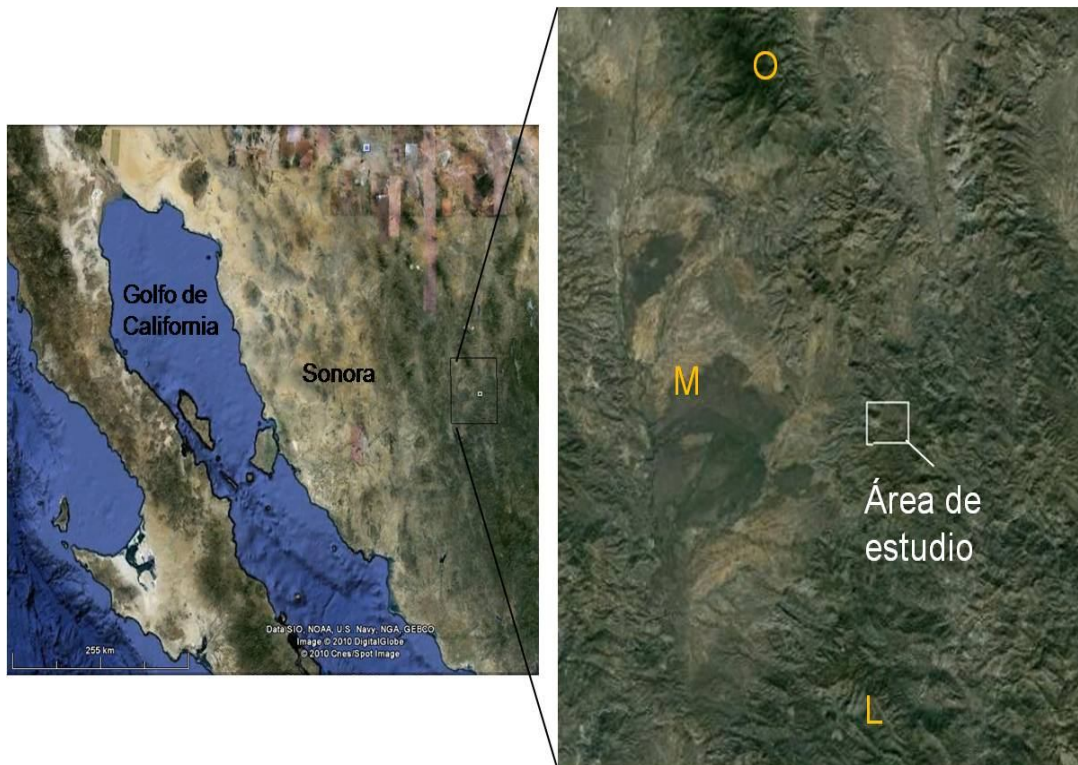


## 2. PRESENTACIÓN DE LAS UNIDADES DEL ÁREA SOBAI SATECHI

### 2.1. Localización del área de estudio

El área Sobai Satechi se sitúa en la última elevación de sierras del noreste de Sonora, antes de la aparición de la Sierra Madre Occidental (Figura II-1). El área forma parte de la Provincia Fisiográfica del *Basin and Range*, cuya morfología está caracterizada por montañas y valles alineados del NNW-SSE al N-S, puestos en contacto por fallas normales. Esta elevación está limitada por el valle del río Moctezuma al oeste y el valle del río Bavispe al este, con un contraste en altura máxima de 2400 m s.n.m. en la sierra a fluctuaciones entre 600 y 900 m en los valles (Roldán-Quintana, 1994).



**Figura II-1. A: Imágenes satelitales del noroeste de México y de las regiones limitantes al área de estudio (área encuadrada). O: Sierra Oposura al norte; M: Valle del río Moctezuma al oeste; L: Región de Lampazos. Google Earth.**

