.00	
MnO	0.12	0.11	0.13	0.10	0.02		Hyp	15.80	13.51	17.66	11.91	1.55	
MgO	5.81	4.68	3.81	2.08	0.15		Ol _{mg}	2.16	1.42	0.00	0.00	0.00	
CaO	7.88	6.99	6.95	5.16	0.17		Ol _{fe}	1.63	1.14	0.00	0.00	0.00	
Na ₂ O	3.35	3.90	3.53	4.54	3.51		Mt	1.83	1.53	1.60	1.15	0.20	
K ₂ O	1.32	2.26	0.82	1.09	3.74		Ilm	2.31	1.78	1.34	1.10	0.25	
P ₂ O ₅	0.25	0.57	0.20	0.20	0.04		Ap	0.62	1.40	0.50	0.50	0.10	
LOI	3.09	2.41	2.30	1.84	1.20		Cor	0.00	0.00	0.00	0.00	2.62	
							Mgv	60.52	59.45	53.67	46.60	25.66	
TOTAL	98.54	98.73	97.22	97.21	98.65		ID	37.83	48.08	44.30	59.63	94.47	

En el diagrama TAS para rocas volcánicas (LeMaître *et al.*, 1989), con la línea de discriminación de Irvine y Baragar (1971) (Figura V-7), estos cuerpos hipovolcánicos se ubican en el dominio de las rocas subalcalinas y sobre la línea de discriminación (EA09-17). Para las rocas subalcalinas, la clasificación química según el diagrama TAS es de andesitas y andesitas basálticas.

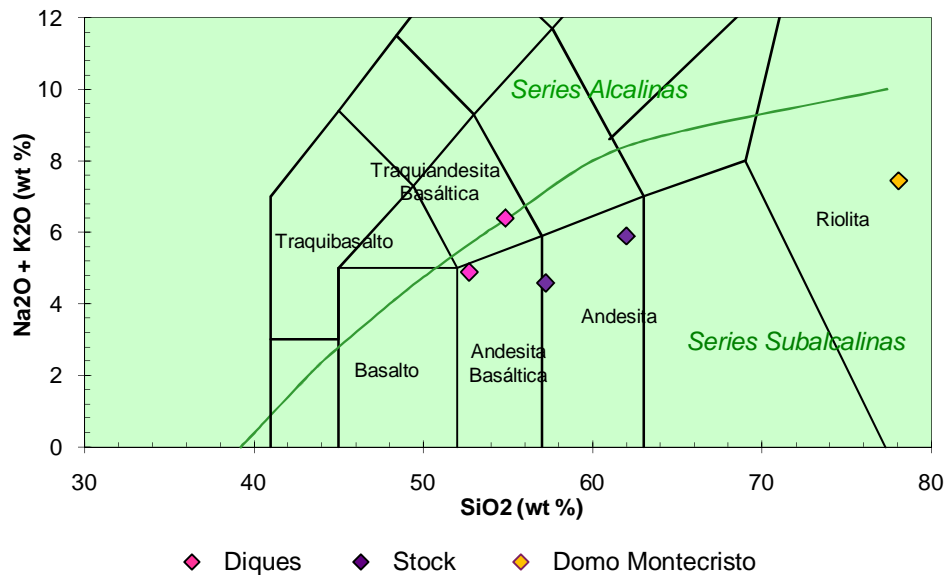


Figura V-7. Diagrama TAS de clasificación química del magmatismo terciario de Sobai Satechi.

Se utilizó la condición discriminante del mismo autor del diagrama para precisar las características de la muestra que se ubica en el campo de la traquiandesita basáltica. Dicha condición consiste en que las muestras que pertenezcan a este campo pueden ser consideradas de afinidad alcalina ($\text{Na}_2\text{O} - 2.0 \geq \text{K}_2\text{O}$) o de afinidad shoshonítica ($\text{Na}_2\text{O} - 2.0 \leq \text{K}_2\text{O}$). La muestra analizada cumple la condición $\text{Na}_2\text{O} - 2.0 \leq \text{K}_2\text{O}$, por lo tanto tiene afinidad shoshonítica.

En el diagrama AFM se observa un comportamiento calcoalcalino en todos los cuerpos hipovolcánicos. Este comportamiento es corroborado en el diagrama (FeOt/MgO) vs. SiO₂ que ubica tanto a los diques como al stock en el dominio calcoalcalino (Figura V-8).

