

## **IV.- GEOLOGIA REGIONAL**

### **IV.1.- Precámbrico**

Las rocas más antiguas que se conocen en el noroeste de México y que representan el basamento en esta región, corresponden al Complejo Metamórfico Bámori; el cual fue descrito por vez primera por Longoria et al. (1978). Se compone de gneises, esquistos, cuarcitas, anfibolitas y pegmatitas, con un rango de metamorfismo que va desde facies de esquistos verdes hasta anfibolita y cuyos protolitos corresponden a intrusivos graníticos-granodioríticos, andesitas, basaltos, areniscas y arcosas. Muchos de los gneises parecen presentar anatexis (migmatíticos) con efectos muy marcados de metamorfismo retrógrado.

El complejo metamórfico Bámori, se encuentra intrusionado por diques dioríticos y riódacíticos, así como por el granito Aibó descrito por Cooper y Arellano (1946), ambos fechados por Anderson y Silver (1979) con edades del orden de  $1755 \pm 20$  Ma y  $1100 \pm 10$  Ma respectivamente. Dicho complejo aflora principalmente en los cerros Bámori, Ciénega, La Verruga, en la porción noroccidental de La Sierra El Viejo y en el sur de la Sierra La Víbora, al oeste-noroeste de Caborca.

Este complejo metamórfico es sobreyacido discordantemente por una secuencia de rocas carbonatadas dolomitizadas denominadas Capas Gamuza, a las cuales se les ha asignado una edad Neoproterozoico. Estas rocas fueron afectadas por metamorfismo regional dinamotérmico acompañado por deformación por cizalla e intenso plegamiento y deformaciones sobrepuestas; y afloran a manera de techos colgantes encima del batolito laramídico y plutones eocénicos en la región de Sierra de San Francisco, Sierra Prieta y Sierra Blanca, en la zona de la mina La Herradura, en la región de Quitovác, y sierras Los

Tanques y Sierra Pinta. En la región de Quitovác y en la sierra Los Tanques, el basamento metamórfico paleoproterozóico se encuentra cabalgando a las rocas del arco jurásico; edades de U-Pb para estas rocas paleoproterozóicas dieron 1777 Ma en el protolito granítico (Iriondo, 2001), que corresponde a la edad más antigua reportada hasta ahora para las rocas de esta localidad, y 1600 Ma en un gneis cuarzo-feldespático en una localidad al noreste de Puerto Peñasco (Anderson y Silver, 1979).

La edad de este basamento Precámbrico, es correlacionable con las rocas paleoproterozóicas que presentan características similares en la región de Caborca, y con las expuestas en la región de Los Vidrios; así como aquellas rocas que componen el basamento precámbrico en las provincias cristalinas Yavapai o la zona de transición Mojave-Yavapai del suroeste de Norteamérica (Iriondo, (2001).

Edades similares de 1450 Ma U-Pb en zircones, están presentes en las rocas que afloran en la continuación hacia el noroeste de la sierra Los Tanques (Anderson y Roldán, 1979) y en Los Vidrios, con edades de  $1450 \pm 10$  Ma U-Pb en zircones (Anderson y Roldán-Quintana, 1979) y  $1460 \pm 40$  Ma K-Ar en muscovita (Shafiqullah, et al., 1980). Generalmente no se observan deformados y son cortados por diques microdioríticos, granodioríticos, aplíticos y pegmatíticos.

Rocas del proterozoico superior, se encuentran representadas por una secuencia de rocas carbonatadas denominadas Capas Gamuza (Cooper y Arellano, 1946). En 1979, Longoria y González definen en la misma localidad una secuencia medida de 2,200m de espesor estableciendo en orden ascendente las formaciones El Arpa, Caborca, Pitiquito, Gamuza, Papalote y el Grupo Gachupín.