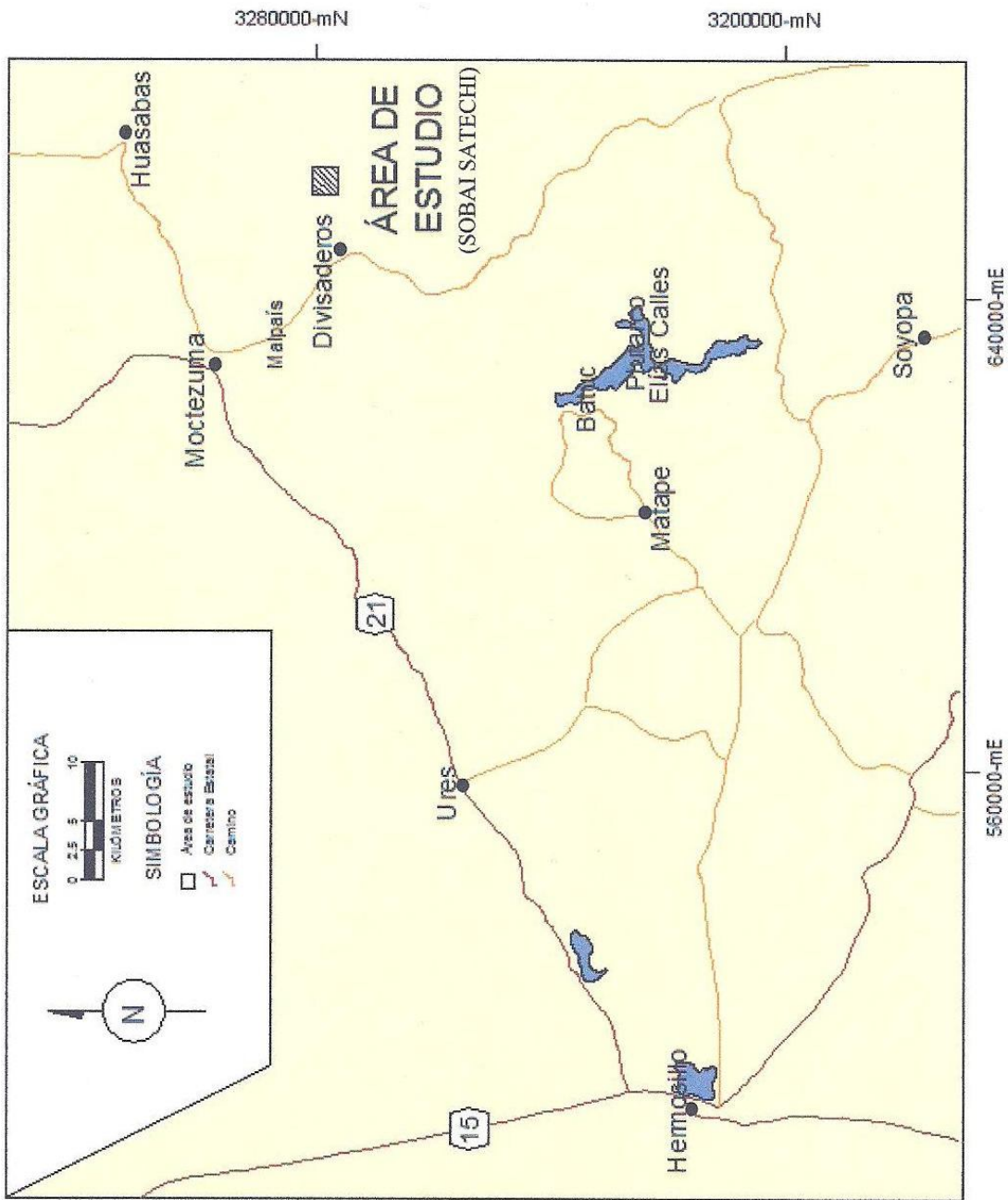
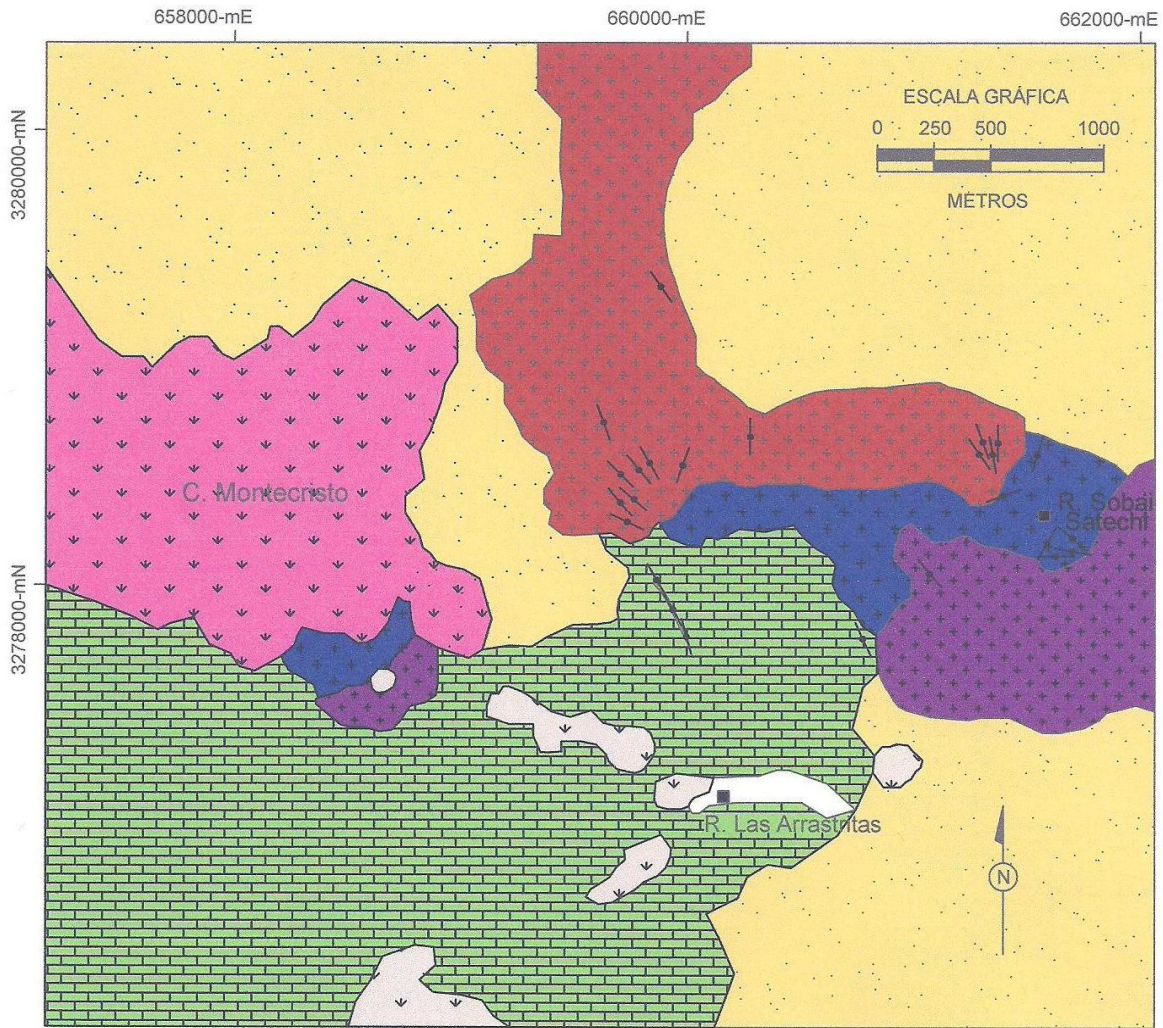