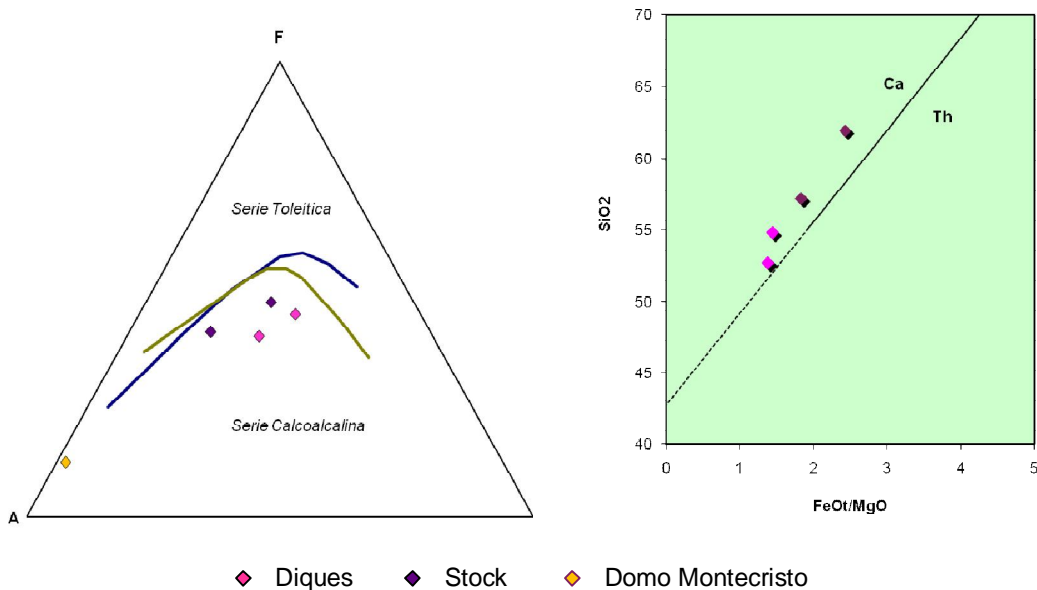


Figura V-8. Diques y stock en diagrama AFM mostrando el límite entre el campo calcoalcalino y el campo toleítico, según Kuno (1968) - línea azul; y según Irvine y Baragar (1971) - línea verde. Y diagrama (FeOt/MgO) vs. SiO₂ (Miyashiro, 1975), con línea divisoria entre campos calcoalcalino (CA) y toleítico (Th).

En el diagrama de $(\text{K}_2\text{O}/\text{SiO}_2)_\text{N}$ se observa claramente que el stock presentan contenidos medios en potasio, mientras que los diques contienen valores altos en potasio, reafirmando la afinidad shoshonítica de estos cuerpos (Figura V-9).

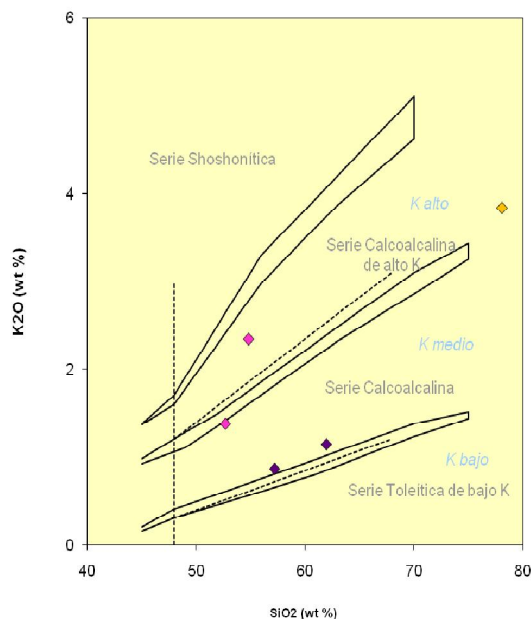


Figura V-9. Diques y stock en diagrama $(K_2O/SiO_2)_N$ para división de rocas subcalcinas, LeMaitre *et al.* (1989) y Rickwood (1989). Simbología en Figura V-8.

Elementos traza. Espectros de Tierras Raras

La concentración química de los elementos traza y tierras raras son presentados en la Tabla V-2. En el diagrama de tierras raras normalizado a condrita de Sun y McDonough (1989), se observan las muestras analizadas de los diques y el stock, además de los espectros de tierras raras reportados por Orozco-Garza *et al.* (2001) para los diques de lamprófidio de Hermosillo, Sonora (Figura V-10).

