

La Zona Batolítica del Sur de California y el Occidente de México

Gordon Gastil*, Daniel Krummenacher, Joan Doupont, Jonathan Bushee, Wallace Jensky, y David Barthelmy.

RESUMEN

Durante la segunda mitad de la Era Mesozóica, un arco volcánico plutónico se extendía desde el Norte de Sonora, a través de lo que ahora se conoce como el Sur de la Península de Baja California hasta el Sur de México. A lo largo de su orilla occidental el arco cruzaba el fondo del mar oceánico. En su orilla interior penetraba en el antiguo basamento de rocas precámbricas.

La zona está dividida en sub-zonas petrográficas: una sub-zona de gabro hacia el Oeste; después, tierra adentro hay una sub-zona de tonalita y otra de adamelita. La posición de estas zonas parecen estar relacionadas con el tipo de roca del basamento pre-existente.

La zona es un compuesto de diapiros intrusivos comúnmente de 2 a 10 km. de diámetro, los cuales subieron fuertemente hacia una zona de esquistos verde a facies anfibolitas, rocas metavolcánicas y metasedimentarias.

La intrusión empezó en el lado del Pacífico hace 145 millones de años y se movió a través de la zona, aproximadamente 60 millones de años; siguió el levantamiento y el enfriamiento por 5 a 20 millones de años.

INTRODUCCION

Esta zona batolítica se extiende a una distancia de

* Agradecemos al Dr. Gordon Gastil, de la Universidad de San Diego State (EU de NA) por su cortesía al autorizar la publicación de este trabajo. Los Editores.

2700 km. desde las cordilleras peninsulares del Sur de California (E.U.A.), a través de la Península de Baja California y de los Estados de Sonora, Sinaloa, Nayarit, Jalisco y Colima y posiblemente tenga 700 km. más y llegue hasta el Golfo de Tehuantepec. Creemos que las rocas batolíticas de esta zona, ahora distendidas por fallas de rumbo y la dilatación del Golfo de California, una vez formaron cierta estructura semejante a un arco, extendiéndose desde el Estado de Sonora, México (Fig. 1 No. 1) y hacia el Sur a través de la Península de Baja California y el Sur de México (Gastil y otros, 1972; Gastil y Jensky, 1973).

La mayor parte de nuestro trabajo se ha efectuado en la región del Sur de California y en el Estado de Baja California, pero ningún trabajo de reconocimiento se ha hecho al Sur de la costa del Estado de Jalisco.

LIMITES DE LA ZONA DEL BATOLITO

En la parte Sur de California, E.U.A., la zona está fracturada hacia el Norte y Noreste por la falla de San Andrés (Fig. 1, No. 3). A lo largo de la costa occidental del Sur de California y Baja California Norte, el borde oeste de la zona se encuentra en su mayoría cubierta por sedimentos post-batolíticos. Al Sur del paralelo 28° con latitud Norte, en la Península de Baja California se pueden distinguir pequeños afloramientos, en la Isla de Cedros, en los cabos occidentales de la Isla (Fig. 1, No. 7) y en varios puntos situados en el litoral de la costa del Golfo de California (Fig. 1, Nos. 4, 5, 6), que incluyen las cordilleras de Sudcalifornia, en la vertiente Sur de La Paz (Fig. 1, No. 12). Creemos

que en la extensión del batólito, en esa parte de la región peninsular, quizás se encuentren algunas áreas limitadas, que no son abundantes, debajo de las cuencas Terciarias y de antiguos estratos Cretácicos.

En la región central y occidental de Sonora, las intrusiones Mesozoicas se extienden hacia un terreno de rocas de basamento Precámbrico. El límite del batolito aún no está muy bien definido. En Sinaloa y Nayarit (Fig. 1, Nos. 8, 9, 10) las rocas de esta zona están expuestas en forma discontinua, a través de la superficie de sedimentos y rocas volcánicas Terciarias.

Al Este de la escarpa de la Sierra Madre Occidental el batolito está enteramente cubierto por la potente secuencia de ignimbrita, de edad Oligoceno-Mioceno. Desde Jalisco (Fig. 1, No. 13) a Oaxaca (fuera de No. 14 en Fig. 1) la orilla Sur-Oeste de esta zona se localiza bajo el Pacífico y la orilla Noreste se extiende hacia una formación de rocas con basamentos Paleozóicos y Precámbricos.

ROCAS PREEXISTENTES DE LOS BATOLITOS

A lo largo de su margen Oeste el batolito en la Península de California, muestra rocas de edad Jurásica Superior y Meso-Cretácica, de composición predominantemente andesítica y de origen volcánico-volcanociclástico.

Estas rocas volcánicas descansan sobre estratos marinos de edad Triásica Superior a Jurásica Superior. Ninguna otra roca de edad más antigua ha sido aún identificada. La porción media de la zona del batolito penetra en sedimentos clásticos, no-volcánicos, de edad Mesozoica y Paleozoica Superior.

