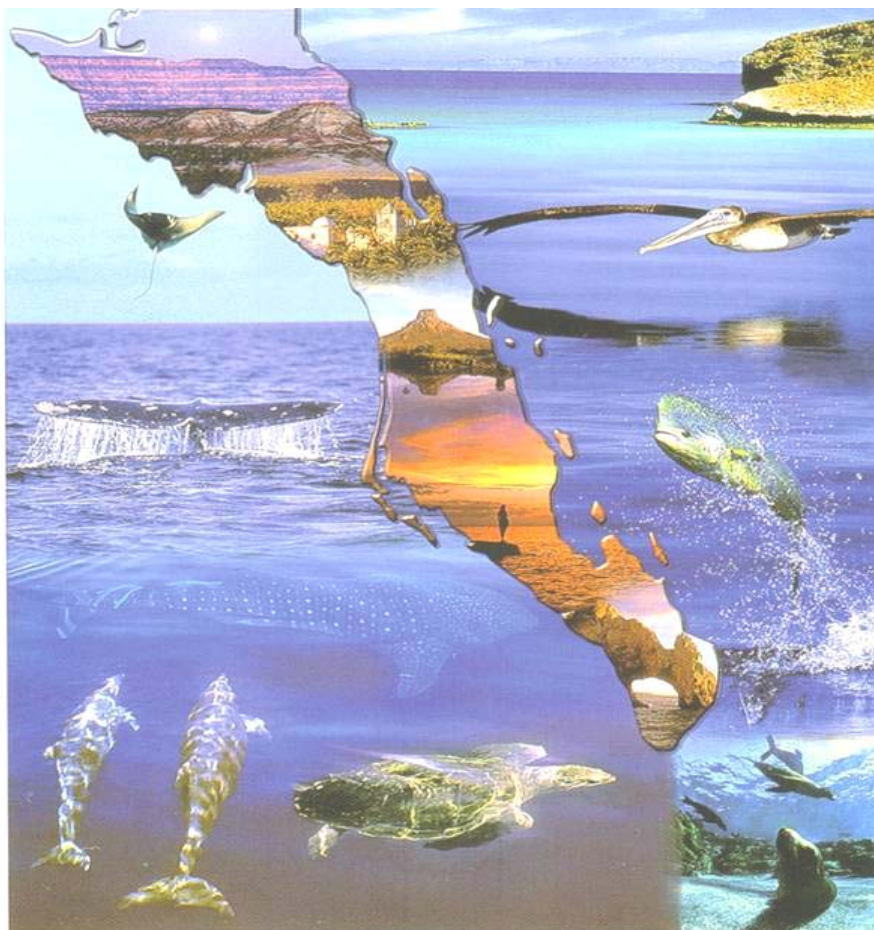




**INVENTARIO FÍSICO DE LOS RECURSOS
MINERALES EN ÁREAS DEL MUNICIPIO
DE LOS CABOS, BAJA CALIFORNIA SUR.**

**SERVICIO GEOLÓGICO MEXICANO
FIDEICOMISO DE FOMENTO MINERO**

**INVENTARIO FÍSICO DE LOS RECURSOS
MINERALES EN ÁREAS DEL MUNICIPIO DE
LOS CABOS, BAJA CALIFORNIA SUR.**

ELABORÓ: ING. DAVID ARTURO MARAVER ROMERO
PAS.PABLO HERNÁNDEZ MORALES

REVISÓ: ING. JOSÉ ANTONIO SÁNCHEZ GONZÁLEZ

SUPERVISÓ: ING. FERNANDO CASTILLO NIETO

DICIEMBRE DE 2007

I. GENERALIDADES.....	1
I.1. COBERTURA ESTATAL	1
I.1.1. Introducción	1
I.1.2. Localización y extensión.....	3
I.1.3. División municipal y población.....	4
I.1.4. Vías de comunicación y acceso	5
I.1.5. Fisiografía	8
I.1.6. Hidrografía	10
I.1.7. Marco geológico	14
I.1.7.1. Geología regional	14
I.1.8. Yacimientos minerales.....	18
II. COBERTURA MUNICIPAL.....	21
II.1. Introducción	21
II.1.2. Objetivos	21
II. 2. MEDIO FÍSICO Y GEOGRÁFICO	22
II.2.1 Localización y extensión.....	22
II.2.2. Vías de comunicación y acceso	23
II.2.3 Fisiografía	24
II.2.4 Hidrografía	26
III. MARCO GEOLÓGICO	27
III.1. Geología regional	27
III.2. Geología local.....	30
IV. LOCALIDADES MINERALES	33
IV.1. Localidades de minerales no metálicos	33
IV.2. Localidades de roca dimensionable	36
IV.3. Localidades de agregados pétreos	42
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	57
BIBLIOGRAFÍA.....	59

ANEXO I

Fichas para el inventario físico de los recursos minerales, Municipio Los Cabos, Baja California Sur.

ANEXO 2

Resultados de análisis químicos de muestras enviadas a laboratorio (Nota: Solo las muestras identificadas como LC, corresponden al Municipio de Los Cabos, en los resultados vienen mezclados con otros municipios, ya que se manejaron al enviarlos como solo un proyecto de Baja California Sur)

FIGURAS

Página

Figura 1. Mapa de localización de las áreas estudiadas en el proyecto, BCS 2006	2
Figura 2. Mapa de localización y extensión del Estado de Baja California Sur	4
Figura 3. Mapa división municipal del Estado de Baja California Sur	5
Figura 4. Mapa provincias fisiográficas, Estado de Baja California Sur	8
Figura 5. Mapa subprovincias fisiográficas, Estado de Baja California Sur	9
Figura 6. Mapa división hidrológica de México	11
Figura 7. Mapa regiones hidrográficas, Estado de Baja California Sur	12
Figura 8. Mapa provincias geológicas de la Republica Mexicana	15
Figura 9. Mapa terrenos tectoestratigráfico, de Baja California Sur	16
Figura 10. Mapa yacimientos minerales metálicos de Baja California Sur	19
Figura 11. Mapa yacimientos minerales no metálicos de Baja California Sur	20
Figura 12. Mapa de localización del Municipio de Los Cabos, Baja California Sur	23
Figura 13. Mapa principales vías de comunicación del Municipio de Los Cabos	24
Figura 14. Mapa fisiografía del Municipio de Los Cabos	25
Figura 15. Mapa hidrográfico del Municipio de Los Cabos	27
Figura 16. Mapa de localización de áreas propuestas para inventario, Segunda Etapa	59

TABLAS

Página

Tabla 1. Relación y porcentaje de superficie estudiada con respecto a superficie municipal y estatal y localidades reconocidas.....	1
Tabla 2. Distribución de localidades minerales por municipio y tipo de sustancia mineral.....	2
Tabla 3. Tabla de las principales corrientes de agua	26
Tabla 4. Tabla de localidades de minerales no metálicos	33
Tabla 5. Tabla de caracterización químico-mineralógica (análisis químico cuantitativo).....	35
Tabla 6. Tabla de evaluación cuantitativa de arcilla, Municipio de Los Cabos.....	35
Tabla 7. Tabla de localidades de roca dimensionable, Municipio de Los Cabos	36
Tabla 8. Tabla de localidades de agregados pétreos, Municipio de Los Cabos	42
Tabla 9. Tabla general de localidades visitadas en el Municipio de Los Cabos.....	55

PLANOS

Plano 1. Carta geológica, Municipio de Los Cabos, Baja California Sur. Escala 1:250,000 (en bolsa al final del texto)	
Plano 2. Carta de yacimientos minerales, Municipio de Los Cabos, Baja California Sur. Escala 1:250,000 (en bolsa al final del texto)	
Plano 3. Carta magnética, Municipio de Los Cabos, Baja California Sur. Escala 1:250,000 (en bolsa al final del texto)	