Las primeras dos formaciones se encuentran fuertemente plegadas, mientras que las que las sobreyacen, presentan un plegamiento mas suave, dando como resultante dos modos estructurales para todo el conjunto de las Capas Gamuza. Esta unidad aflora principalmente en la sierra El Viejo y La Víbora, así como en gran parte de los cerros El Tulín, La Ciénega, Calaveras, Clemente, La Verruga, Bámori, El Arpa, Gamuza y en otros afloramientos de espesores más pequeños pero extensos y escarpados. Estratigráficamente, las Capas Gamuza generalmente sobreyacen discordantemente al Complejo Metamórfico Bámori y al Granito Aibó, y en algunas zonas se presentan cabalgando a rocas del Jurásico inferior correlacionables con la Formación Antimonio, así como también, se encuentra afectada por rocas intrusivas de composición granodiorítica – diorítica de edad Cretácica.

#### **IV.2.- Paleozoico**

En la region de Caborca, las rocas del basamento cristalino proterozoico se encuentran en contacto discordante con las rocas pertenecientes a sedimentos cámbricos, con afloramientos aislados y de poca extensión al norte de Estación Sahuaro, donde constituyen principalmente cerros alargados orientados norte-sur, de poca elevación y con pendientes abruptas, rodeados de dunas de arena. Consisten de estratos de caliza y cuarcita fuertemente plegadas, con caliza mármolizada y dolomita, con restos de corales identificados como del Paleozoico inferior (Flügel in Calmus, 1993). Para estas unidades, se considera que parte de las secuencias depositadas durante el Proterozoico superior y Cámbrico se formaron en extensos mares de aguas someras sobre una plataforma continental que se extendía a lo largo del margen occidental del cratón de Norteamérica.

En la región de Caborca, la unidad cámbrica se subdivide en seis unidades formacionales, según Merriam y Eells (1979), constituidas por las formaciones el Tren, Arrojos, Cerro Prieto, Buelna, Provedora y Puerto Blanco formadas principalmente por calizas, ortocuarcitas y lutitas.

La Formación Monos, que subyace discordantemente a rocas de la Formación Antimonio y corresponde a lodolitas intercaladas con calizas, de edad Pérmico medio – tardío localizadas en la parte norte de la sierra El Alamo (González, León et al., 1980).

### **IV.3.- Mesozoico**

#### **IV.3.1.-Triásico.**

Rocas plutónicas de composición granítica de edad Triásico superior afloran exclusivamente en los alrededores de la sierra Los Tanques que se localiza al oeste de Sonoyta, con una edad absoluta de 225 Ma U-Pb en zircones (Stewart, et al, 1986). Las relaciones espaciales con las rocas vecinas presentan complicaciones estructurales, sin embargo el granito intrusiona a las rocas del basamento cristalino paleoproterozoico, las cuales muy probablemente también lo cabalgan y no solo a ellas, sino también a las rocas del arco jurásico, formándose un sistema imbricado de estructuras tipo duplex, con indicadores cinemáticos que también evidencian un cizallamiento lateral en el cuerpo granítico (Stewart, et al, 1986). Estos intrusivos probablemente fueron formados por fusión cortical y se correlacionan con plutones con similares características expuestos en las montañas Trigo del suroeste de Arizona; no se conocen otros afloramientos de esta edad en Sonora (Stewart et al., 1986).

### **IV.3.2.- Jurásico.**

Sobreyaciendo en aparente discordancia a la formación Monos (descrita dentro del paleozoico) se presenta una secuencia de rocas sedimentarias de aproximadamente 3400 metros de espesor, denominada Formación Antimonio (González-León y Jaques-Ayala, 1980), secuencia que aflora en la Sierra El Álamo a 60 Km al oeste de Caborca, constituida por limolitas, lodolitas y calizas. Esta formación se compone por dos miembros, uno inferior y otro superior a las cuales se les asignó una edad Triásico tardío (Cárnico-Nórico) – Jurásico temprano en esta localidad.

La formación Antimonio también aflora en el flanco occidental de la sierra La Gloria, en la porción sur de las sierras Picú, Julio y Aguirre, y en los cerros La Ciénega, La Jojoba, en el flanco oriental de La Sierra La Víbora y en el flanco occidental de los cerros Chino al sur de la Sierra La Víbora, así como en la porción central, al suroeste y oeste de la Sierra El Álamo, en Barra los Tanques (González-León 1997) y generalmente se encuentra afectada por intrusivos ígneos y cubiertos discordantemente por secuencias volcanosedimentarias del Cretácico superior.