En Sonora la región Este de la zona batolítica penetra en estratos calcareos del Paleozóico y del Precámbrico Superior, encima del basamento Precámbrico más antiguo.

En el extremo Sur-Oeste y en áreas marginales hacia el Noreste, los estratos prebatolíticos no presentan metamorfismo. La mineralogía de la zona de metamorfismo regional es semejante a la descrita como tipo Buchan o Abakuma. La silimanita y la andalucita son comunes en las rocas metamórficas de alto grado, la estauroilita se encuentra localmente y la sienita no existe.

PETROGRAFIA DE LAS ROCAS BATOLITICAS

La zona batolítica puede ser subdividida en subzonas petrológicas que son paralelas a lo largo de la zona. Nosotros reconocemos tres sub-zonas: una sub-zona de gabro en la parte lateral del Pacífico, una sub-zona central de tonalita y otra sub-zona de adamelita hacia el interior.

La sub-zona de gabro está en esa parte de la zona, por lo cual los gabros son uno de los tipos importantes de la roca. En la mayoría de las partes de esta sub-zona, el gabro constituye menos de 20% de las rocas graníticas y la tonalita alcanza hasta un 60%. Los plutones de gabro están por lo común petrográficamente compuestos en capas y varían en composición, de peridotita a anortosita. La hornblenda es el mineral ferromagnésiano más abundante. Las rocas ultraferromagnesianas serpentinosas están asociadas con los gabros, a lo largo del extremo oeste de esta sub-zona.

La roca más importante de la sub-zona tonalítica es una tonalita, con hornblenda leucocrática y biotita, localmente graduada a granodiorita. En muchos lugares esta roca se distingue por su abundancia, de espesa áspera llega a un porcentaje superior de 0.5 cm. de cristal grande. Las tonalitas y granodioritas forman los plutones más grandes de la zona algunas miden hasta 40 km. de diámetro.

La adamelita es la sub-zona que está menos estudiada de las tres. En esta sub-zona la tonalita y la granodiorita probablemente forman la mitad del área granítica, en el mapa; la adamelita y el granito constituyen la otra mitad. El granito auténtico está esencialmente ausente dentro de las otras dos subzonas.

FORMA Y MEDIO AMBIENTE DE EMPLAZAMIENTO

Los plutones individuales, discordantes y de estructura concéntrica penetran a las tres sub-zonas, pero son característicos del gabro oriental y de la sub-zona de tonalita occidental, en donde penetran el esquisto verde inmovilizado y los terrenos metamórficos con fase de anfibolita. Esta forma de intrusión plutónica no se encuentra en áreas magmáticas adyacentes. La intrusión de forma diapírica parece ser característica de profundidades intermedias de emplazamiento. Las formas diapíricas se consideran perdidas en donde el magma sube hacia el nivel de deformación por fractura. La ausencia general de formaciones plutónicas en las zonas magmáticas más

profundas indican que una de estas zonas dió lugar a los diapiros, o que el movimiento después del emplazamiento en las zonas más profundas destruyó las formas del diapiro. En general, la sub-zona Occidental de gabro y la sub-zona de adamelita Oriental muestran zonas de emplazamiento menos profundas, en cambio la sub-zona de tonalita comprende las zonas de mayor profundidad.

La historia del emplazamiento se complica por otra etapa de levantamiento y erosión compleja. Los plutones tempranos fueron emplazados y expuestos por la erosión, después fueron cubiertos por rocas volcánicas y a su vez fueron penetrados por plutones posteriores. En varios lugares, los plutones parecen haber penetrado antes y a menor profundidad que los plutones posteriores. Aunque las rocas plutónicas del gabro lateral y de la sub-zona de adamelita penetran rocas volcánicas de edad semejante, son a su vez cortadas, por muchos diques volcánicos de edad Mesozoica y no hay asociación de la sub-zona de tonalita, con rocas volcánicas de edad semejante. Esto puede ser una función de la profundidad del emplazamiento, que indica no sólo que el terreno de rocas extrusivas Mesozoicas ha sido desgastado por la erosión, sino que los diques volcánicos se habían originado en niveles más altos, o habían sido destruidos por el calor y movilidad persistente de rocas de mayor profundidad. La evidencia de lo último ha sido observada en los llamados diques "sin-plutónicos" que aparecen como rocas metamórficas, que cruzan dentro de las zonas magmáticas. Es importante mencionar que la zona volcánica andesítica contemporánea desde el Jurásico al Cretácico Medio no estaba limitada a un área de suelo oceánico, previo a una capa continental, pero sí existía en los tres ambientes de la corteza, que se extienden por la orilla noreste hasta el fondo del yacimiento Precámbrico más antiguo, de Sonora y de Arizona. Debería ser mencionado a este respecto, que ahí donde el anchipiélago Jurásico-Cretácico de la zona volcánica está en contacto con el continente, la distribución de plutones es de la misma edad, pero la petrografía de la zona del plutón varía. Ahí la zona del plutón se extiende hasta Sonora, la sub-zona de gabro se desvanece y las rocas de tipo adamelítico-granodiorítico se tornan predominantes.