I.-GENERALIDADES

I.1 COBERTURA ESTATAL

I.1.1.- INTRODUCCIÓN

El Gobierno del Estado de Baja California Sur, a través del Secretario de Promoción y Desarrollo Económico, solicitó en el año de 2006 al Director General del Fideicomiso de Fomento Minero (FIFOMI), la realización del Inventario Físico de Recursos Minerales con el objetivo de impulsar y fortalecer el aprovechamiento de los Recursos Geológico-Mineros del estado. En este mismo año, el Director General del Fideicomiso de Fomento Minero (FIFOMI), entabló pláticas con el Director General del Servicio Geológico Mexicano, con la intención de establecer las bases de un convenio para el desarrollo del **Inventario Físico de los Recursos Minerales Municipales**, principalmente en los cinco municipios del Estado de Baja California Sur, con una superficie global de 2,000 Km², para que puedan ser promovidos los trabajos geológico mineros, con diferentes inversionistas para la explotación de los recursos resultantes (Figura 1).

Se visitaron un total de 213 localidades en los cinco municipios distribuidas de la siguiente manera: Los Cabos 25, La Paz 81, Comondú 12, Loreto 30 y Mulegé 65; en donde se estudiaron tanto los minerales metálicos, no metálicos, rocas dimensionables y agregados pétreos que conforman la superficie de las áreas estudiadas en los cinco municipios (Tabla 1 y 2), visitados para su evaluación potencial, dando a conocer sus principales características geológico económicas que los definen y cuya información queda asentada en las fichas del inventario físico, las cuales se presentan al final del texto del inventario en cada municipio.

MUNICIPIO	SUPERFICIE TOTAL DEL MPIO. (Km ²)	SUPERFICIE ESTUDIADA (Km ²)	SUPERFICIE ESTUDIADA (%)	LOCALIDADES VISITADAS
Los Cabos	3,452	500	14.4	25
La Paz	20,275	660	3.3	81
Comondú	12,547	200	1.6	12
Loreto	4,311	200	4.6	30
Mulegé	33,092	440	1.3	65
TOTAL	73,677	2,000	2.7	213

Tabla 1. Relación y porcentaje de superficie estudiada con respecto a superficie municipal y estatal y localidades reconocidas.

MUNICIPIO	MINERALES METÁLICOS	MINERALES NO METÁLICOS	ROCAS DIMENSIONABLES	AGREGADOS PÉTREOS	LOCALIDADES RECONOCIDAS
Los Cabos		2	6	17	25
La Paz	4	11	27	41	83
Comondú				12	12
Loreto		3	1	26	30
Mulegé	4	2	15	44	65
TOTAL	8	17	50	138	215

Tabla 2. Distribución de localidades minerales por municipio y tipo de sustancia mineral.

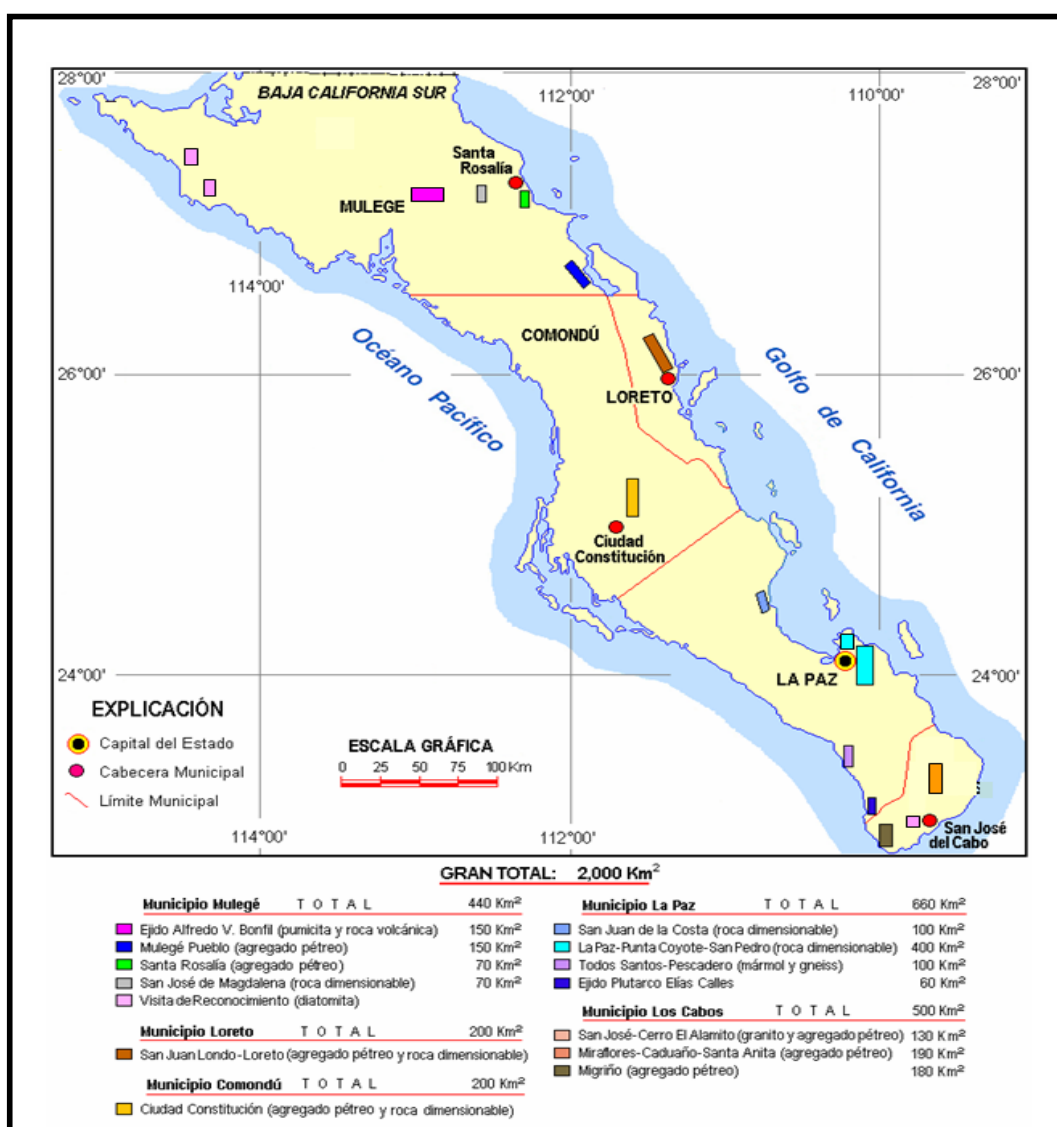


Figura 1. Mapa de localización de las áreas estudiadas en el proyecto Baja California Sur, 2006.

I.1.2.- LOCALIZACIÓN Y EXTENSIÓN

El Estado de Baja California Sur presenta un extenso litoral que ha permitido, de manera especial, el desarrollo de la actividad portuaria a través de ocho puertos marítimos relativamente importantes. La red de carreteras, caminos revestidos y de terracería, es de baja densidad debido a la gran extensión del estado, pero satisface adecuadamente las necesidades de transporte y comercio que se generan en diversos lugares de la entidad. Se cuenta, además, con tres aeropuertos de servicio nacional e internacional, tres de servicio regional y numerosos aeródromos de corto alcance.

En Baja California Sur se ha desarrollado la infraestructura necesaria para asegurar el abastecimiento de energía y agua potable a las ciudades y comunidades diseminadas en su territorio.