Figura II-1. B: Plano de localización del área de estudio, Sobai Satechi, Sonora.



<b>SIMBOLOGÍA</b>		UNIVERSIDAD DE SONORA LICENCIATURA EN GEOLOGIA	
CUATERNARIO		MAPA GEOLÓGICO DEL ÁREA SOBAI SATECHI, SONORA, MÉXICO	
Aluvión	CRETÁCICO	<b>TESIS</b> PETROGÉNESIS Y GEOCRONOLOGÍA 40Ar - 39Ar DEL PLUTONISMO LARAMÍDICO DEL ÁREA SOBAI SATECHI, SONORA, MÉXICO Febrero, 2010	
TERCIARIO	Granito		
Ignimbrita y toba	Diorita		
Diques máficos	Gabro		
Stocks microdioríticos	Andesita de piroxeno		
	Rocas metasedimentarias: mármol, caliza, arenisca, ortocuarcita, pedernal	ELABORÓ: ERIKA ALMIRUDIS ECHEVERRÍA	
		REVISÓ: DR. FRANCISCO ABRAHAM PAZ MORENO	

Figura II-2. Plano geológico del área Sobai Satechi, Sonora. Elaborado con base en cartografía del área y mapa geológico regional (Figura I-1).

La zona cartografiada se encuentra a 10 km al este del poblado Divisaderos. El acceso desde la ciudad de Hermosillo es partiendo hacia el NE por la carretera estatal núm. 21, y tomando la carretera Moctezuma-Divisaderos. El área de estudio está limitada por las coordenadas geográficas 29°36'22'' - 29°38'36'' N y 109°22'37'' - 109°19'35'' W, cubriendo una superficie de *ca.* 15 km<sup>2</sup> dentro de las hojas Divisaderos H12D25 y Basuchi H12D26.