PROFUNDIDAD DE LA INTRUSION

Thatcher y Brune (1969) han indicado que el espesor de la corteza es de 30 a 40 kms. bajo el eje de la zona del batolito, en el Sur de Alta California y de la Baja California; gran parte de este vo-

lumen debe consistir de batolitos mesozoicos. El resto de este volumen ha de consistir de metasedimento Mesozoico, en el Oeste (bajo la zona de gabro) que descansa en la corteza oceánica, bajo la zona de tonalita en un terreno continental de sedimento metamorfozado de edad Paleozoico y Precámbrico Superior y bajo la zona de adamelita existe un margen continental de gneisses y rocas graníticas. La profundidad de emplazamiento de los plutones iniciales debe haber sido a menos de 40 km. La profundidad mínima de emplazamiento es indicada por el tamaño y la forma de los plutones. Creemos que la mayoría del magma plutónico ascendió en formas diapíricas, de 2 a 10 km. de diámetro, con el diámetro máximo promedio de plutón como de 6 km. Los plutones circulares con lados inclinados, de 10 km. de diámetro demuestran que la presente superficie de erosión estaba por lo menos a 5 km. de profundidad, aunque la punta más alta del diapiro haya llegado a la superficie.

TIEMPO DE EMPLAZAMIENTO

Por medio de la estratigrafía sabemos que las rocas plutónicas más antiguas, en la parte Occidental de la zona del batolito Mesozoico, son más antiguas que el Jurásico Inferior y más recientes que el pre-Turoniano. No existen límites estratigráficos para los plutones de la zona tonalítica. Las intrusiones de la zona de adamelita parecen haber penetrado el Cretácico Medio y posiblemente el Cretácico Superior. Las edades medidas por medio de plomo-alfa, plomo isotópico y rubidio-estroncio tienden a estar de acuerdo con los límites estratigráficos de 95 a 145 millones de años, en la mitad Occidental de la zona; en cambio dan una edad de 80 m. a. en la parte Oriental de la misma. No obstante, las edades de potasio-argón, que incluyen pares concordantes (biotita y hornblenda de la misma edad) son sistemáticamente más bajos. La comparación directa con edades zircón isotópico (comunicación personal de León Silver, 1973) indica que el sistema K/Ar quedó abierto hasta algunos millones de años después del emplazamiento. En general, las "edades" medidas por K/Ar no son las edades de emplazamiento, sino las edades de levantamientos y enfriamientos rápidos. (D. Krummenacher y otros, trabajo sometido a la G.S.A.).

LEVANTAMIENTO Y ENFRIAMIENTO

Las "edades" de enfriamiento de la hornblenda indican el tiempo en el cual la roca se enfrió bajo 475° C y las "edades" para biotita indican el tiempo en el cual se enfrió a menos de 230° C (Hart,

1964). La diferencia en edades indica el tiempo requerido para enfriarse de 475° C a 275 °C. La manera más rápida de llevar a cabo este enfriamiento es el levantamiento y la erosión.

En la sub-zona de gabro creemos que el levantamiento y la erosión ocurrieron en forma rápida hace aproximadamente 100 a 112 millones de años. En la parte Este de la sub-zona de gabro y en partes de la sub-zona de tonalita Occidental, los pares discordantes de K/Ar demuestran el levantamiento y la erosión más lenta, hace 85 a 100 millones de años. En otras regiones de la sub-zona de tonalita los plutones se quedaron a temperaturas arriba de 475° C, por 20 a 30 millones de años, antes de ser descubiertos tan rápidamente que las edades concordantes (± 5 m. a.) de hornblenda y biotita fueron producidas. En la sub-zona Oriental de tonalita y la sub-zona de adamelita, las "edades" indican enfriamiento en el intervalo de hace 80 a 60 m. a. con el grado de concordancia dependiendo de la magnitud de descubrimiento.

El cuadro incluye una lista de las determinaciones de edad K/Ar de rocas volcánicas y plutónicas Mesozoicas, de la zona batolítica de la Baja California y del Oeste de México, que se midieron, fueron tomadas en el laboratorio de la Universidad de San Diego State (E.U.A.). También existen algunas rocas graníticas de edad Terciarias, que no tienen una clara relación con el vulcanismo Terciario.