Los combustibles son proporcionados mediante una red de almacenaje y distribución. En suma, las características litorales, hidrográficas, climáticas y geológicas permiten el desarrollo de diversas actividades económicas, tales como marítima, turística, agrícola y minera.

El Estado de Baja California Sur está localizado al noroeste del territorio mexicano, entre las coordenadas geográficas 22° 52'17" en Cabo Falso y 28° 00'00" de latitud norte y 109° 24'47" al oriente del Cerro Los Frailes y 115° 04'53" de longitud oeste en Punta Eugenia y ocupa el sector meridional de la península de Baja California. Su extensión territorial es de 73,677 km², que representa el 3.7% de la superficie del país y coloca al estado en el decimosegundo lugar nacional.

El estado presenta una forma alargada de orientación noroeste-sureste, con un litoral de 2,200 km que constituye aproximadamente el 94% de su perímetro territorial, colindando al oriente con el Golfo de California, al occidente con el Océano Pacífico y al sur con las aguas de ambos. Su único límite continental es al norte, en la frontera con el vecino Estado de Baja California, el cual tiene una longitud aproximada de 144 km (Figura 2).

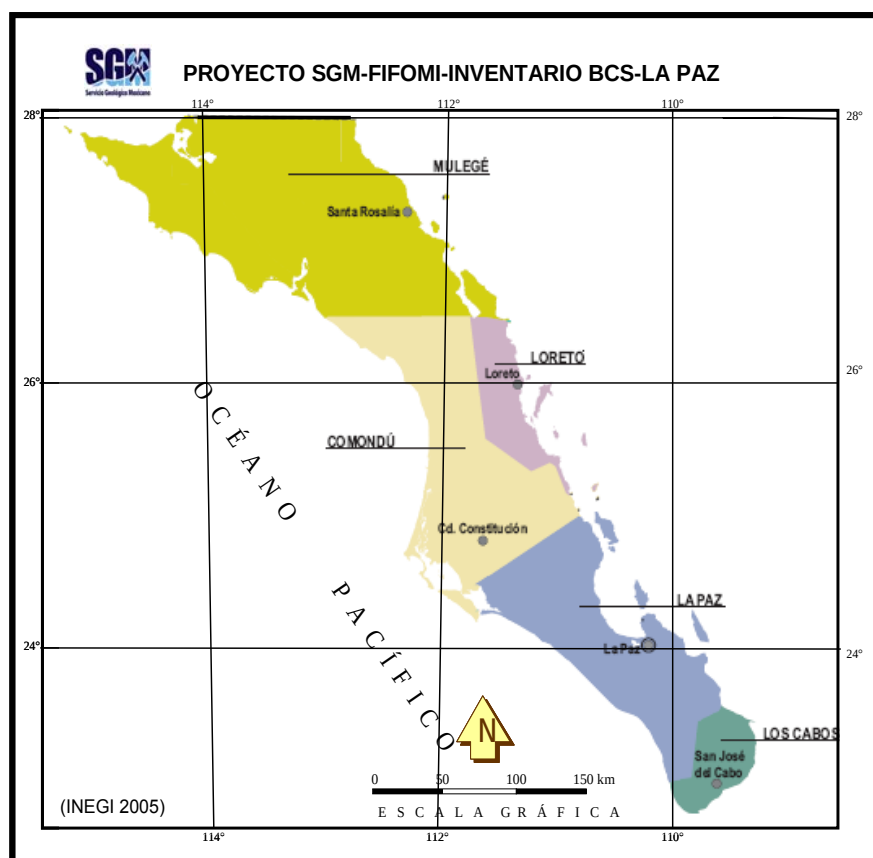


Figura 3. Mapa división municipal del Estado de Baja California Sur.

De acuerdo al INEGI (2005), la población del estado asciende a 512,170 habitantes, que corresponde apenas al 0.5% del total nacional, de los cuales 261,288 son hombres y 250,882 son mujeres. La densidad promedio de la población es de 5 habitantes por km², lo que coloca a Baja California Sur muy por debajo de la media nacional, que es de 46 personas por km². Dentro del estado, la densidad de población más alta se manifiesta en el Municipio de Los Cabos con 20.5 habitantes por km², mientras que la más baja se encuentra en Loreto, con 2.3 habitantes por km².

I.1.4.- VÍAS DE COMUNICACIÓN Y ACCESO

En los últimos treinta años, el crecimiento de la infraestructura en las vías de comunicación ha sido de una gran relevancia para el desarrollo económico y social del estado, ya que ha permitido el acceso a nuevas industrias o ha facilitado el desenvolvimiento de las ya existentes, a la vez que ha impulsado las actividades de desarrollo urbano y la concentración de los polos de población.

Baja California Sur cuenta, a pesar de su carácter insular, con sistemas de transporte terrestre, marítimo y aéreo, además de una red de telecomunicaciones, que le permiten una adecuada comunicación, tanto en su territorio, como con los demás estados de la república y el extranjero (Figura 2).

La red carretera cubre, de sur a norte, una porción significativa del territorio del estado y presenta una longitud aproximada de 6,497 km, de los cuales 1,597 km son carreteras pavimentadas, 1,898 km caminos revestidos, 719.6 km terracerías y aproximadamente 2,282 km brechas.

La carretera transpeninsular “Benito Juárez”, o carretera federal núm. 1, se extiende en la entidad desde el paralelo 28°, al noroeste de Guerrero Negro, hasta el extremo más austral donde está ubicada la población Cabo San Lucas. En su recorrido hacia el sureste, pasa por el Desierto de San Sebastián Vizcaíno, Santa Rosalía, Mulegé, Loreto y Ciudad Insurgentes, siguiendo al sur hasta San Pedro, luego al sureste hasta Buenavista, de donde continúa al sur y llega a San José del Cabo, para finalmente correr en forma paralela a la línea costera, hasta llegar a Cabo San Lucas. A esta carretera se une la mayoría de los caminos que comunican internamente a la entidad, conformando la red carretera que se muestra en la figura 2.

El transporte aéreo ha jugado un papel muy significativo en el desarrollo de las actividades económicas de la entidad, siendo en la actualidad uno de los medios más usados para trasladarse a otros estados del país.

Baja California Sur cuenta con siete aeropuertos, tres de los cuales se ubican en Los Cabos, Loreto y La Paz que prestan servicio nacional e internacional, mientras que los otros tres localizados en Guerrero Negro, Santa Rosalía, ciudad Constitución y Cabo San Lucas, atienden servicios regionales (Figura 2).

Complementan esta red 58 aeródromos, entre los que destacan los de Punta Colorado, La Purísima, San Carlos, Bahía Tortugas y Vizcaíno, la mayoría de terracería y sólo algunos están asfaltados. De estos 58 aeródromos, en la actualidad 23 están en mal estado y nueve se encuentran cerrados.

Los puertos, como vínculo para la comunicación nacional e internacional mediante el transporte de carga y pasajeros, han jugado un papel muy importante en Baja California Sur. Las características litorales del estado han impulsado la creación de diversos establecimientos portuarios, cuyos antecedentes se desprenden de la época colonial.

Existen por lo menos 16 puertos de cierta importancia en el estado, entre los que destacan por actividad comercial y, en menor proporción, por la turística los de La Paz y Santa Rosalía (principalmente de cabotaje) en el Golfo de California y el de San Carlos (de altura y cabotaje) en el Océano Pacífico. En ellos se realiza el transporte de productos e insumos para la actividad económica de los diversos sectores en la entidad.