Las tierras raras muestran espectros regulares, casi paralelos, que se comportan cercanamente a una línea recta de pendiente negativa, observándose dos comportamientos principales. El primero de ellos corresponde a las muestras del stock y la EA08-08 de los diques, con una pendiente general de inclinación ligeramente pronunciada $[(La/Yb)_N = 9.97-11.1]$. Las LREE presentan una relación baja de $(La/Sm)_N$ con valores entre 2.3 y 3.6 y las HREE una relación baja de $[(Gd/Yb)_N = 2.1-2.8]$. El segundo corresponde a la muestra EA09-17 del grupo de los diques, presenta cierto paralelismo con la muestra EA08-08, pero con una pendiente más pronunciada $[(La/Yb)_N = 26.8]$, las LREE presentan una relación mayor de $(La/Sm)_N = 4.07$, y las HREE una relación mayor de $[(Gd/Yb)_N = 4.2]$.

Tabla V-2. Composición química de elementos traza y tierras raras de los diques, stock y riolita del Domo Montecristo de Sobai Satechi, Sonora, México.

Diques		Stock		Riolita		Diques		Stock		Riolita	
Muestra	EA08-08	EA09-17	EA08-02	EA08-29	EA08-28	Muestra	EA08-08	EA09-17	EA08-02	EA08-29	EA08-28
Trazas ppm						REE ppm					
Rb	43.40	55.90	13.20	23.50	136.00	La	15.70	57.10	11.80	16.40	26.60
Sr	985.00	1900.00	722.00	919.00	63.60	Ce	32.20	113.00	24.1	32.30	54.80
Ba	659.00	1405.00	481.00	676.00	769.00	Pr	4.36	13.85	3.04	3.74	6.26
Co	33.90	24.70	25.20	14.40	0.70	Nd	19.10	55.50	12.6	14.50	23.20
Cu	34.00	15.00	48.00	39.00	20.00	Sm	4.28	9.05	2.84	2.93	4.78
Cr	120.00	80.00	40.00	10.00	<10	Eu	1.29	2.29	0.94	0.95	0.84
Ni	77.00	70.00	23.00	9.00	<5	Gd	3.77	7.73	2.74	2.69	4.61
V	207.00	146.00	148.00	89.00	8.00	Tb	0.50	0.86	0.36	0.37	0.73
Zn	79.00	95.00	83.00	76.00	27.00	Dy	2.69	3.89	1.97	1.83	4.08
Zr	71.00	144.00	67.00	88.00	84.00	Ho	0.50	0.69	0.41	0.37	0.79
Y	12.90	17.80	10.20	10.10	22.30	Er	1.39	2.03	1.11	1.03	2.39
Nb	3.00	7.00	3.60	5.20	14.10	Tm	0.22	0.24	0.2	0.15	0.35
Cs	3.15	3.97	1.74	2.07	7.79	Yb	1.13	1.53	1.02	1.06	2.34
Th	1.88	8.92	2.13	3.73	12.70	Lu	0.16	0.22	0.16	0.15	0.35
Ta	0.10	0.30	0.20	0.40	1.20						
U	0.54	2.00	0.79	1.29	3.34						
Pb	7.00	18.00	8.00	7.00	13.00						
Hf	2.10	3.80	2.00	2.50	3.40						
Tl	<0.5	<0.5		<0.5	0.60						
Sn	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00						
W	1.00	<1	1.00	1.00	2.00						
Ga	20.30	21.00	19.30	20.70	15.70						
Mo	<2	<2		<2	<2						