Los datos adicionales para la región mexicana de esta provincia han sido presentados por Henry y Fredriksen (1972), Anderson y otros (1969), Yeats y otros (1971), Rincón-Orta y otros (1965). Suppe y Armstrong (1973) han compilado datos adicionales de la parte de la provincia que está en la Alta California. Las determinaciones de edad de las rocas plutónicas deben ser consideradas como representativas de las edades de la intrusión o formación, y solamente cuando son datos que provienen de estudios mineralógicos y de campo son tomados en cuenta y pueden ser consideradas como edades mínimas, del último metamorfismo o erosión de los plutones.

En este breve trabajo no podemos dar la prueba de la dilatación en numerosas etapas y del desplazamiento lateral de las áreas cerca del Golfo de Cali-

fornia (Gastil y otros, 1972; Gastil y Jensky, 1973). El cuadro 1 indica las posiciones hipotéticas ocupadas por las respectivas partes de la zona batolítica (1), durante el Cretácico Superior, antes de la ocurrencia de la importante disrupción; (2) hace 30 m. a., después del movimiento apreciable horizontal, pero antes de los movimientos de dilatación; (3) hace 5 m. a., después de la acción de la tectónica "Basin and Range" y antes de la formación del presente Golfo de California; y (4) la presente posición de los Terrenos.

CONCLUSIONES

- 1) La traza de la zona del batolito sigue la huella de vulcanismo andesítico contemporáneo, pero la evidencia para este vulcanismo contemporáneo, generalmente está ausente, a lo largo de la porción del eje de la zona.
- 2) La traza de la zona vulcano-plutónica corta el margen continental previo.
- 3) La asimetría petrográfica está relacionada con la variación en la corteza preexistente. Las rocas gabroicas pueden ser fragmentos de rocas removidas de la corteza oceánica preexistente.
- 4) Hay numerosos plutones de estructura concéntrica, con diámetros de afloramiento visibles hasta de 10 Km. Se cree que son de origen diapírico y parecen ser emplazados a profundidades intermedias (posiblemente 5 a 20 Km.).
- 5) El fenómeno de emplazamiento granítico y de cristalización empezó en el lado Occidental del Pacífico, del área estudiada, con la movilización de intrusiones gabroicas y ultraferromagnesianas hace 145 m. a. y se movieron a través de la zona quizás por un periodo de 60 m. a. El levantamiento y erosión de estas rocas siguieron al emplazamiento de 5 a 20 millones de años.

AGRADECIMIENTOS

Los autores están agradecidos por la colaboración de estudiantes y colegas de la Universidad de San Diego State (E.U.A.), y por el personal del Instituto de Geología y del Consejo de Recursos Naturales no Renovables (Ahora consejo de Recursos Minerales) (México). También recibieron una ayuda monetaria de la "National Science Foundation" y de la "National Geographic Society" (E.U.A.).

Nota: El presente trabajo no traía bibliografía. El Editor.