Las rocas volcánicas y sedimentarias jurásicas están relacionadas a la actividad de un arco magmático continental que estuvo activo durante este tiempo y fueron afectadas por metamorfismo de bajo grado de la facies esquistos verdes, posiblemente durante el Jurásico medio (Iriando, 2001) Se encuentran ampliamente distribuidas, como se puede observar en el área de Sonoyta, al oriente de la sierra Los Tanques, en la región de Quitovác, en la sierra El Cobre, en ambos flancos de la sierra La Comanacha, en la continuación hacia el norte de la sierra La Gloria, y al flanco sur del Cerro Prieto. Están constituidas por

metariolitas, metatobas, metandesitas, metareniscas y metaconglomerados con cláustos alargados y escasos lentes de caliza.

Para estas rocas jurásicas se tienen edades en rocas volcánicas de  $178 \pm 5$  Ma, U-Pb (Anderson y Roldán-Quintana, 1979),  $175.6 \pm 0.38$  Ma y  $172.3 \pm 1.86$  Ma, U-Pb en zircones (Iriondo, 2001), y 165 Ma, U-Pb en zircones (Stewart, et al, 1986) y regularmente, el contacto con las rocas más antiguas es mediante una cabalgadura, como se puede observar al oeste de Sonoyta, en la región de Quitovác y en el cerro Prieto; y por falla normal y discordante con las unidades más jóvenes.

Intrusionando a las unidades más antiguas se tienen cuerpos graníticos del jurásico medio, que afloran al sureste de la sierra El Cobre, en la sierra La Iezna, al norte de el rancho El Plomo, en las sierras La Espuma y El Durazno; al oeste de Sonoyta y en la zona de la mina La Choya donde se observan “klippes” de intrusivo jurásico sobre las rocas metavolcánicas y metasedimentarias  $175.6 \pm 0.38$  Ma, U-Pb en zircones (Iriondo, 2001). Estos plutones han sido fechados, presentando edades que varían entre 177 Ma y 175 Ma, U-Pb en zircones (Stewart, et al, 1986; Iriondo, 2001).

Esta serie de intrusiones han sido asociados al arco magmático continental Jurásico, tomándose en consideración que a finales del Jurásico medio y principios del Jurásico superior el vulcanismo explosivo de este arco aparentemente cesó, con el consiguiente emplazamiento de las intrusiones calco-alcalinas, no quedando claro si estos granitoides representan el estado final del episodio magmático que produjo la secuencia de rocas volcánicas, o sea un episodio separado (Tosdal et al, 1989). Para este tiempo se considera se generó

el movimiento de la falla lateral izquierda relacionada a la apertura del Golfo de México, que dividió este arco magmático en bloques estructurales elongados con orientación noroeste-sureste.

Stewart et al (1986), Anderson et al (1979) y posteriormente Nourse (1995), han fechado una serie de intrusivos definiéndolos como rocas graníticas de biotita-esfena, con afloramientos restringidos, en cerros aislados y de topografía poco elevada al norte de El Desemboque., con edades de ~153 Ma, correlacionables con intrusivos de edad y litología similares que afloran en la porción central norte y noroeste del Estado fechados por Anderson y Silver (1979), y Stewart et al (1986), estableciendo un rango de 149 a 177 Ma.

#### **IV.3.3.- Cretácico**

El paquete volcánico de composición intermedia constituido de andesita, tobas andesíticas y aglomerados andesíticos, se encuentra restringido específicamente en las localidades de la sierra San Manuel, en los alrededores del rancho El Plomo, y al sur y oriente de la sierra Comanacha. Se encuentra cubriendo discordantemente a unidades más antiguas y son intrusionadas por los plutones laramídicos. Se correlaciona con el Complejo Volcánico El Charro que aflora en la sierra El Chanate, fechado en ~72 Ma, por Jacques-Ayala et al (1993); Harrar (1989), la cual aflora al este del puerto El Álamo en la porción norte de la Sierra El Chanate, también en el flanco oriental de la Sierra Julio. Esta constituida exclusivamente por aglomerados, brechas y flujos lávicos de composición andesítica dividida en unidades KsA; KsR-A con mas de 100m cada una.