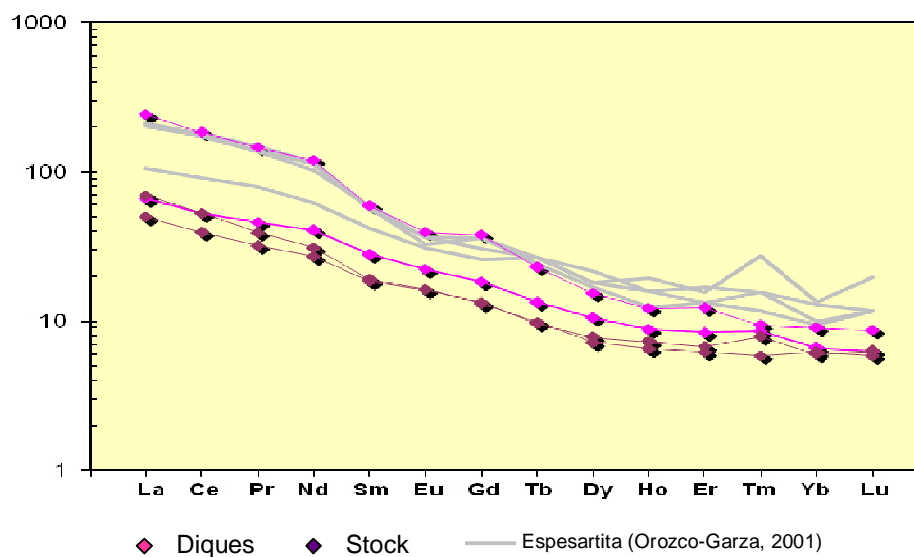


Figura V-10. Diagramas de tierras raras normalizados a condrita (Sun & McDonough, 1989), de los diques y el stock de Sobai Satechi.

De manera general, la muestra EA09-17 se encuentra más enriquecida en tierras raras que el resto de las muestras analizadas, especialmente en LREE [(La/Sm)_N = 4.07 y (La/Yb)_N = 26.8]; presenta una pequeña anomalía negativa en Eu típica de rocas poco evolucionadas, y el comportamiento de su espectro REE se asemeja bastante al del espectro de las espesartitas del enjambre de diques de lamprófito de Hermosillo, Sonora, reportado por Orozco-Garza *et al.* (2001). Por su lado, los espectros REE de las muestras del stock muestran valores menos elevados de REE, con una pendiente general menor [(La/Yb)_N = 8.3-11.1].

Elementos traza. Diagramas Multielementos

En el diagrama multielementos (Figura V-11) se muestran algunos de los datos geoquímicos de los diques y el stock, normalizados a manto primitivo (Sun & McDonough, 1989). Los espectros en dicho diagrama muestran un paralelismo entre ellos, con una fuerte anomalía negativa en Nb y Ta, y una anomalía positiva ligeramente fuerte en Ba.

Los espectros muestran cierta irregularidad debido a pequeñas anomalías negativas en Ce, Pr, P, Hf y Sm, y positivas en La, Pb y Sr. En general los espectros muestran un mayor contenido en los elementos más incompatibles (Cs, Rb, Ba, Th, U y K).

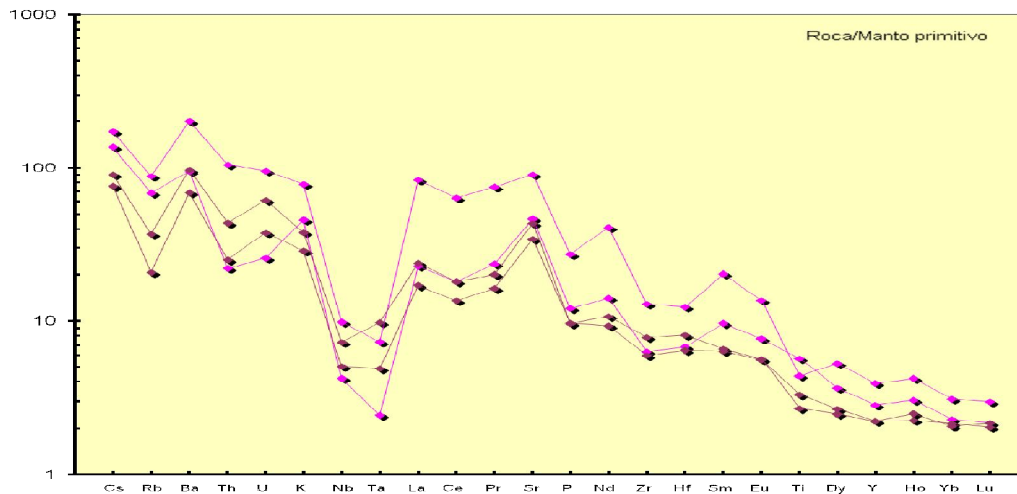


Figura V-11. Diagramas multielementos normalizados a manto primitivo de los diques y el stock de Sobai Satechi (valores de normalización Sun & McDonough, 1989). Simbología de la Figura V-10.