En lo que se refiere a la actividad turística se debe destacar la importancia de los puertos de Cabo San Lucas, que según datos recientes (Administración Portuaria Integral, comunicación verbal, recibió en 2005, 125 cruceros movilizando a 9,462 pasajeros; Loreto, de cabotaje y el ya mencionado Puerto de La Paz. Los puertos que cuentan con terminales para recibir transbordadores son los siguientes: La Paz, que recibe transbordadores procedentes de Mazatlán y Topolobampo, Sinaloa, y Santa Rosalía, a donde arriban los que vienen de Guaymas, Sonora.

En los últimos años, se han efectuado grandes cambios en la estructura legal y en la organización de los puertos, que permiten su sano y eficiente crecimiento, con miras a alcanzar los niveles de competitividad exigidos por la apertura comercial y por la internacionalización de la economía mundial. La Ley de Puertos, publicada en 1993, establece lineamientos claros y sencillos para el nuevo modelo de organización del sistema portuario. Con base en este nuevo esquema de reestructuración de la administración portuaria, se creó en mayo de 1997 la Administración Portuaria Integral de Baja California Sur, S.A. de CV, (API), una sociedad mercantil a la que el Gobierno Federal le ha otorgado una concesión con vigencia de 50 años para el uso, aprovechamiento y explotación de los bienes y la prestación de servicios dentro de los recintos portuarios de La Paz, San Juan de la Costa, Pichilingue, Puerto Escondido, Santa Rosalía, Santa María, Isla San Marcos y San Carlos. En un futuro cercano se prevé incorporar los recintos portuarios de Guerrero Negro, Adolfo López Mateos, Puerto Loreto,

Mulegé y algunas zonas o puertos pesqueros y turísticos como Bahía Tortugas, Puerto Alcatraz, Puerto Cortés y varios más.

Por otra parte, cabe mencionar que para la prestación de los servicios portuarios en Cabo San Lucas, se constituyó en abril de 1997 la Administración Portuaria Integral de Baja Mantenimiento, S.A. de CV. De esta manera, en Baja California Sur se encuentran establecidas dos administraciones portuarias integrales.

1.1.5.- FISIOGRAFÍA

El Estado de Baja California Sur queda comprendido en la provincia fisiográfica de Baja California, que se extiende desde el sur de la California estadounidense hasta la región de San José del Cabo (Figura 4). En el territorio de la entidad, esta provincia se divide en la subprovincia Sierra de La Giganta y en las discontinuidades Desierto de San Sebastián Vizcaíno, Llanos de la Magdalena y Del Cabo (Figura 5).



Figura 4. Mapa provincias fisiográficas de México.

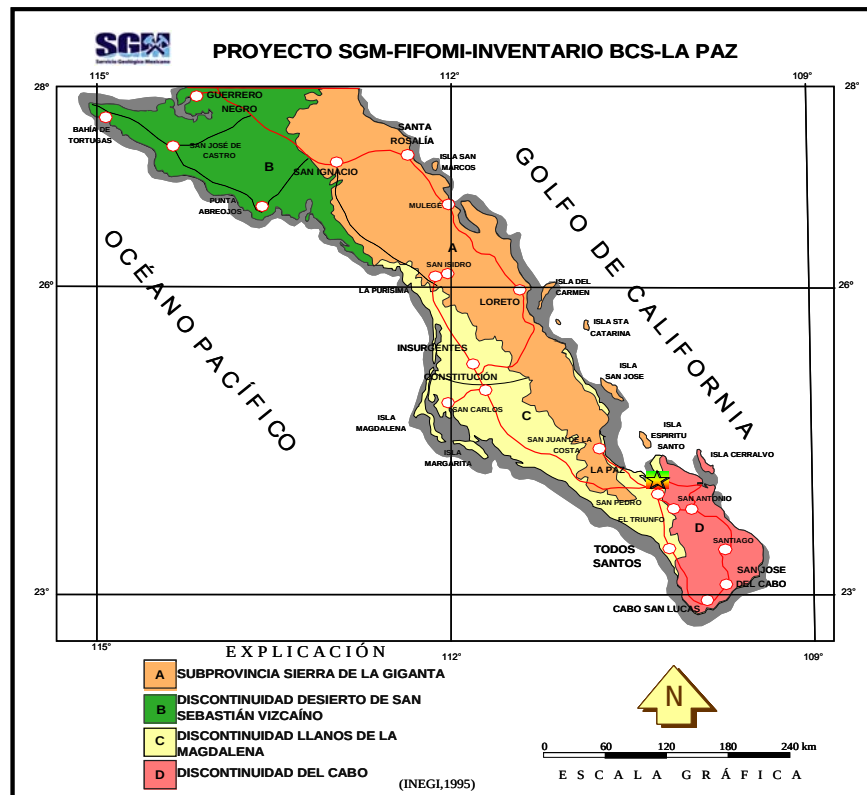


Figura 5. Mapa subprovincias fisiográficas, Estado de Baja California Sur.

Subprovincia Sierra de La Giganta

Se extiende desde el sureste de la sierra La Libertad, en el vecino Estado de Baja California, hasta un poco más al suroeste de La Paz, cubriendo una superficie de 30,785 km² que representa un poco más del 45% del territorio estatal. Esta subprovincia está representada por un sistema montañoso de orientación noroeste-sureste, que forma parte de la Cordillera Peninsular y cuyo relieve conforma sierras altas con mesetas y mesetas basálticas con cañadas (Raisz, 1962). Las montañas más elevadas se localizan al norte, alcanzando 1,920 m snmm. en el volcán de Las Tres Vírgenes, mientras que hacia el sur se observa una progresiva disminución hasta terminar en simples lomeríos.

Discontinuidad Desierto de San Sebastián Vizcaíno

Esta discontinuidad fisiográfica se ubica al noroeste de la entidad, originándose en el vecino Estado de Baja California. Su límite al sur es el Océano Pacífico. Alcanza una extensión de 15,670 km² que corresponde al 23.37% de la superficie estatal. Existe una pequeña zona montañosa al occidente de la discontinuidad

que conforma la sierra de San José de Castro, la cual está constituida por rocas metamórficas, sedimentarias e ígneas del Mesozoico y el Terciario. El Desierto de San Sebastián Vizcaíno, por su parte, se conforma principalmente de material clástico sedimentario marino y continental del Cuaternario y presenta una superficie ondulada con pocas colinas bajas y dunas del tipo de media luna (barjanes), orientadas noroeste-sureste.

Discontinuidad Llanos de la Magdalena

Se sitúa al centro-oeste del estado, conformando una depresión fisiográfica cuyos flancos, al norte y al oriente, son la subprovincia Sierra de La Giganta, al poniente y al sur el Océano Pacífico y al sureste la Discontinuidad Del Cabo. Ocupa una superficie de 16,755 km² que corresponde a 21,14% del territorio estatal. Más de la mitad de la zona costera de la discontinuidad está formada por llanuras con dunas, mientras que en los límites con la sierra, al oriente, se localizan algunas bajadas y lomeríos.

Discontinuidad del Cabo

Esta discontinuidad se extiende al sur del Trópico de Cáncer y es la parte final de la provincia, ocupando un área de 7,612 km² que corresponde a 9.79% de la superficie estatal. Se caracteriza por un conjunto de sierras que se orientan, a diferencia de la subprovincia Sierra de La Giganta, de norte a sur, desde el costado oriental de la bahía de La Paz hasta cerca de Cabo San Lucas.