## **2.2. Ocurrencia y descripción de las unidades del área Sobai Satechi**

Los eventos sucedidos en el área fueron agrupados para su descripción en rocas prebatolíticas, batolíticas y postbatolíticas, siendo el plutonismo el interés principal de la presente investigación.

### **2.2.1. Rocas Prebatolíticas**

#### **2.2.1.1. Secuencia sedimentaria detrítico-carbonatada**

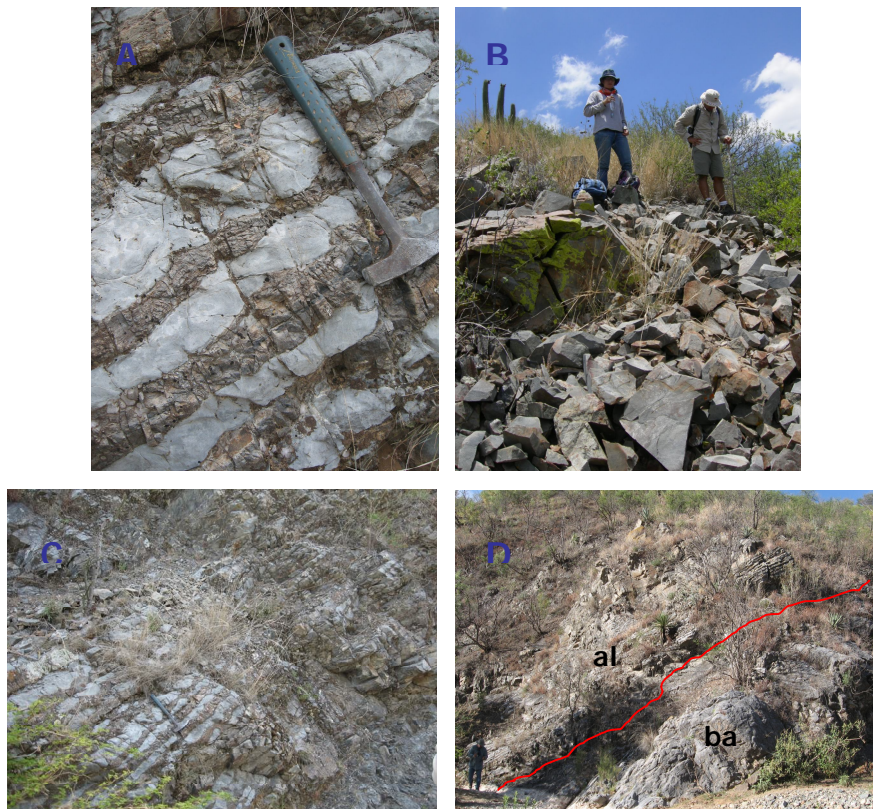
La secuencia sedimentaria está formada por areniscas, ortocuarcitas, calizas y mármoles. Estas rocas se encuentran dominando la parte sur del área de estudio, donde son intrusionadas por cuerpos hipovolcánicos y plutónicos, formando generalmente crestones marmolizados, a manera de techos colgantes. Estos crestones están compuestos de arenisca y caliza recristalizada en estratos de aproximadamente 30 cm de espesor, orientados generalmente hacia el NE y echados al SE. Presentan deformación frágil y dúctil, e inicios de metamorfismo con esporádicos ojos de turmalina.

La unidad basal de la secuencia sedimentaria que aflora en el área corresponde a areniscas de grano fino con laminaciones internas y ortocuarcitas, con cambios de facies color gris a facies de colores rojizos. Sobreyaciendo a las areniscas en contactos abruptos a transicionales, se encuentra una unidad de areniscas finas pedernalosas, seguidas de una unidad de caliza masiva, color gris claro a blanco, y de una unidad de caliza con alternancias de pedernal, en capas de hasta 20 cm de espesor (Figura II-3A y C). Se observa una facies de caliza con contenido fósil (coral de forma tabular) con fuerte silicificación y altas densidades (Figura II-3B). Las calizas se encuentran parcialmente recristalizadas, observándose lentes de arenisca.

De acuerdo a las observaciones litológicas, la secuencia sedimentaria presente en el área de estudio se puede correlacionar con las areniscas de la Formación El Aliso, y con la secuencia carbonatada de la Formación Agua Salada, ambas formaciones de edad Aptiano (González-León, 1988).