El espectro de los diques, particularmente la muestra EA09-17, se separan ligeramente de los espectros de los stocks. La muestra EA09-17 se encuentra más enriquecida en todos los elementos presentes en el diagrama, conservando cierto paralelismo, con la excepción del Ti, que presenta una anomalía negativa de 4.4 ppm.

Relaciones genéticas de los diques y el stock

Para confirmar la afinidad calcoalcalina, los elementos de tierras raras Ce e Yb fueron combinados con los elementos incompatibles Th y Ta en los diagramas propuestos por Pearce (1982) (Figura V-12). En el diagrama Ce/Yb vs. Ta/Yb el conjunto de las muestras se agrupa dentro del campo shoshonítico, próximo a la frontera con el campo calcoalcalino. En el diagrama Th/Yb vs. Ta/Yb las muestras de los diques y del stock se distribuyen dentro de los campos calcoalcalino y shoshonítico, respectivamente.

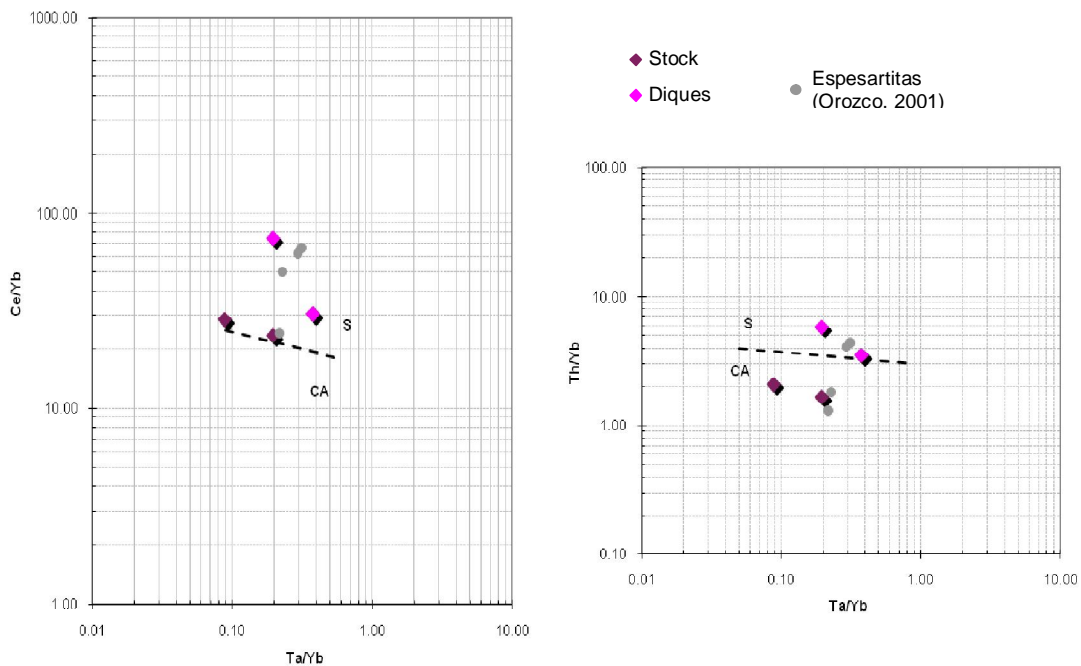


Figura V-12. Diagrama de Ce/Yb-Ta/Yb y diagrama Th/Yb-Ta/Yb, según Pearce (1982), para los diques y stock del área Sobai Satechi. S: shoshonítico, CA: calcoalcalino.

Al igual que con los intrusivos, para reafirmar el carácter geodinámico de subducción de los diques, se graficaron las relaciones La/10, Y/15 y Nb/8 en el diagrama discriminador de Cabanis & Lecolle (1989) (Figura V-13). A pesar de que la

utilización del diagrama es propuesta para basaltos, se logra ver una tendencia desde los términos máficos a los félsicos hacia el límite del dominio intracontinental tardío a postorogénico, ubicándose sin embargo, dentro del dominio orogénico.