Intrusiones batolíticas laramídicas de composición granítica-granodiorítica, afloran ampliamente en las sierras San Manuel y La Comanacha, en el flanco

oriental de la sierra La Manteca, sierra San Francisco, en la región de Quitovác; también en los alrededores de la mina La Herradura, en los cerros El Cozón y San Diego y abarcan un intervalo que va del Cretácico superior al Terciario inferior. En esta región, las rocas batolíticas siguen la orientación noroeste-sureste de las sierras, que generalmente se encuentran rodeadas por los depósitos eólicos y aluviones cuaternarios.

Estas unidades presentan una litología variable que va de granito a granodiorita, y en algunas localidades escasos cuerpos de diorita, cortada por diques aplíticos y dioríticos. Se encuentran afectando a las rocas pre-terciarias; observándose una característica importante que es el levantamiento del basamento cristalino, quedando este a manera de colgantes sobre el batolito.

Se tienen edades por U-Pb en zircones y K-Ar en biotita, que varían entre 97 Ma y 67 Ma (Anderson y Silver, 1974; Iriando, 2001; Damon, et al, 1983) en afloramientos de granodiorita en Puerto Peñasco, de granito y diorita en Quitovác, y granito en la sierra San Manuel. Estas rocas plutónicas de naturaleza química calciocalina, ampliamente distribuidas en Sonora, representan la continuación hacia el sur del cinturón batolítico del oeste de Norteamérica (Anderson y Silver 1974; Coney y Reynolds 1977; Damon et al., 1983).

#### **IV.4.- Cenozoico**

Las rocas Cenozoicas consisten de rocas intrusivas, volcánicas, y sedimentos no consolidados. De ellas, las rocas Terciarias intrusivas son las más antiguas y están representadas por granitos de dos micas con granate, seguidas por unidades volcánicas de composición ácida, cubiertas por rocas intermedia-básicas y netamente básicas y sedimentos continentales no consolidados eólicos y aluviales depositados en un ambiente transicional, oblicuas a la línea de costa.

Las facies posteriores que intrusionan al batolito laramídico corresponden a los granitos del Eoceno denominados de dos micas con granate; son peraluminosos y se consideran anatexíticos producidos por fusión cortical, post-arco volcánico laramídico, sin extrusiones equivalentes ni en edad ni en composición (Damon et al., 1983).