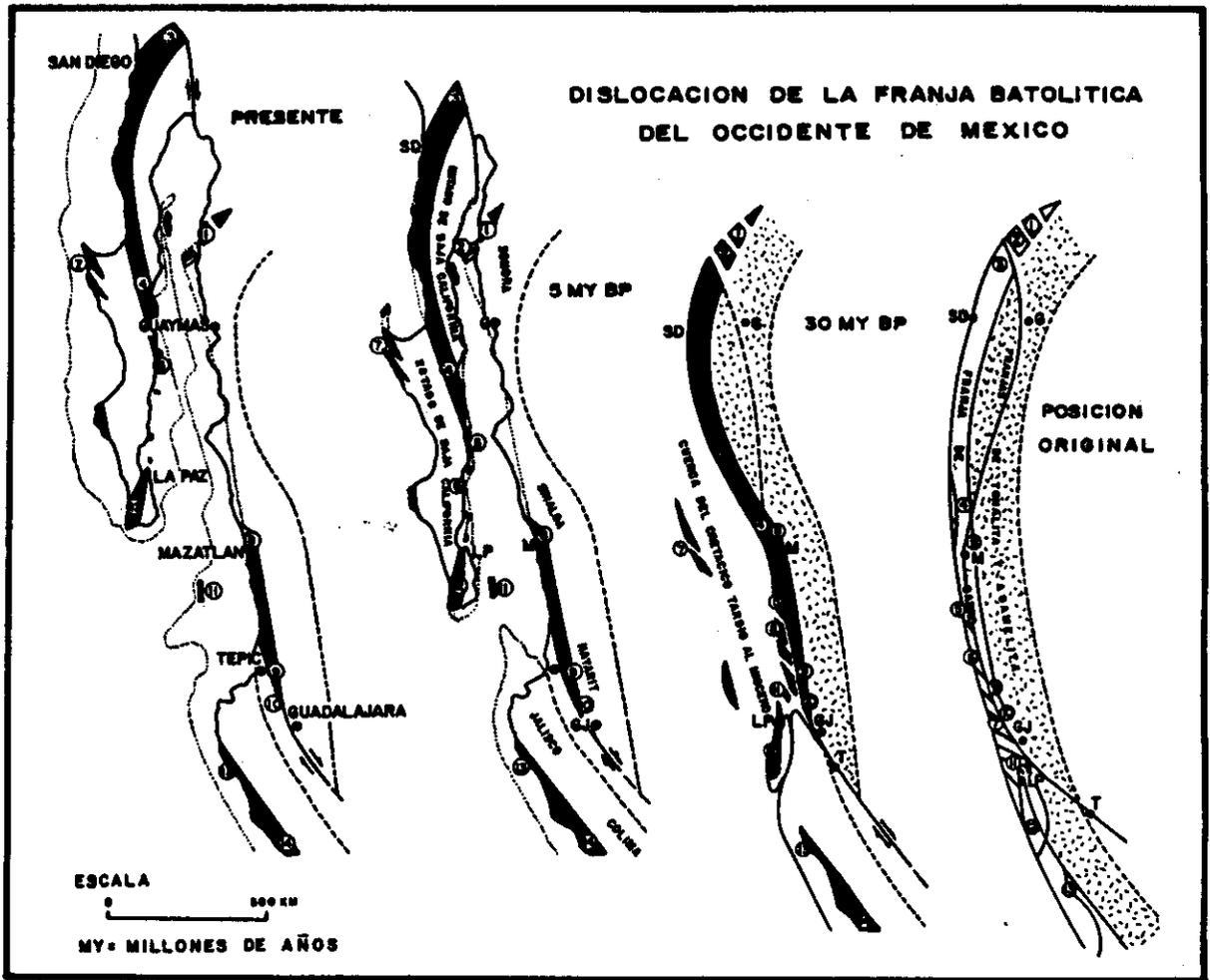


FIG. 1

CUADRO 1

Edades aparentes calculadas con las relaciones potasio-argón en el Condado de San Diego, Alta California y más al norte de Baja California.