### 2.2.1.2. Andesita porfírica

Esta unidad de roca volcánica porfírica, masiva, ocurre en afloramientos de 6 a 10 m de potencia y extensiones mínimas de 40 m aproximadamente (Figura II-2 y II-4A), ubicándose en las zonas norte y sureste del área de estudio. Según las relaciones de campo, esta roca corta a la secuencia sedimentaria detrítico-carbonatada, y es a su vez intrusionada por plutones y un cuerpo hipovolcánico, observándose pequeñas vetillas de composición granítica que cortan a las andesitas en el contacto con el granito (Figura II-4B).



**Figura II-3. A y C: Secuencia sedimentaria detrítico-carbonatada. B: Calizas silicificadas. D: (al) Secuencia sedimentaria detrítico-carbonatada y (ba) Stock microdiorítico.**

La roca es de color gris violácea con color de intemperismo gris oscuro, está finamente cristalizada y es porfírica con cristales tabulares de plagioclasa de hasta 5 mm de largo y pequeños cristales color negro de posible hornblenda. La unidad se encuentra fuertemente silicificada, cloritizada y epidotizada.

Estas andesitas son correlacionables con el Complejo Volcánico Inferior de la Sierra Madre Occidental (McDowell y Keizer, 1977), y equivalente a la Formación Tarahumara (Wilson y Rocha, 1946) del Cretácico Superior.



**Figura II-4. A: Andesitas porfíricas. B: Granito (a) intrusionando al cuerpo hipovolcánico (b).**

### **2.2.2. Rocas batolíticas**

Las rocas batolíticas son el objetivo principal del área de estudio, tratándose de una secuencia de rocas constituidas por gabro, diorita y granito. El propósito de la cartografía de este grupo plutónico es definir la relación espacio-temporal entre ellos y sus rocas asociadas.

#### **2.2.2.1. Gabro**

El gabro ocurre de forma masiva aflorando en pequeñas áreas hacia el noreste y suroeste del área de estudio (Figura II-2 y II-5A y B), siendo cortado por la diorita, el

granito y familias de diques. Presenta exfoliación en superficie y se observa intemperismo esferoidal y en forma de costras (Figura II-6).

La roca es de color gris oscuro de grano medio a grueso, con plagioclasa abundante y piroxeno (Figura II-5C). En las facies de grano con mayor tamaño, la plagioclasa llega a medir hasta 1 cm de longitud, y está dispuesta en placas con los ferromagnesianos de forma intersticial. Como mineral de alteración, producto de la interacción roca-fluido hidrotermal, el gabro contiene ojos de turmalina de hasta 4 cm. de diámetro, los cuales están circunscritos a las zonas de contacto con la diorita y el granito, que, como se verá más adelante, son un criterio importante para el establecimiento de la cronología de estos cuerpos.

#### 2.2.2.2. Diorita

La diorita se encuentra en contacto intrusivo con el gabro, y es cortada a su vez por un cuerpo de composición granítica, un cuerpo hipovolcánico y diques. Esta unidad se encuentra aflorando de manera general en la región este y centro-oeste del área de estudio, con algunos contactos cubiertos (Figura II-2 y II-7B). Localmente se puede encontrar tectonizada y diaclasada, con epidota abundante como mineral de alteración.

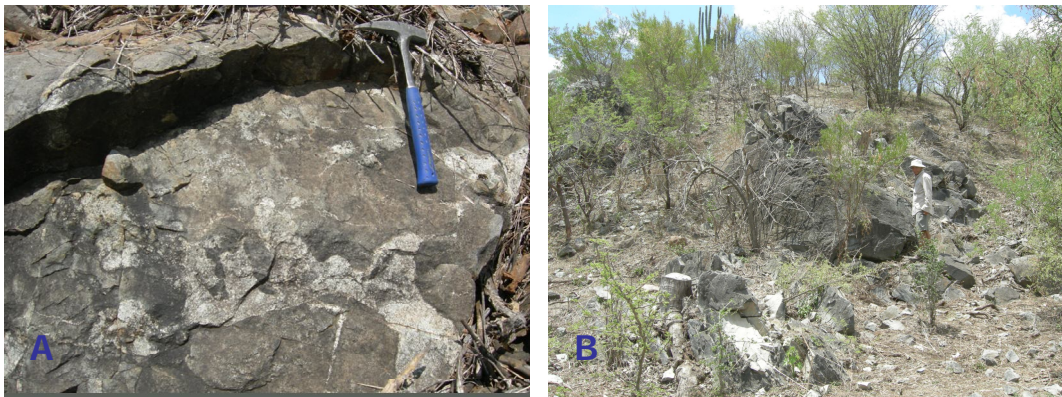


**Figura II-5. A y B: Afloramientos de gabro masivo. C: Gabro de grano grueso con ojos de turmalina. D: Enclave de gabro en granito.**