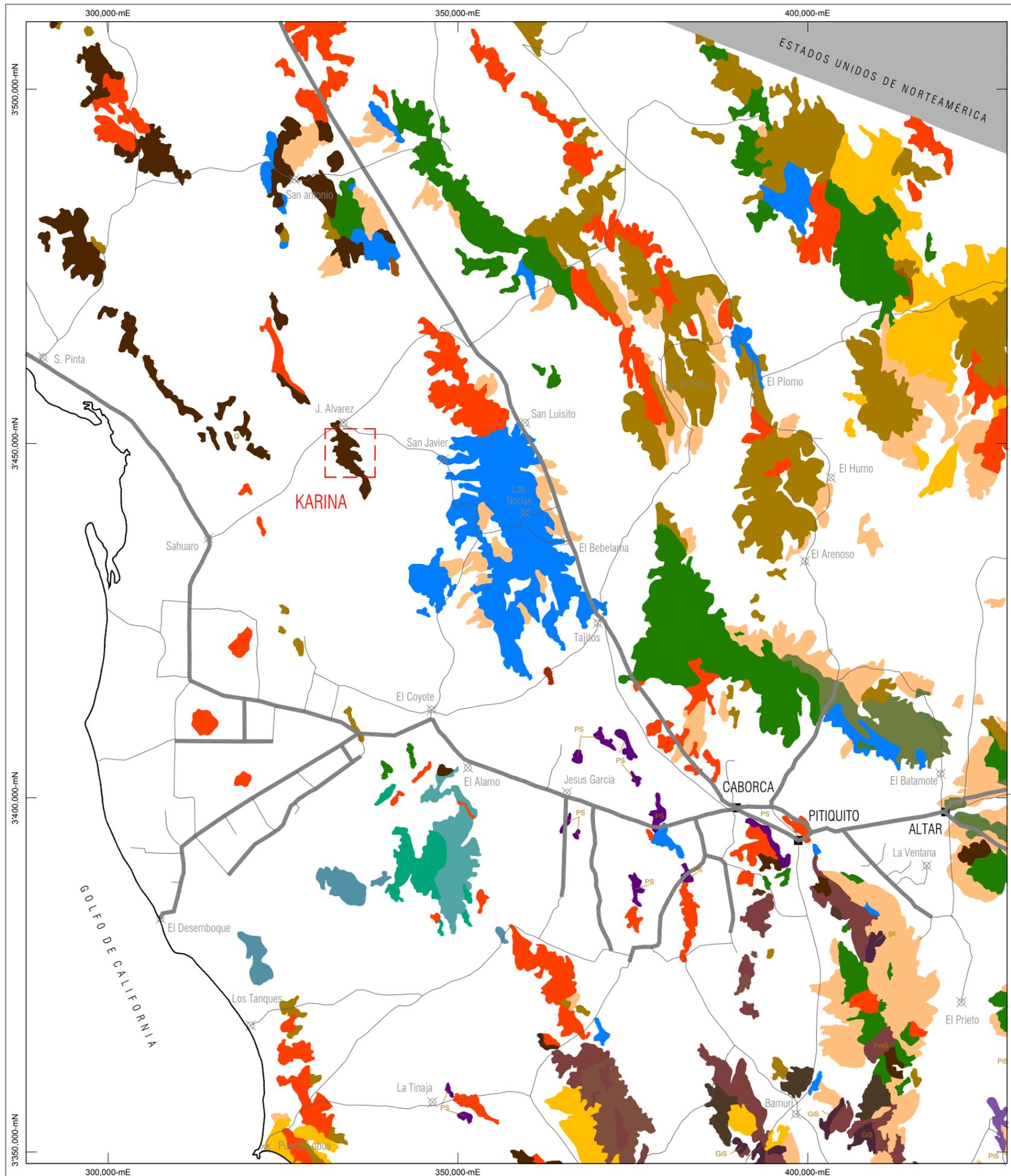
Las intrusiones graníticas que presentan características similares a los granitos de dos micas, tienen afloramientos importantes al sur de Sonoyta en las sierras Cubabi y Cipriano, y al norte y noreste de Puerto Peñasco en las sierras Pinta y Blanca. En las sierras Cipriano y Cubabi se han obtenido edades radiométricas por K-Ar en muscovita de  $53.8 \pm 1.4$  Ma,  $52.7 \pm 1.5$  Ma (Damon et al, 1964, 1983) y  $53.2 \pm 1.6$  (Shafiqullah et al., 1980). Estos plutones anatexíticos derivados de rocas corticales, se consideran como un evento laramídico tardío; son correlacionables con parte del batolito Gunnery Range y con el granito de Senita Basin del suroeste de Arizona, también con el granito leucocrático expuesto en la región de Los Vidrios; asimismo con los granitos que presentan fábrica milonítica que se asocian directamente con los "metamorphic core complex" de la región de El Sásabe .

Unidades riolíticas (TmTR-R) y andesítica-basáltica (TmA-B) se encuentra cubriendo discordantemente a la unidad anterior; expuestos en los alrededores de la sierra San Manuel, en las sierras La Nariz y La Angostura, en afloramientos dispersos al noroeste del rancho El Ejemplo, cubren discordantemente al intrusivo laramídico y a volcánicas riolíticas de edad mioceno. También está expuesta al sur y sureste del rancho El Tullido, en donde Iriondo (2001) menciona como caldera El

Pilar; y en el área del cerro Tecolote donde se tiene una edad de  $12.6 \pm 0.3$  Ma, K-Ar en roca total (Lynch, 1981).