Nº. RA	LATITUD	LONGITUD	MINERAL	EDAD MILLONES DE AÑOS	TIPO DE ROCA
816	31°30'42"	116°34'03"	A	95.9 ± 2.5	cuarzo-gabro
818	31°34'29"	116°30'22"	H	105.2 ± 2.5	tonalita
825	32°06'54"	116°30'18"	H	113.3 ± 3.0	gabro
835	32°02'27"	116°32'25"	P	98.1 ± 2.5	granodiorita
836	"	"	B	100.1 ± 2.5	"
837	"	"	H	103.6 ± 2.5	"
840	32°07'14"	116°30'42"	B	105.0 ± 2.7	"
841	"	"	H	104.9 ± 2.7	"
852	32°06'24"	116°33'36"	B	104.8 ± 2.7	"
851	"	"	H	110.1 ± 2.8	"
891	31°52'33"	116°33'09"	B	106.4 ± 2.6	"
392	"	"	H	100.9 ± 2.5	"
858	31°52'04"	116°34'39"	B	103.4 ± 2.5	"
857	"	"	H	107.3 ± 2.6	"
859	31°53'39"	116°35'31"	H	103.6 ± 2.5	tonalita
893	32°02'48"	116°08'24"	B	91.8 ± 2.4	granodiorita
894	"	"	H	95.3 ± 2.4	"
895	32°02'47"	116°07'50"	P	84.9 ± 2.6	plagioclasa-cuarzo pegmatita
896	"	"	B	87.2 ± 2.3	"
889	31°58'02"	116°00'00"	B	89.0 ± 2.4	granodiorita
888	"	"	H	82.7 ± 2.3	"
886	31°54'51"	116°05'40"	B	97.8 ± 2.5	"
887	"	"	P	104.3 ± 2.5	"
811	31°41'45"	116°00'00"	Mu	91.3 ± 2.3	"
834	31°54'18"	115°54'51"	Mu	86.8 ± 2.3	adamilita
812	31°55'56"	115°54'27"	B	89.0 ± 2.3	granodiorita
854	32°07'54"	115°56'58"	B	92.8 ± 2.4	tonalita
855	"	"	H	94.0 ± 2.4	"
873	32°59'42"	116°58'50"	Mc	100.7 ± 2.5	adamilita
874	"	"	B	104.1 ± 2.6	"
875	32°57'57"	116°30'32"	B	88.9 ± 2.3	granodiorita gneisica
828	32°50'30"	116°36'36"	B	99.7 ± 2.5	adamilita
890	"	"	Mc	90.5 ± 2.3	"
829	32°49'02"	116°51'36"	B	100.8 ± 2.5	granodiorita
878	"	"	Mc	97.0 ± 2.5	"
845	32°24'16"	116°54'59"	P	100.7 ± 2.5	granodiorita
833	"	"	B	114.2 ± 2.6	"
827	32°19'29"	116°17'25"	P	74.8 ± 2.3	gabro, cuarzo diorita
826	"	"	H	88.8 ± 2.6	"
822	32°19'00"	116°17'25"	B	93.2 ± 2.4	cuarzo gabro
823	"	"	H	96.4 ± 2.4	"
853	32°18'27"	116°17'24"	B	90.2 ± 2.3	esquistos con biotita
847	32°15'34"	116°19'29"	B	94.1 ± 2.3	tonalita
844	"	"	H	99.2 ± 2.5	"
846	32°14'13"	116°14'55"	P	77.3 ± 2.0	tonalita
838	"	"	B	95.1 ± 2.3	"
839	32°11'26"	116°13'09"	B	95.9 ± 2.3	cuarzo diorita
843	"	"	H	99.3 ± 2.5	"
802	33°00'54"	117°09'56"	P	121.0 ± 2.5	andesita porfirítica
813	32°39'29"	116°05'48"	B	72.8 ± 2.0	tonalita
849	32°34'22"	116°26'54"	B	85.6 ± 2.3	"
850	32°34'22"	116°26'54"	H	83.6 ± 2.1	tonalita
882	32°33'33"	115°53'39"	B	72.5 ± 2.0	"
883	"	"	H	79.7 ± 2.1	"
884	32°20'47"	116°17'33"	B	90.1 ± 2.3	"
885	"	"	H	97.2 ± 2.5	"
861	32°17'50"	116°31'54"	B	98.0 ± 2.5	tonalita
860	"	"	H	103.8 ± 2.5	"
856	32°22'59"	116°28'07"	H	104.8 ± 3.2	"
862	32°25'17"	116°23'59"	H	90.4 ± 2.5	"
821	32°47'00"	116°51'51"	P	87.8 ± 2.2	gabro
824	"	"	H	103.4 ± 3.6	"
820	32°50'02"	116°43'54"	P	50.3 ± 1.7	"
"	"	"	P	58.4 ± 9.5	"
817	"	"	H	100.5 ± 3.3	"
831	32°59'21"	116°35'02"	P	74.1 ± 3.6	"
832	"	"	H	104.5 ± 2.5	"
869	32°53'15"	116°38'51"	P	78.0 ± 5.9	"
870	"	"	H	112.0 ± 2.6	"
877	32°54'21"	116°27'21"	Pl	92.3 ± 2.4	"
872	"	"	H	110.0 ± 2.6	"
864	32°49'27"	116°30'03"	P	72.1 ± 2.6	"
865	"	"	H	107.8 ± 2.1	"
866	32°43'56"	116°34'59"	P	96.9 ± 15.3	pegmatita gabroica
867	"	"	H	143.3 ± 8.2	"
848	32°32'42"	115°58'57"	B	88.9 ± 2.2	esquistos
868	"	"	Mu	96.8 ± 2.5	"
898	32°13'10"	115°59'06"	B	91.2 ± 2.4	apilita granodiorita
903	32°15'41"	115°58'07"	B	77.1 ± 2.1	tonalita
904	32°16'20"	115°57'07"	B	71.1 ± 2.0	granodiorita
905	32°22'10"	115°58'48"	B	77.7 ± 2.0	tonalita
906	32°17'37"	116°02'18"	B	67.7 ± 2.0	"
902	32°20'12"	116°02'21"	B	83.8 ± 2.2	cuarzo diorita
899	"	"	H	102.5 ± 2.5	"
897	32°23'55"	116°06'49"	Mu	85.9 ± 2.3	granodiorita aplítica
909	32°15'00"	116°02'06"	H	90.9 ± 2.4	tonalita
901	32°25'22"	115°52'21"	B	75.2 ± 2.0	"
900	"	"	H	83.4 ± 2.2	"
910	32°24'51"	115°53'39"	H	95.3 ± 2.4	gabro
908	32°32'20"	115°53'07"	B	74.0 ± 2.6	tonalita
876	32°35'18"	115°44'00"	B	69.1 ± 2.6	"
879	"	"	P	78.3 ± 2.3	"
819	"	"	B	68.4 ± 2.0	cuarzo gabro
880	"	"	P	60.1 ± 2.4	"
814	"	"	Mc	62.2 ± 1.8	pegmatita con cuarzo plagioclasa
881	"	"	P	106.0 ± 2.9	"
842	32°00'58"	116°25'12"	H	104.2 ± 2.5	gabro
863	32°01'03"	116°24'30"	H	104.8 ± 2.5	tonalita
830	31°58'33"	116°22'47"	B	107.8 ± 2.6	granodiorita
955	31°03'36"	114°49'12"	B	85.0 ± 2.2	tonalita
954	"	"	H	80.0 ± 2.2	"
983	32°01'06"	115°14'27"	Xs	75.9 ± 2.0	granodiorita
948	"	"	B	76.9 ± 2.0	"
1039	"	"	H	98.9 ± 3.5	"
961	32°07'09"	115°45'51"	Mu	81.9 ± 2.2	adamilita
957	"	"	B	77.9 ± 2.1	"
956	32°29'03"	116°12'53"	B	92.5 ± 2.2	tonalita
964	"	"	H	98.0 ± 2.4	"
1017	32°22'01"	116°52'57"	A	85.0 ± 2.3	gabro
993	32°30'01"	116°43'07"	B	113.3 ± 2.7	cuarzo diorita
992	"	"	H	100.4 ± 2.5	"
1059	32°34'00"	116°36'05"	P	86.3 ± 2.2	gabro
1061	"	"	H	126.0 ± 4.2	"
1022	32°30'39"	116°36'06"	B	100.6 ± 2.5	granodiorita
1023	"	"	H	108.6 ± 2.6	"
988	32°38'29"	116°46'36"	B	107.3 ± 2.6	tonalita
987	"	"	H	134.9 ± 3.0	"
990	32°46'30"	116°59'03"	B	112.0 ± 2.8	"
991	"	"	H	112.7 ± 3.0	"