I.1.6.- HIDROLOGÍA

A diferencia de otros estados del país, en Baja California Sur el agua es un recurso que cobra valor extraordinario ya que es casi nula la existencia de corrientes superficiales permanentes, debido a la escasez de lluvias y la buena permeabilidad del terreno. El Estado de Baja California Sur queda comprendida dentro de la vertiente occidental y en las siguientes regiones hidrológicas: (2) Baja California Centro-Oeste (Vizcaíno), (3) Baja California Suroeste (Magdalena), (5) Baja California Centro-Este (Santa Rosalía) y (6) Baja California Sureste (La Paz) (Figura 6). Dentro del estado, las sierras San Francisco, El Potrero, Agua Verde y La Giganta, al norte y la sierra La Laguna, al sur, definen

el parteaguas entre las vertientes del Golfo de California y la del Océano Pacífico. En la primera, las sierras se ubican en las cercanías del Golfo de California, lo que origina que esta ladera sea escarpada y angosta, con escurrimientos de régimen intermitente que presenta un patrón dendrítico y subparalelo.



Figura 6. Mapa división hidrológica de México.

En la vertiente occidental, por el contrario, la lejanía de las sierras a la línea de costa origina escurrimientos de mayor longitud, de carácter intermitente y con un patrón bien integrado de drenaje dendrítico (INEGI, 1995). El agua del subsuelo, por su parte, es un recurso de suma importancia en la entidad, cuya creciente extracción hace necesario un mejor conocimiento de su distribución subterránea. Por otro lado, la entidad cuenta con cuatro presas de almacenamiento en actividad y son para control de avenidas y recarga de acuíferos. Además, existen varias plantas desaladoras para obtener agua potable a partir de agua del mar.

Aguas Superficiales

Para una mejor comprensión de la hidrografía del Estado de Baja California Sur se consideran aquí cuatro regiones, que forman parte de las vertientes del Océano Pacífico y Golfo de California (vertiente occidental) (Figura 7).

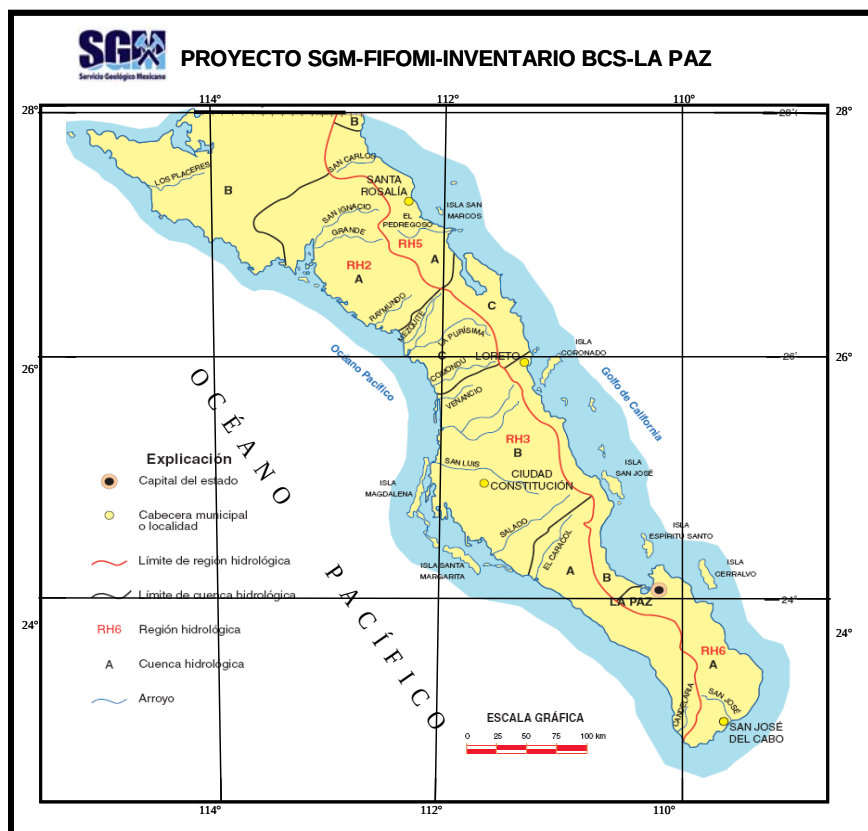


Figura 7. Mapa regiones hidrológicas, Estado de Baja California Sur.

Región Hidrológica Baja California Centro-Oeste (Vizcaíno) (RH2)

Esta región hidrológica es una de las más extensas en el territorio de Baja California Sur y abarca la porción boreal del estado, desde el paralelo 28° hasta la población de San Juanico, al sur, cubriendo una superficie de 25,892 km². Presenta dos cuencas principales: la de Laguna San Ignacio- Arroyo San Raymundo (A), al sur, y la de San Miguel-Arroyo del Vigía (B), al norte, que a su vez se subdividen en varias subcuencas. En las dos cuencas, el rango de escurrimiento es de 0 a 5% en la porción occidental costera y de 5 a 10% en la oriental. La escasa precipitación ocasiona que los escurrimientos que se forman sean de carácter torrencial y de corta longitud, que no llegan al mar.

Región Hidrológica Baja California Suroeste (Magdalena) (RH3)

Es la más extensa en la entidad con 28,470 km² y abarca desde el poblado de San Juanico hasta Cabo Falso, en la vertiente occidental, limitando al oriente con la región hidrológica RH6.

Comprende tres cuencas principales: Arroyo Caracol-Arroyo Candelaria (A), al sur; Arroyo Venancio-Arroyo Salado (B), al centro; y Arroyo Mezquital-Arroyo Comondú (C), al norte. En las tres cuencas el coeficiente mínimo de escurrimiento es de 0 a 5% para las partes topográficamente bajas y de 5 a 10% para las zonas altas. La precipitación es de tipo ciclónico- torrencial, errático y efímero, que origina corrientes intermitentes que drenan hacia el Océano Pacífico. Algunas de estas corrientes son cortas por la cercanía de los flancos de las sierras al mar y del parteaguas a la costa.

Región Hidrológica Baja California Centro Este (Santa Rosalía) (RH5)

Esta región, que ocupa la porción noreste del estado, abarca desde el paralelo 28° hasta el poblado Mulegé, cubriendo 4,927 km². Está integrada por las cuencas del Arroyo La Trinidad- Arroyo Mulegé (A) y Arroyo Santa Isabel (B). La escasa precipitación y la cercanía del parteaguas a la costa originan que las corrientes sean de régimen intermitente, de corta trayectoria y drenan hacia el Golfo de California.

Región Hidrológica Baja California Sureste (La Paz) (RH6)

Esta región se extiende desde Punta Concepción hasta Cabo San Lucas, en la estrecha vertiente que da al Golfo de California y ocupa una superficie de 11,623 km². Está integrada por varias cuencas: La Paz-Cabo San Lucas (A), Loreto-Bahía La Paz (B) y Arroyo Frijol-Arroyo San Bruno (C). Los escurrimientos que se forman son, por lo general, de corta trayectoria, de régimen intermitente y efímero. El rango de escurrimiento es de 5 a 10% en las sierras y de 0 a 5% en las zonas llanas.

Aguas Subterráneas

En el Estado de Baja California Sur existen 15 zonas de explotación de agua subterránea que ocupan una extensión aproximada de 3,666 km². De ellas, seis

están abiertas y en contacto con el Golfo de California, ocho con el Océano Pacífico y dos (Mulegé y El Triunfo-San Antonio) quedan dentro del territorio estatal (INEGI, 1996). Los acuíferos se encuentran, por lo general, en alternancias de areniscas, limolitas y conglomerados de edad terciaria y depósitos aluviales cuaternarios constituidos por arenas, gravas, limos y arcillas. La permeabilidad de estos depósitos varía de alta a media.