La roca es de grano medio a grueso, equigranular, de tonos grises relativamente claros en comparación con el gabro. Presenta, por un lado, facies bandeadas pegmatíticas, con cristales de plagioclasa mayores a 1 cm de longitud, piroxeno y biotita, en cúmulos de hasta 5 cm; por otro lado, pequeños diques de diorita con facies de grano más fino dentro del mismo intrusivo (Figura II-7A). Esta facies, debido a la disminución del tamaño de grano y la presencia de mayor alteración, puede corresponder a una fase de borde del intrusivo que estuvo en contacto con la roca encajonante: endoskarn.



**Figura II-6. Intemperismo esferoidal y formación de costras en gabro.**



**Figura II-7. A: Facies de grano grueso y grano fino en diorita. B: Diorita masiva.**



### **2.2.2.3. Granito**

El granito se encuentra aflorando de manera general en la zona norte del área de estudio (Figura II-2). Este cuerpo intrusiona a la secuencia sedimentaria detrítico-carbonatada, a la unidad andesítica porfírica y al resto de los intrusivos. A su vez, éste es cortado por una gran cantidad de diques. Se encuentra localmente muy intemperizado y la presencia de diaclasas en este intrusivo es común (Figura II-8A y B).

El granito es leucocrático y porfídico con feldespato de grano grueso, biotita y excepcionalmente hornblenda (Figura II-8D), en algunas zonas es posible observar concentraciones centimétricas de alteración con epidota (Figura II-E). Presenta facies con ojos centimétricos de feldespato alcalino (Figura II-E y F); enclaves de hasta 20 cm de longitud de gabro de grano grueso, de forma triangular y bordes subredondeados (Figura II-5D). Estos xenolitos fueron utilizados como criterio importante para establecer un orden cronológico de los intrusivos.

En las zonas de borde del intrusivo en contacto con el gabro, se observan facies de microgranito con planos de foliación primaria (Figura II-8C) por una parte, y facies de granito de grano medio a grueso, equigranular, en una zona limitada entre el gabro y la facies de granito de grano más fino. Esta última facies puede corresponder a una pulsación menos diferenciada (muestra EA09-32), previa al granito, o bien, una zona de asimilación mezcla entre el granito y la roca encajonante.

### **2.2.3. Rocas Postbatolíticas**

#### **2.2.3.1. Stock microdiorítico**

Los afloramientos de este cuerpo se constriñen a la parte sur del área de estudio, apareciendo en forma de pequeñas apófisis. De acuerdo con la evidencia de campo este cuerpo hipovolcánico con las dimensiones de un stock, intrusiona a la secuencia detrítico-carbonatada (Figura II-3D) y a la diorita (Figura II-2). Esta unidad presenta costras de caliza recristalizada-marmolizada y enclaves de arenisca epidotizada de hasta 15 cm de largo.

La composición de la roca es diorítica, de grano medio a fino, equigranular, con fenocristales tabulares de plagioclasa de hasta 3 mm de largo, y clorita-epidota como minerales de alteración. La roca se encuentra silicificada y diaclasada.



**Figura II-8. A y B: Diaclasas en granito. C: Planos de foliación primaria en microgranito. D: Granito de feldespato porfírico, de grano grueso. E y F: Zonas de ojos de feldespato alcalino y alteración de epidota, en granito.**