No.	EA	LATITUD	LONGITUD	MINERAL	EDAD MILLONES DE AÑOS	TIPO DE ROCA
979		32°42'51"	117°01'33"	H	101.8 ± 2.5	adamecita
980		31°50'30"	115°11'38"	B	84.5 ± 2.0	adamecita
981		31°00'42"	115°07'27"	B	80.9 ± 2.2	lamprophyre
503		31°38'02"	116°28'22"	B	103.5 ± 2.6	tonalita
521		31°22'15"	115°15'00"	B	78.7 ± 2.0	granodiorita
573		31°34'33"	116°00'18"	H	94.9 ± 2.3	anfibalita
581		31°18'27"	115°27'26"	B	77.3 ± 2.0	pegmatita metamórfica
567		31°18'39"	115°26'30"	B	79.2 ± 2.3	granodiorita aplítica
503		"	"	B	80.8 ± 2.3	anfibalita
568		31°18'39"	115°27'26"	H	80.0 ± 2.3	esquistos con Hbl/bio
509		31°19'13"	115°27'51"	B	81.4 ± 2.3	cuarzo diorita
505		31°18'39"	115°26'30"	Mu	79.0 ± 2.3	pegmatita
507		31°18'27"	115°27'26"	B	82.9 ± 2.3	gneis
569		31°18'39"	115°26'30"	B	80.0 ± 2.3	granito
572H		31°34'09"	116°00'28"	L	83.7 ± 2.3	tonalita
601		32°16'39"	116°31'35"	B	98.7 ± 2.3	tonalita
600		"	"	A	96.1 ± 2.3	"
511		31°41'08"	116°07'55"	B	98.1 ± 2.3	cuarzo diorita
969		32°30'	116°20'	B	91.2 ± 2.3	"
1038		"	"	H	88.8 ± 2.2	"
1037		31°54'	116°30'	B	104.5 ± 2.6	"
968		"	"	H	105.7 ± 2.6	"
515		32°17'52"	115°20'00"	B	62.6 ± 2.0	granodiorita
514B		32°41'33"	116°03'11"	B	75.1 ± 2.0	tonalita
948		32°17'03"	115°21'03"	B	67.1 ± 2.0	granodiorita
769		32°37'51"	116°26'12"	B	90.8 ± 2.2	granodiorita
770A		"	"	H	102.7 ± 2.5	"
777		32°36'40"	116°12'32"	B	87.3 ± 2.3	adamecita
760A		32°42'26"	116°01'52"	B	76.7 ± 2.0	tonalita
764		"	"	H	85.6 ± 2.3	"
765		"	"	B	77.8 ± 2.0	"
776		32°40'45"	116°17'31"	B	88.5 ± 2.3	granodiorita
919		32°16'42"	115°21'22"	B	64.7 ± 1.9	esquistos
1060		32°35'18"	115°44'00"	H	73.0 ± 2.0	gneis
950		30°52'30"	114°43'	B	80.0 ± 2.2	tonalita
962		31°02'50"	115°01'15"	B	81.7 ± 2.2	dacita porfirítica
996		31°02'50"	115°01'15"	P	54.6 ± 1.7	(pedregal clásica en Tercearía arenisca)

Localizaciones más al sur del Estado de Baja California.