El agua del subsuelo se destina, esencialmente, al sector agropecuario en zonas agrícolas como los valles Desierto de Vizcaíno, San Bruno, Mulegé, San Juan Londó, Santo Domingo, La Paz-Centenario, Todos Santos-Pescadero y en menor volumen, al uso doméstico y turístico. También es utilizada para consumo pecuario en localidades pequeñas y rancherías.

Aguas Termales

En la entidad se conocen varios focos termales como los de Agua Caliente, Aguajito, La Paz, Buenavista, San Juan Londó, con temperaturas de 45° C o más. Existen, también, algunos focos con buenas perspectivas geotérmicas, como el de Las Tres Vírgenes y al NE del volcán El Azufre, en las cercanías del valle de San Bruno, actualmente en producción.

I.1.7.- MARCO GEOLÓGICO

I.1.7.1.- GEOLOGÍA REGIONAL

La provincia geológica que engloba al Estado de Baja California Sur; de acuerdo con la nueva nomenclatura de Ortega (1991), forma parte de las provincias geológicas: (32) Cuenca de Vizcaíno-Purísima, (33) Cinturón Orogénico Cedros-Vizcaíno, (34) Faja Volcánica La Giganta y el (35) Complejo Plutónico de La Paz, compuesta por rocas metamórficas, ígneas extrusivas e intrusivas y sedimentarias (Figura 8).



Figura 8. Mapa provincias geológicas de la República Mexicana.

Además la República Mexicana queda comprendida dentro de la porción sur de la cordillera norteamericana, la cual está formada por un mosaico de bloques corticales de diferente naturaleza limitados por fallas. Estos bloques se distinguen entre sí por su particular estratigrafía y arreglo estructural interno, característico de cada uno de ellos. Estos elementos fueron propuestos por Campa y Coney (1983), como “Terrenos Tectonoestratigráficos”. En el Estado de Baja California Sur, convergen los terrenos Vizcaíno, Guerrero y Guerrero-Vizcaíno (cubierta compartida volcánico-sedimentaria) (Figura 9).

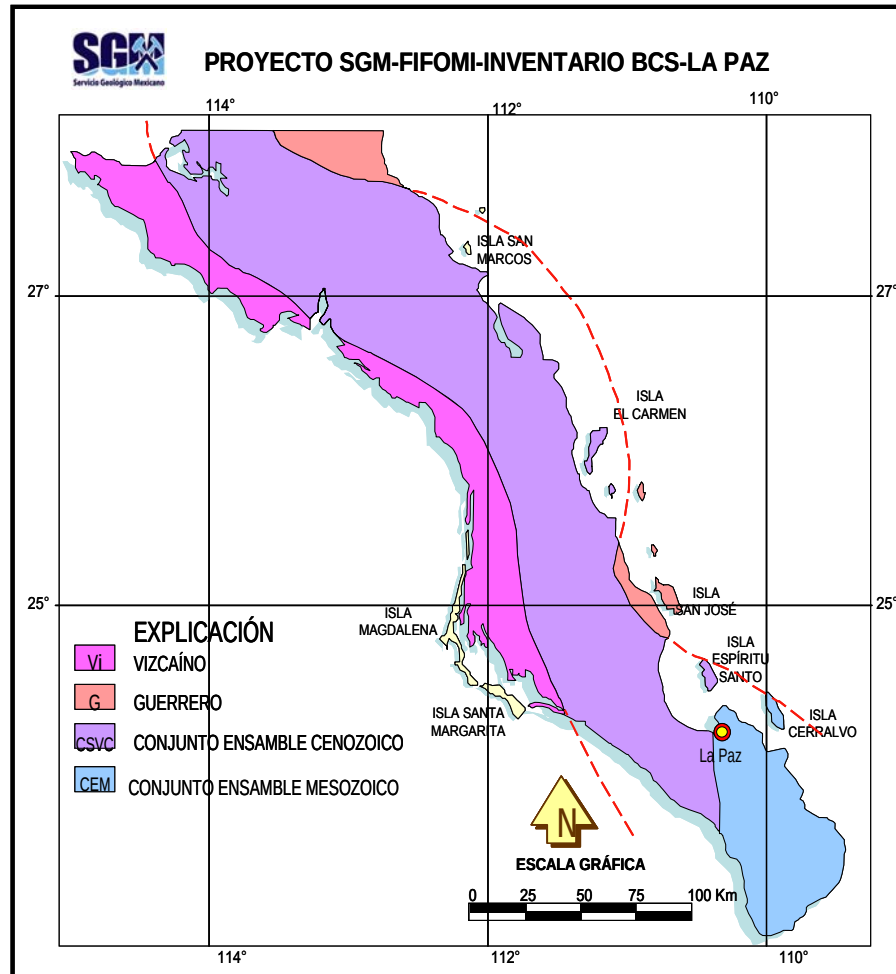


Figura 9. Mapa terrenos tectonoestratigráficos de Baja California Sur.

Al Terreno Vizcaíno, se le relacionó anteriormente como terreno Franciscan, se encuentra desde la parte norte del estado, desde la población de Bahía Tortugas hasta la isla Santa Margarita, formando un cinturón alargado de orientación NW-SE, sobre la costa del Océano Pacífico; constituida por el Melange Puerto Nuevo (TRs AF), Complejo Ofiolítico (Ji D-Ga), Fm. San Hipólito, compuesta por una alternancia de calizas y areniscas (TRsJi Cz-Ar) , granitos (Js Gr), gabros (Ks Ga), el Arco Volcánico Plutónico San Andrés-Cedros constituido por andesitas, tobas andesíticas y brechas volcánicas andesíticas (JiKi A-TA-BvA) y por las Formaciones. Eugenia con intercalaciones de lutitas, areniscas y conglomerados (JsKn Lu-Ar-Cgp), Asunción con intercalaciones de areniscas, lutitas y conglomerados (Ki Ar- Lu- Cgp) y Perforada compuesta por areniscas, lutitas y limolitas intercaladas (Ki Ar- Lu- Lm).

El Terreno Guerrero, anteriormente Terreno Alisitos, se presenta en tres localidades aisladas al norte sobre el paralelo 28°, en la isla San José y sobre la costa en áreas aledaña al poblado de Tembabiche y está constituida por parte del grupo Alisitos con andesitas y brechas volcánicas andesíticas (Kapa A-BvA) sobre la parte norte y por la Formación Los Pargos compuestas por lutitas y areniscas (JiKa Lu-Ar) al sur, en áreas aledañas al poblado de Tembabiche, y rocas sedimentarias metamorizadas, localizada en la parte sur del estado desde el istmo de La Paz hasta los Cabos, compuesto por el esquisto Julián o Formación San Telmo (TRsJm E-Mar-Ma), e intrusionadas por granito-granodiorita (Ks Gr-Gd), gabro (Ks Ga), granodiorita-tonalita (Ks Gd-Tn).