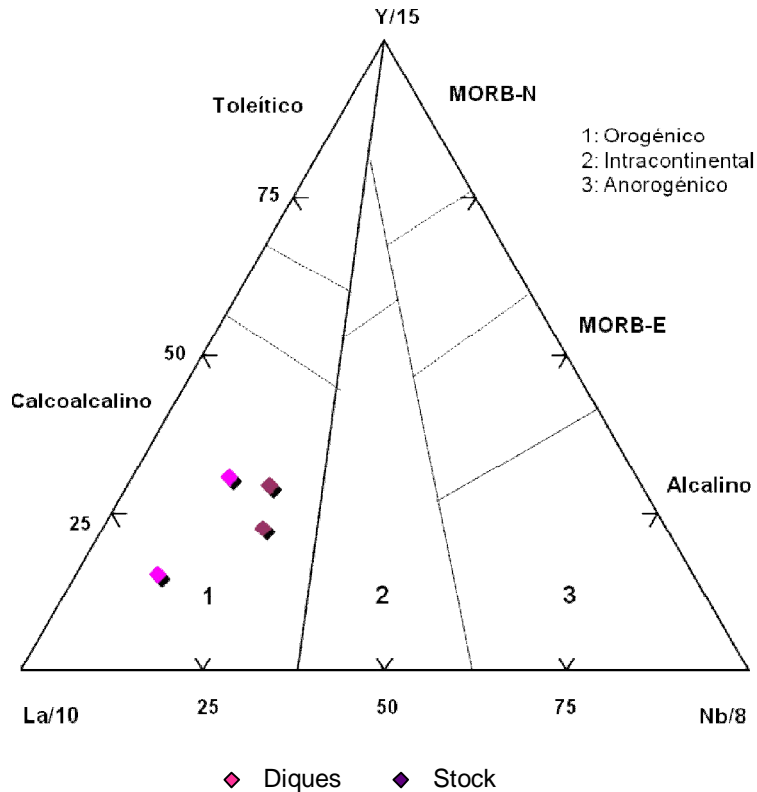


Figura V-13. Diagrama de discriminación de Cabanis y Lecolle (1989) para los diques y stock del área Sobai Satechi.

5.2.1.2. Domo riolítico

El análisis químico del domo riolítico se realizó en la muestra EA08-28 de la unidad de toba cristalina (tabla V-1). El estudio normativo muestra la presencia de cuarzo abundante (41.36) y corindón (2.62), el cual indica la tendencia hiperaluminosa de estas rocas. La muestra contiene valores altos en sílice (76.1 %) y álcalis (7.44 %), valores bajos en titanio y calcio ($TiO_2 = 0.13$, $CaO = 0.17$), es de composición riolítica y se ubica en el diagrama TAS en el dominio subalcalino (Figura V-7). De acuerdo con los diagramas AFM y $(K_2O/SiO_2)_N$ corresponde a la serie calcoalcalina de alto potasio (Figura V-8). Los resultados del análisis químico de los elementos traza y tierras raras

se muestran en la tabla V-2, observándose valores relativamente altos en Ba (769 ppm) y Rb (136 ppm).

5.2.2. Conclusiones y discusión del estudio geoquímico

El magmatismo posterior a las intrusiones laramídicas en el área Sobai Satechi, dividido previamente en tres eventos según las relaciones de campo: stock microdiorítico, diques máficos y domo riolítico, se ubica dentro del dominio subalcalino (diagrama TAS) y corresponde a rocas calcoalcalinas de acuerdo con el diagrama AFM y los diagramas discriminatoios de Miyashiro (1975) y de Cabanis & Lecolle (1989).

El stock microdiorítico, representado en la química por las muestras EA08-02 y EA08-29, presenta valores altos en SiO₂ (54.3-59.1%), Al₂O₃ (17.25-17.3%) y Sr (722-919 ppm), valores medio en K₂O (0.82-1.09%), valores bajos en MgO (2.08-3.81%), Y (10.1-10.2ppm), Yb (1.02-1.06 ppm), ausencia de anomalías en Eu, y relaciones altas de Sr/Y (70.78-90.99). Dichas características se relacionan con la química principal de las adakitas (Castillo, 2006). El diagrama de discriminación Sr/Y *versus* Y para adakitas, con el campo propuesto por Martín (1999), muestra que tanto el stock microdiorítico como uno de los diques caen en el dominio adakítico (Figura V-14). Sin embargo, en este caso los diques no se consideran como tal por su bajo contenido en sílice y alto contenido en magnesio.