546		114°50'00"	29°41'45"	B	91.9 ± 2.4	dique de andesita metamórfica
570		114°53'10"	29°18'55"	P	107.5 ± 3.0	estrato de roca volcánica metamórfica
537		"	"	B	89.1 ± 3.0	dique de roca volcánica metamórfica corriendo no. 570
1166		113°25'24"	28°11'58"	B	116.6 ± 3.6	granodiorita
1171		"	"	H	110 ± 3.8	granodiorita
1172		113°36'48"	28°14'07"	H	114 ± 2.5	granodiorita
1176		113°36'48"	28°14'07"	B	111 ± 2.5	"
1173		113°25'30"	28°01'37"	Op	107 ± 2.5	monzonita porfirítica

Localizaciones de las rocas en el territorio de Baja California del Sur

1083		111°27'	26°04'30"	H	93.9 ± 2.4	andesita
1070		110°57'	25°17'	B	74.1 ± 2.0	granodiorita
1071		"	"	H	97.5 ± 2.5	"
924		110°39'	24°49'	B	93.4 ± 2.5	gneisica tonalita
936		"	"	H	98.4 ± 5.2	"
925		109°25'	23°23'	B	73.2 ± 2.0	granodiorita
931		"	"	P	54.1 ± 2.8	"
942		109°34'	23°18'	B	69.5 ± 2.0	diorita
943		"	"	H	72.5 ± 2.0	"
1047		109°51'	22°53'	B	85.6 ± 2.3	tonalita
1045		"	"	H	86.2 ± 2.3	"

No.	EA	LONGITUD	LATITUD	MINERAL	EDAD MILLONES DE AÑOS	TIPO DE ROCA
940		112°52'	28°37'	B	89.5 ± 2.4	tonalita
941		"	"	H	91.4 ± 2.4	"
928		112°44'	29°53'42"	B	91.0 ± 2.4	tonalita
753		111°56'	29°10'55"	Mu	64.7 ± 2.0	granito
934		112°27'50"	29°11'10"	B	85.2 ± 2.3	tonalita
963		"	"	H	84.5 ± 2.3	"
953		112°19'30"	29°7'50"	B	81.5 ± 2.3	tonalita
952		"	"	H	90.4 ± 2.7	"
804		112°33'50"	29°41'55"	B	71.7 ± 2.0	granodiorita
805		"	"	P	59.9 ± 1.8	"
907		112°33'50"	29°42'40"	B	29.5 ± 0.8	adamecita
906		"	"	Mu	64.1 ± 1.8	"
912		112°42'20"	29°55'15"	B	63.9 ± 1.8	dacita porfirítica
913		"	"	H	64.4 ± 9.6	"
915		112°43'	30°03'	B	70.1 ± 1.9	granodiorita porfirítica
916		"	"	H	64.3 ± 2.0	"

Localizaciones en Mayrill y al oeste de Jalisco

1042		104°15'15"	19°51'20"	B	66.9 ± 1.8	tonalita
1041		"	"	P	54.9 ± 2.0	"
1051		104°27'08"	19°34'40"	B	66.9 ± 1.8	diorita
1052		"	"	H	67.7 ± 1.8	"
1044		105°21'40"	20°12'45"	H	82.2 ± 0.8	tonalita
1048		105°20'35"	20°31'20"	B	80.8 ± 2.2	tonalita
1046		"	"	H	80.2 ± 2.2	"
1073		105°3'45"	21°24'45"	B	20.4 ± 0.5	tonalita
1074		"	"	H	67.0 ± 1.8	"
1066		104°58'40"	21°00'20"	H	87.6 ± 2.6	pegmatita gabrítica
1068		104°34'40"	20°55'12"	B	61.8 ± 1.8	tonalita
1065		"	"	H	"	"
1045		104°27'30"	20°53'20"	B	40.8 ± 1.0	granodiorita
1158		20°53'30"	105°27'00"	H	71.1 ± 2.0	tonalita
1157		"	"	B	53.8 ± 1.7	"
1159		20°26'50"	105°33'10"	B	80.5 ± 2.1	tonalita
1160		"	"	H	81.8 ± 2.1	"
1161		20°31'20"	105°19'10"	B	81.6 ± 2.1	granodiorita
1162		"	"	H	90.9 ± 2.3	"
1163		20°21'30"	105°23'30"	H	80.6 ± 2.1	porfido hypabisal
1054		20°37'30"	105°14'30"	P	91.5 ± 2.3	toba de cenizas
1168		20°37'30"	105°14'30"	P	88.1 ± 2.2	"
1169		"	"	B	80.5 ± 2.1	"
1170		20°38'40"	105°11'20"	F	71.2 ± 2.0	"

Dragado lejos de la costa oeste de México por la expedición Gelfmat, colectado por Edwin C. Allison y David Moore.

96°08' 15°30' 88.0 ± 2.4 tonalita

- A = Actinolita
- B = Biotita
- H = Hornblenda
- Mu = Microclino
- Mu = Moscovita
- Ks = Feldspato potásica
- P = Plagioclasa
- Ph = Flogopita