Sobre las secuencias anteriores se depositó una cubierta compuesta de sedimentos y volcanismo del Terciario con mayor cantidad de paquetes sedimentarios, que tienen su mayor auge en el Mioceno, comprendido dentro del terreno Guerrero-Vizcaíno, (cubierta compartida volcano-sedimentaria) abarca casi todo el estado desde el paralelo 28° hasta el istmo de La Paz en una franja de orientación NW-SE y está constituido por las Formaciones: Valle-Valle Salitral compuesta por intercalaciones de areniscas, limolitas y conglomerado (Ks Ar-Lm-Cgp), Tepetate-Bateque con areniscas, limolitas y conglomerados intercalados (Tpae Ar-Lm-Cgp), El Salto compuesta por areniscas y tobas riolíticas (To Ar-TR), San Gregorio con lutitas y areniscas (Tom Lu-Ar), San Isidro constituida por una alternancia de arenisca, limonita y conglomerados (Tm Ar-Lm-Cq), Comondú secuencia volcano-sedimentaria compuesta por intercalaciones de arenisca, conglomerado, tobas riolíticas y derrames de andesita, dacita y basaltos (Tom Ar-Cgp-TR, Tm Ar-A, Tm TR-Da-A, Tm Cgp-Ar y Tm B), Tortugas con areniscas y lutitas (Tm Ar-Lu), Calera con areniscas y conglomerados (Tm Ar-Cgp), Boleo con intercalaciones de arenisca, limonita y conglomerados (Tm Ar-Lm-Cgp) Almejas-Salada, Los Barriles compuesta por arenisca y limolitas (Tmpl Ar-Lm), Los Barriles-Trinidad-El Refugio alternancia de areniscas, lutitas y conglomerados (Tmpl Ar-Lu-Cgp), Gloria con areniscas y limolitas (Tpl Ar-Lm)), Infierno con arenisca y conglomerados (Tpl Ar-Cgp), El Chorro compuesta por conglomerado y arenisca (TplQpt Cgp-Ar), Santa Rosalía con arenisca y conglomerados (Ar-Cgp-Cq) y el Grupo Tres Vírgenes con tobas dacíticas, tobas riolíticas y derrames de andesita, dacita y basaltos (Qpt TDa-TR-R, Qpt A-Da, Qpt B, Qpt Pu, Qpt BvA,

Qpt A y Qpt B-A) y coronando a las secuencias anteriores en algunas zonas se tiene: conglomerados, areniscas, limolitas y coquinas (Qpt Cgp-Ar), (Qpt Cgp), (Qpt Ar-Lm), (Qpt Cq-Ar) y (Qpt Ar); así como por material residual y recientes compuestos por litoral, lacustre, eólico y aluvial (Qho li, Qho la, Qho eo y Qho al, con intrusiones de pórfidos riódacíticos (Tm PRd), pórfidos dacíticos (Tm PDa), pórfidos andesíticos Tm A, pórfidos riolíticos y tonalitas (Tm Tn).

I.1.8.- YACIMIENTOS MINERALES

Baja California Sur se ubica dentro de la provincia metalogénica de la Península de Baja California, bien definida (metálica y no metálica) la cual está asociada al marco geológico estructural y es específico para cada ambiente de depositación donde se reconocen al menos dos épocas metalogénicas que han originado diversos depósitos minerales. La primera época está relacionada con el emplazamiento de las rocas de afinidad oceánica al occidente del estado, a las que se asocian depósitos de cromita y magnesita en la península de Vizcaíno y en las islas Santa Margarita y Magdalena, y depósitos cupríferos encajonados en rocas volcánicas y plutónicas (Menchaca de la Fuente, 1986).

La segunda época metalogénica correspondería a los eventos del Terciario, asociados a los procesos tectónicos y magmáticos que intervinieron en la conformación del Golfo de California y que dieron origen a los depósitos auríferos y auroargentíferos epigenéticos de El Triunfo-San Antonio, a algunas vetas auríferas epitermales en la península de Vizcaíno, a los depósitos de manganeso de relleno de fisuras en rocas volcánicas miocénicas en la península de Concepción, a los depósitos sinsedimentarios de cobre, cobalto, manganeso y yeso en Santa Rosalía, a los depósitos de fosforita en la región central del estado y a algunas estructuras polimetálicas pequeñas al noreste de la entidad.

Por sus características geológicas Baja California Sur presenta una clara distribución de los depósitos minerales en su territorio. Los depósitos metálicos se concentran principalmente en tres regiones (Figura 10): La Paz-Los Cabos, al sur de la entidad; al oeste y noroeste de Santa Rosalía y en la sierra de San José de Castro, en la península de Vizcaíno. En la zona central del estado, entre La Purísima y La Paz, existen pocas evidencias de mineralización metálica, pero en

cambio se presenta mineralización no metálica representada por enormes depósitos de fosforita asociados principalmente a rocas sedimentarias del Eoceno.

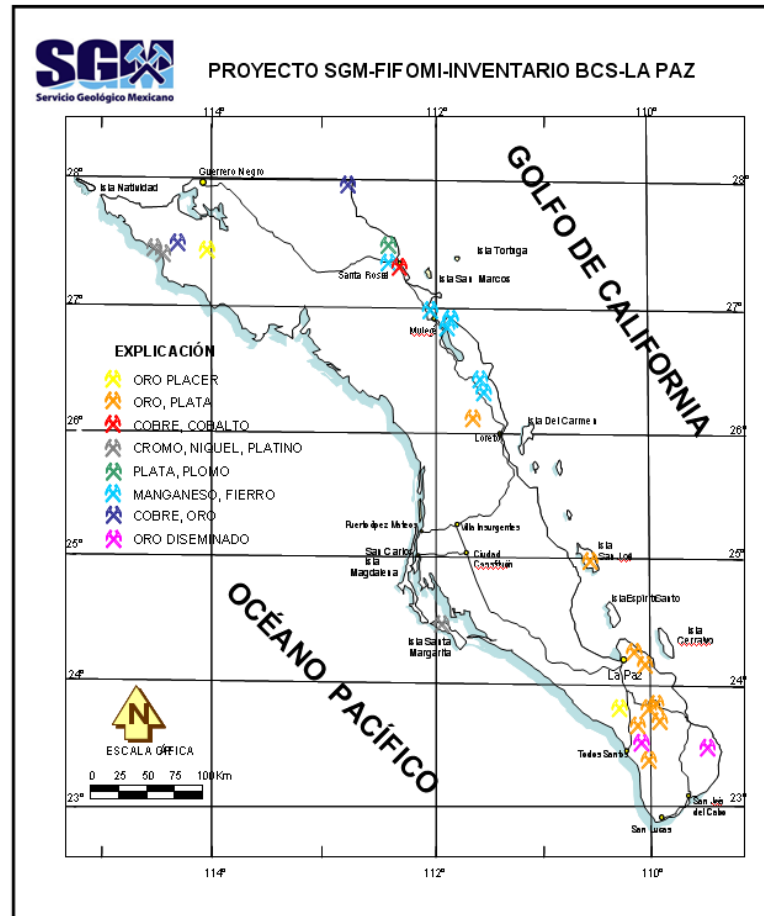


Figura 10. Mapa yacimientos minerales metálicos, Baja California Sur.

Los minerales no metálicos (Figura 11), se distribuyen en la mayor parte del territorio y constituyen en el presente el mayor potencial minero del estado, dando lugar a una importante producción de minerales como sal sódica, yeso y fosforita. En cuanto a hidrocarburos se tienen antecedentes de estudios realizados que se refieren a trabajos de Petróleos Mexicanos en 1954 y entre 1974 y 1975 llevados a cabo con la finalidad de evaluar las posibilidades petrolíferas dentro de la cuenca de Vizcaíno.

En 1975, en el estudio Evaluación Petrolífera de la Península de Baja California, el Ing. F. Lozano reconstruye la secuencia estratigráfica del área y a su vez menciona que en la depresión de Vizcaíno se localiza un bloque transversal de

naturaleza ofiolítica, contra el cual se acuñan las rocas cretácicas y las del Paleoceno. También menciona que existen posibilidades de almacenamiento de hidrocarburos en estructuras favorables.