Cubriendo a las rocas más antiguas se tienen los depósitos continentales no consolidados del Pleistoceno, constituidos por conglomerados (QptCgp) de naturaleza litológica variable, que se encuentran al pie de las montañas y expuestos en los alrededores y al oeste de Sonoyta y en la región de Quitovác.

Sedimentos aluviales del Cuaternario con materia orgánica en las zonas pantanosas, se encuentran desde Puerto Peñasco hasta Bahía Salina; los sedimentos lacustres con arena, limo, arcilla y sal (Qhola), que se han acumulado en lagunas marginales a lo largo de la línea costera, como Bahía de Adaír, donde existen acumulaciones de salmueras con carbonato de sodio, o sedimentos de arena y grava que se encuentran formando barras relacionadas a la acción de las corrientes litorales, así como aluviones del cuaternario, consistentes de grava, arena y limo, resultados de la erosión de rocas preexistentes (Figura 3).



## EXPLICACION

### CENOZOICO

- CUATERNARIO. Q- Sedimentos superficiales en valles, laderas y planicies. Contienen: gravas, arenas, limos, arcillas. Qe- Depósitos eólicos. Ql- Sedimentos de playa (sabka), incluye depósitos litorales y lacustres. Qv- Basaltos, andesitas y brechas volcánicas básicas. Qa- Sedimentos depositados exclusivamente en cauces de ríos.
- CUATERNARIO TERCIARIO. QT- Sedimentos poco consolidados, gravas, arenas, limos.
- TERCIARIO NEOGENO. TnS- Conglomerados, areniscas, lutitas. Escasos sedimentos con calizas lacustres. Rocas sedimentarias poco consolidadas con ocasionales intercalaciones de andesitas y basaltos en algunas localidades, incluye: Fm. Báucarit. TnV- Basaltos y brechas volcánicas básicas, tobas riolíticas, andesitas, dacitas, riolitas.
- MIOCENO. Tms- Areniscas y conglomerados. TmV- Basaltos, andesitas, riolitas, aglomerados, tobas. Tmz- Areniscas y conglomerados volcánoclasticos con intercalaciones de tobas.
- TERCIARIO PALEOGENO. TpS- Conglomerados, areniscas, lutitas. TpV- Andesitas, riolitas, basaltos y tobas.
- TERCIARIO Indiferenciado. TV- Andesitas, riolitas, basaltos, tobas ácidas y otras rocas piroclásticas. TM- milonitas, cataclasta, esquistos. rocas piroclásticas ácidas.
- CRETACICO-TERCIARIO. KTS- Conglomerado, areniscas (capas rojas). KTV- Andesitas, riolitas y tobas. KTZ- Andesitas, tobas, calizas y areniscas. KTI- Granito, granodiorita, pórfidos, diorita. Incluye Granodiorita Pitiquito (80.9 m.a.), Granodiorita Cuitaca (64 + 3 m.a.), Batolito de Aconchi (53.1 + 1.7 m.a.), Pórfido granítico San Felipe (50 m.a.).