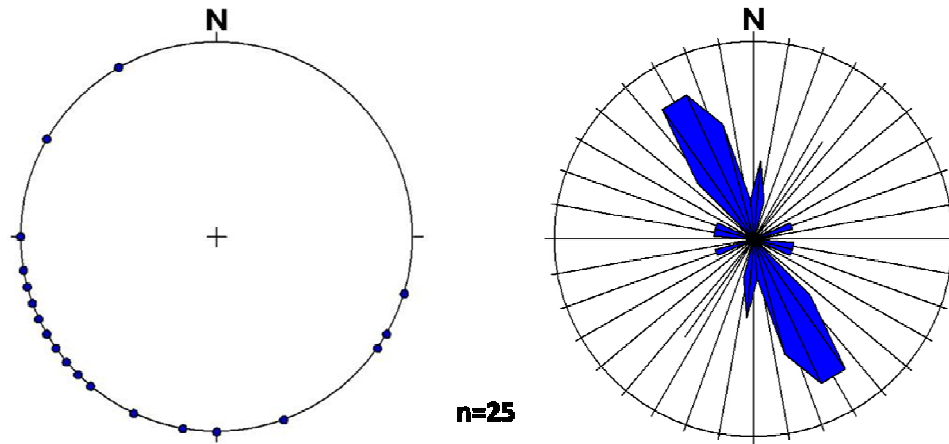
### 2.2.3.2. Diques máficos

La secuencia sedimentaria-carbonatada y las rocas intrusivas anteriormente descritas son cortadas por familias de diques subverticales (Figura II-9). Los espesores de estos diques van desde los 20 cm. hasta los 20 m, y dando seguimiento a rumbo, se monitorearon extensiones de hasta 500 m. Los rumbos varían de  $30^{\circ}$  NE a  $-45^{\circ}$  NW, con excepciones de pequeños diques del orden de 20 a 30 cm. de espesor, dispuestos en enjambres, que llegan hasta  $50-65^{\circ}$  NW, al igual que diques de 30 a 70 cm. de espesor, con rumbos  $60-70^{\circ}$  NE. Algunos de estos diques se encuentran interestratificados entre las crestas de caliza recristalizada y arenisca, formando sills con longitudes de hasta 500 m. Finalmente, fue observado un dique ligeramente plegado, de masa considerable, con aproximadamente 20 m. de espesor y 200 m. de largo, como mínimo.



**Figura II-9. A: Familia de diques cortando al granito. B: Dique (a), con enclave de la roca encajonante, cortando al granito (b). C: Dique cortando a la diorita (c). D: Dique cortando al gabro.**

De acuerdo con la proyección estereográfica de Schmidt en el hemisferio inferior, en la cual los diques fueron graficados con echados verticales, se observa la orientación preferencial de estos cuerpos con rumbos NW-SE (Figura II-10).



**Figura II-10. Proyección estereográfica de Schmidt en el hemisferio inferior y diagrama de rosas de los diques máficos de Sobai Satechi.**

Los diques son porfídicos de color gris claro, de grano fino a medio, presentan cristales de hornblenda de hasta valores centimétricos y biotita menos frecuente, inmersos sin orden preferencial en una matriz color blanco de feldespato alcalino alterado, aparentemente tardío, y en ciertas zonas, pequeños puntos de pirita. Cercano a los bordes de los diques tanto éstos, como los intrusivos, presentan turmalina secundaria.

En general, según la información petrográfica de campo los diques pueden corresponder a lamprófidos.

### **2.2.3.3. Ignimbrita del Cerro Montecristo**

El Cerro Montecristo (Figura II-2 y II-11A) está formado por un posible domo volcánico que se encuentra sobre el intrusivo gabroico. En la base del cerro ambas unidades son cortadas por una falla inferida, de rumbo 50-60 NW, subvertical, cuyos planos se observan sobre el cuerpo hipovolcánico. La falla es cubierta por un cono aluvial que forma una mesa de sedimentos rojizos.

El cuerpo volcánico está conformado en su parte media por depósitos ignimbríticos masivos, dispuestos en columnas verticales diaclasadas. Sobre esta unidad se encuentran aflorando ignimbritas, coronadas por una unidad tobácea.