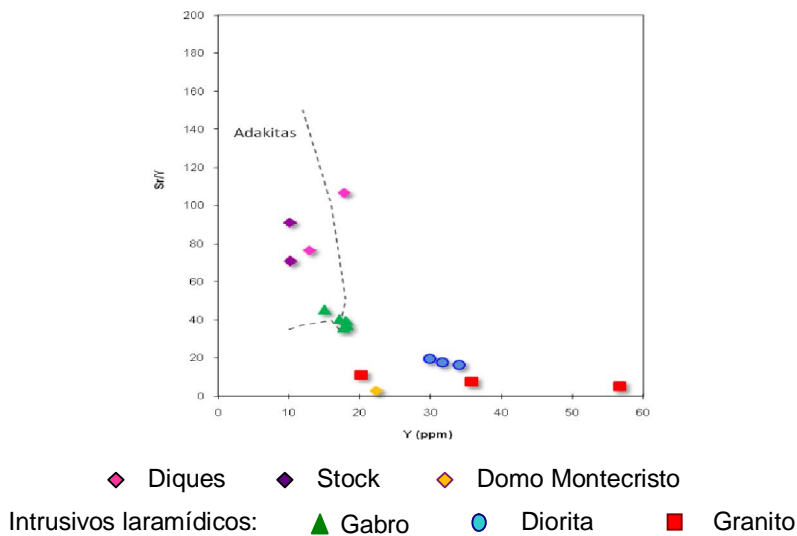


Figura V-14. Diagrama de discriminación Sr/Y *versus* Y para adakitas. Campo de Martín (1999).

Otra característica geoquímica observable en el stock, es que los multiespectrales se encuentran empobrecidos en algunos elementos traza, entre ellos las HREE (Dy, Y, Ho, Yb, Lu), lo cual se observa en la figura V-15 al comparar dichos espectros con los de los términos máficos de los intrusivos laramídicos del área. Dicho comportamiento es consistente con el de las adakititas.

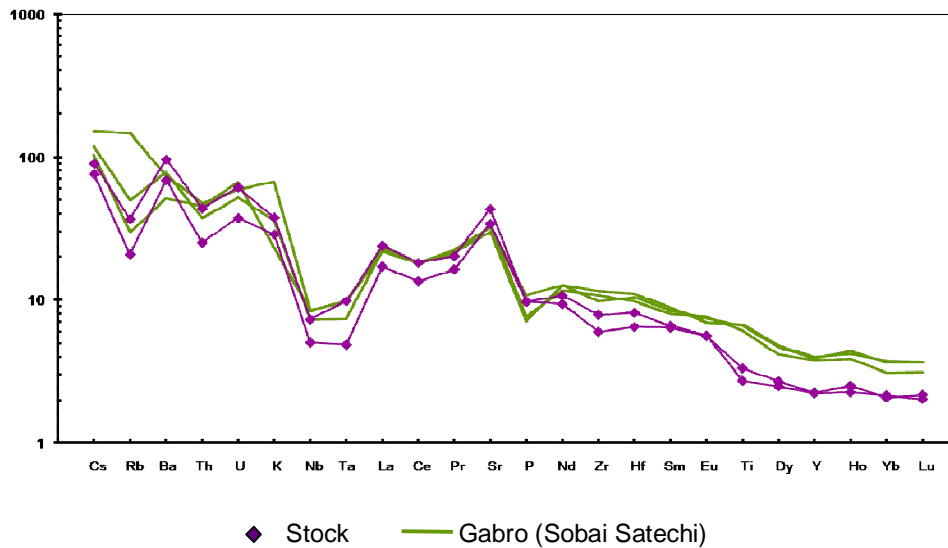


Figura V-15. Comparación entre multiespectrales del stock y el gabro de Sobai Satechi (normalizado a manto primitivo, Sun & McDonough, 1989).

Los diques máficos presentan valores relativamente altos de K_2O (1.32-2.26%), en comparación con los valores bajos en sílice (50.3-52.8%), y muestran tendencias shoshoníticas. Contienen además valores altos de LOI (2.41-3.09%), valores relativamente altos en P_2O_5 (0.25-0.57), Ba (659-1405 ppm) y algunas REE. Estas características son típicas de los lamprófidos (Orozco-Garza *et al.*, 2001), los cuales, de acuerdo con la petrografía previamente establecida y los espectros de REE, corresponden a los del tipo espesartita.

El empobrecimiento en el contenido de potasio de estos cuerpos hipovolcánicos (diques y stock) en función del contenido en sílice, además de los multiespectrales de elementos traza con mayor diferenciación en los términos máficos, indican que el stock y los diques no están ligados genéticamente.