### MESOZOICO

- CRETACICO SUPERIOR. KsS- Areniscas, lutitas, limolitas, conglomerados, caliza. Incluye Grupo Cabullena. KsV- Andesitas, riolitas, incluye Riolita El Pinito. KsZ- Areniscas y tobas ácidas, limolitas-areniscas-calizas-tobas, tobas-andesitas-conglomerados-areniscas. Incluye Fm. El Charro. KsM- Esquistos y filitas.
- CRETACICO INFERIOR. KIS- Areniscas, limolitas, calizas, lutitas. Incluye Grupo Bisbee. (Conglomerado Glance, Fm. Morita, Caliza Mura, Fm. Cintura) y cronocorrelativas- KIV- Andesitas, aglomerados, brechas volcánicas intermedias. Incluye Fm. Tarahumara KIZ- Areniscas-dolomias-andesitas-tobas arenosas y conglomerados.
- CRETACICO Indiferenciado. KS- Lodolitas, areniscas, conglomerados, lutitas, calizas. KV- Riolitas andesitas, tobas.
- JURASICO-CRETACICO. JKS- Conglomerado, areniscas, lutitas. JKZ- Andesitas riolitas, tobas ignimbriticas y areniscas. JKM- Cuarzitas, esquistos, metasedimentos.
- JURASICO Indiferenciado. JS- Lutitas, areniscas, conglomerados, lodolitas, limolitas, calizas, ortocuarcitas. Incluye Fm. El Alamo, La Máquina y Sierra Santa Rosa. JIV- Andesitas, brechas, aglomerados andesíticos, tobas, traquitas, riolitas. Incluye Grupo Chino. JZ- Aglomerados y tobas riolíticas, basaltos, brechas volcánicas intercaladas con areniscas-lutitas-calizas-dolomias, conglomerados. Incluye Grupo Tajón. JI- Granitos. JM- Rocas metavolcánicas, cuarzitas, mármol, gneiss y esquistos. Incluye Fm. Basura y Coyotillo.
- TRIASICO-JURASICO. TRJS- Areniscas, conglomerados, calizas, lutitas, Incluye Fm. Antimonio. TRJZ- Areniscas y tobas andesíticas.
- TRIASICO. TRS- Areniscas, conglomerado, limolitas, calizas, lutitas. Incluye Grupo Barranca.
- MESOZOICO. MS- Areniscas, conglomerados, lutitas y calizas. MV- Riolitas, andesitas, tobas ácidas MZ- Andesitas y areniscas; lodolitas-basaltos-andesitas; tobas-andesitas-conglomerados-calizas y aglomerados. MI- Granito, granodiorita y diorita. MM- Gneiss, esquistos, metandesita y complejo metamórfico.

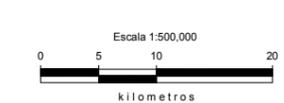
### PALEOZOICO

- CAMBRICO INFERIOR. GIS- Lutitas, calizas, ortocuarcitas, areniscas y dolomias. Incluye Fm. Cerro Prieto, Cuarcita Proveedora, Buelna, La Cienega y Puerto Blanco.
- CAMBRICO Indiferenciado. GS- Ortocuarcitas, lutitas, dolomias.
- PALEOZOICO INFERIOR. PIS- Areniscas, calizas dolomias.
- PALEOZOICO Indiferenciado. PS- Ortocuarcitas, calizas, areniscas, conglomerados y lutitas. PI (?) -Granito. PM- Mármol y esquistos.

### PRECAMBRICO

- PROTEZOICO SUPERIOR. PrsS- Dolomias, ortocuarcitas, lutitas, calizas, areniscas, conglomerados. Incluye. Fm. Papatote, Gamuzá, Pitiquito, Caborca, El Arpa, Tecolote, Clemente y el Grupo Gachupín.
- PROTEZOICO MEDIO. PrmS- Dolomias, ortocuarcitas, calizas, lutitas. PrmI- Granodiorita y granito. Incluye Granito Cananea (1.440 + 15 m.a.) Granito Aibó (1.100 + m.a.), y granito Mesterías.
- PROTEZOICO INFERIOR. Pril- Granodiorita de Hornblenda (1,700 m.a.). PrIM- Cuarzitas, gneiss, anfíbolitas (1,600 m.a.) Augen-gneiss, filitas y esquistos. Incluye Complejo Metamórfico Bamorí, Esquisto Pinal. PnC- Complejo igneo-metamórfico.
- PRECAMBRICO. pGS- Areniscas, calizas y dolomias. pGI- Granitos (Micrográfico, porfídicos), dioritas. pGM- Cuarzita, gneiss, esquistos, anfíbolitas.

ESCALA DE TIEMPO GEOLOGICO: GEOLOGICAL SOCIETY OF AMERICA, 1983.



MODIFICADO DE:  
 CARTA GEOLOGICA  
 SONORA  
 1:500,000  
 GOBIERNO DEL ESTADO DE SONORA,  
 SECRETARIA DE DESARROLLO  
 ECONOMICO Y PRODUCTIVIDAD