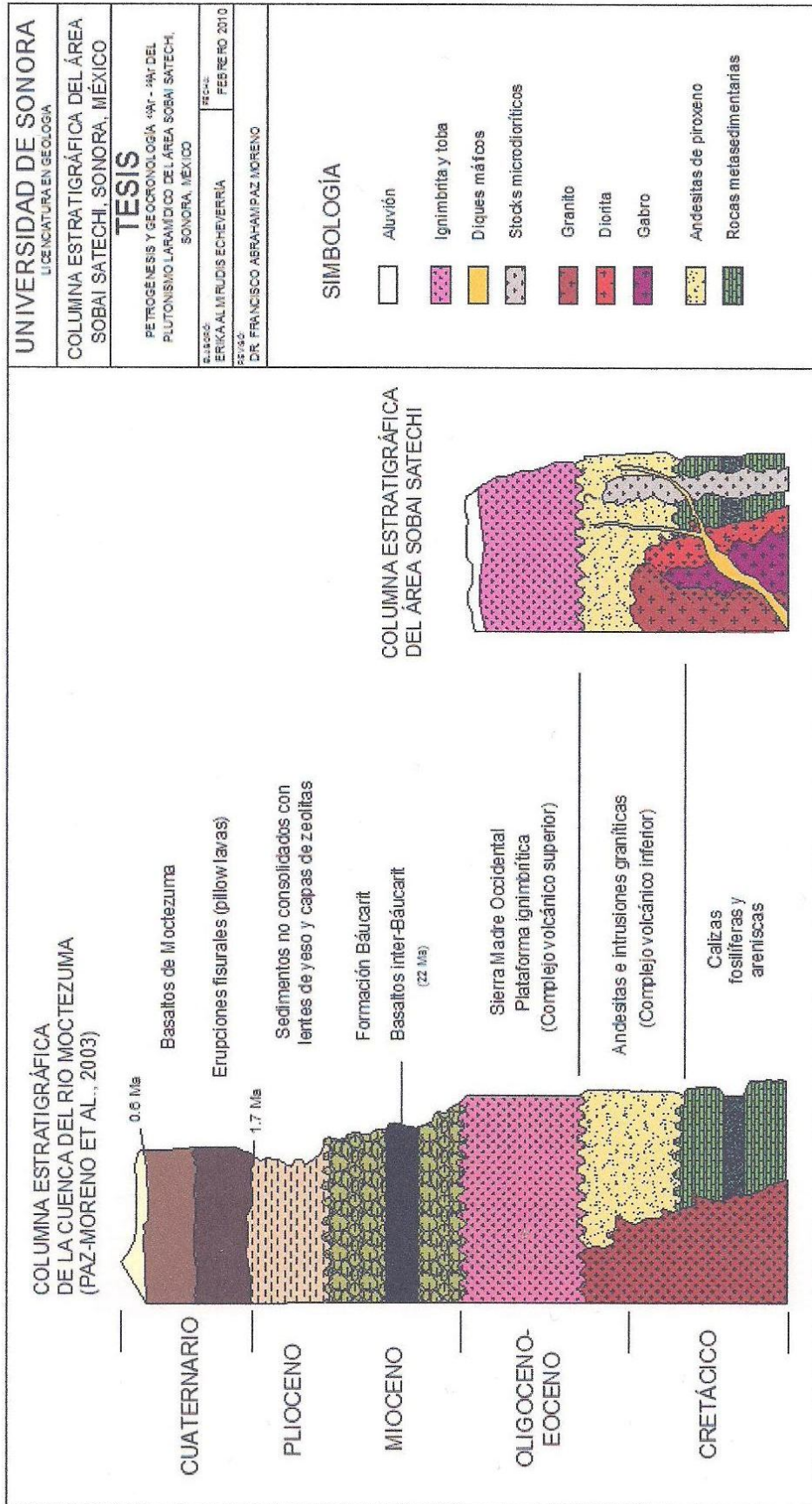
La ignimbrita en la cima del Cerro Montecristo presenta un espesor de siete a ocho metros, y se distinguen dos facies: a) la primera es de color gris oscuro y contiene fragmentos líticos, con variaciones en el tamaño de grano y en el contenido en biotita (Figura II-11B), b) la segunda facies es de color salmón y contienen ojos de cuarzo, de aproximadamente 3 mm de diámetro, y flamas centimétricas verticales. La parte superior de esta unidad se encuentra más cristalizada, con mayor contenido en cuarzo. La presencia de las flamas verticales en esta ignimbrita sugiere que se trate de un domo.



**Figura II-11. A: Cerro Montecristo visto desde el SE. B: Flamas centimétricas en ignimbritas.**

#### **2.2.4 Cronología de las unidades**

La cronología de las unidades del área Sobai Satechi, establecida a partir de las observaciones de campo, se encuentra resumida en la columna estratigráfica presentada en la Figura II-12.



**Figura II-12.** Columna estratigráfica propuesta para el área Sobai Satechi, de acuerdo con las relaciones de campo observadas. Se incluye correlación de unidades con la columna reportada para la cuenca del río Moctezuma (Paz-Moreno *et al.*, 2003).

Los intrusivos observados en esta región están conformados por una serie de rocas plutónicas constituidas de gabro, diorita y granito. La evidencia de campo y las relaciones cortantes entre estos tipos petrográficos muestran una evolución regular en el tiempo, desde los términos máficos hacia los términos félsicos. En el área se presentan en forma de techos colgantes las rocas sedimentarias detrítico-carbonatadas de plataforma cretácica (González-León, 1988) y rocas volcánicas andesíticas, que son intrusionadas por estos plutones. La secuencia entera es cortada por un cuerpo hipovolcánico microdiorítico y por diques de composición máfica; a su vez, estas unidades son cubiertas por un vulcanismo ácido terciario (Paz-Moreno *et al.*, 2003).