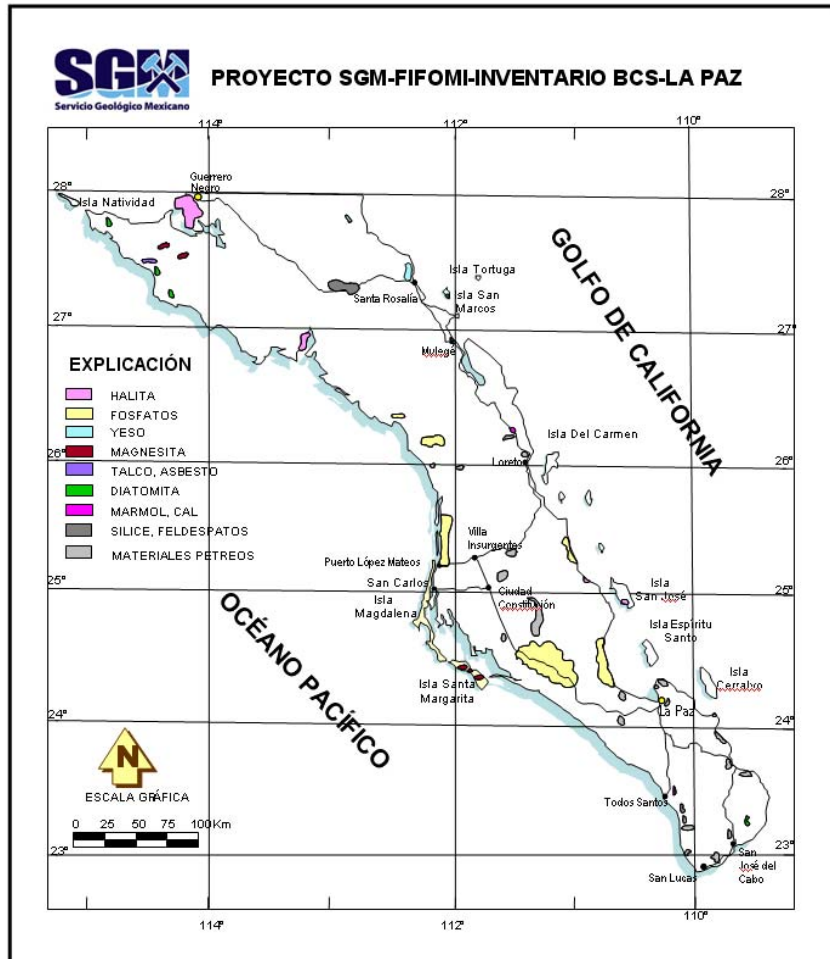


Figura 11. Mapa yacimientos minerales no metálicos, Baja California Sur.

Además existe geotermia, cuya exploración comprende las calderas La Reforma y El Aguajito, y el Volcán Las Vírgenes en producción actual.

Otros recursos que se pueden aprovechar dentro del estado son los bancos de rocas dimensionables y agregados pétreos utilizados en la construcción que se tienen sobre la mayor parte del estado, con una gran variedad de rocas sedimentarias, metamórficas y volcanoclásticas, donde se pueden aprovechar los horizontes de areniscas, coquinas arenosas y areniscas coquinoideas, bancos de arena y grava en los cauces de los arroyos o terrazas aluviales. Otras localidades corresponden a materiales piroclásticos y horizontes de basalto detectados

irregularmente en todo el estado, asimismo cuenta con horizontes tobáceos que pueden ser importantes para ser empleados dentro de la industria de la construcción como canteras. Las unidades de brechas volcánicas basálticas pueden tener cierta importancia como bancos de rocas para explotarse a diferente escala. Los depósitos de pómez que se presentan en una extensión considerable al noreste del poblado de San Ignacio. Todos estos materiales llegan a estar presentes en superficies de gran extensión y con cierta infraestructura en cuanto al acceso.

II.- COBERTURA MUNICIPAL

II.1. INTRODUCCIÓN

Es de gran importancia para el estado, contar con información geológica minera actual, con un enfoque directo a la exploración, de recursos minerales metálicos, minerales no metálicos, rocas dimensionables y agregados pétreos.

El presente inventario, corresponde al **Municipio de Los Cabos** y se realizó tomando como base la geología levantada con anterioridad por el Consejo de Recursos Minerales hoy Servicio Geológico Mexicano en el Estado de Baja California Sur, de la cual se extrajo exclusivamente la geología del municipio (ver Carta Geológica del Municipio de Los Cabos, Estado de Baja California Sur, escala 1:250,000 al final del texto) que se relacionó con la geología local observada en las visitas de los geólogos encargados de este estudio.

También se integró a los planos del actual estudio, la ubicación y descripción de las localidades, los yacimientos y prospectos levantados y mapeados anteriormente en el municipio, durante el levantamiento de la geología, para enriquecer la información de las localidades dentro del municipio, sin necesidad de levantarlas y describirlas nuevamente (ver Carta de Yacimientos Minerales del Municipio de Los Cabos, Estado de Baja California Sur, escala 1:250,000 al final del texto).

Con objeto de que la información sea completa al desarrollar estudios posteriores en algunas localidades que así lo ameriten, se incluye el levantamiento magnético realizado por el Servicio Geológico Mexicano que podrá ayudar a interpretar las

condiciones del subsuelo relacionadas con posibles yacimientos a profundidad y superficiales (ver Carta Magnética del Municipio de Los Cabos, Estado de Baja California Sur, escala 1:250,000 al final del texto).

Las áreas contempladas para desarrollar este inventario fueron (Figura 12):

San José del Cabo-Cerro El Alamito	130 km ²
Miraflores-Caduaño-Santa Anita	190 km ²
Migriño	180 km ²
Total:	500 km²

II.1.2. - OBJETIVOS

El principal objetivo del presente inventario es difundir el conocimiento de la geología y los recursos minerales del **Municipio de Los Cabos**, con el firme propósito de determinar la presencia e importancia económica de las localidades de minerales metálicos, de los minerales no metálicos, así como de las rocas dimensionables y agregados pétreos existentes, lo que debe conducir a implementar programas de infraestructura geológico-minera, que coadyuven al desarrollo del municipio y por consiguiente del estado y que ayuden a:

1. Localizar recursos minerales y roca como materia prima para la industria minera y para el desarrollo urbano.
2. Atraer inversión nacional y extranjera para elevar el nivel de vida de las comunidades en los municipios, con el desarrollo de nuevos proyectos.
3. Generar empleo para la gente local, evitando la emigración.
4. Contribuir al desarrollo de la minería social.

II. 2.- MEDIO FÍSICO Y GEOGRÁFICO

II.2.1. LOCALIZACIÓN Y EXTENSIÓN

El Municipio de Los Cabos se localiza en la porción sur del Estado de Baja California Sur. Colinda al norte con el Municipio de La Paz y el Golfo de California; al este con el Golfo de California y el Océano Pacífico; al sur con el Océano Pacífico; al oeste con el Océano Pacífico y el Municipio de La Paz. El Municipio

de Los Cabos, se encuentra ubicado geográficamente dentro de las coordenadas: 22°51' a 23°40' de latitud norte; 109°22' a 110°09' de longitud oeste. La posición geográfica de la ciudad de San José del Cabo, cabecera municipal, tomando como referencia el Palacio Municipal, está situada a los 23°03' de latitud norte y 109°42' de longitud oeste. La altura media sobre el nivel del mar en este punto es de 20.0 m. Tiene una extensión territorial de 3,452 km², equivalente al 4.6% de la superficie del estado que es de 73,677 km². En el presente trabajo se cubrieron tres áreas de localidades minerales con una superficie de 500 km² que representa el 14.4% de la superficie municipal (Figura 12 y Tabla 2).

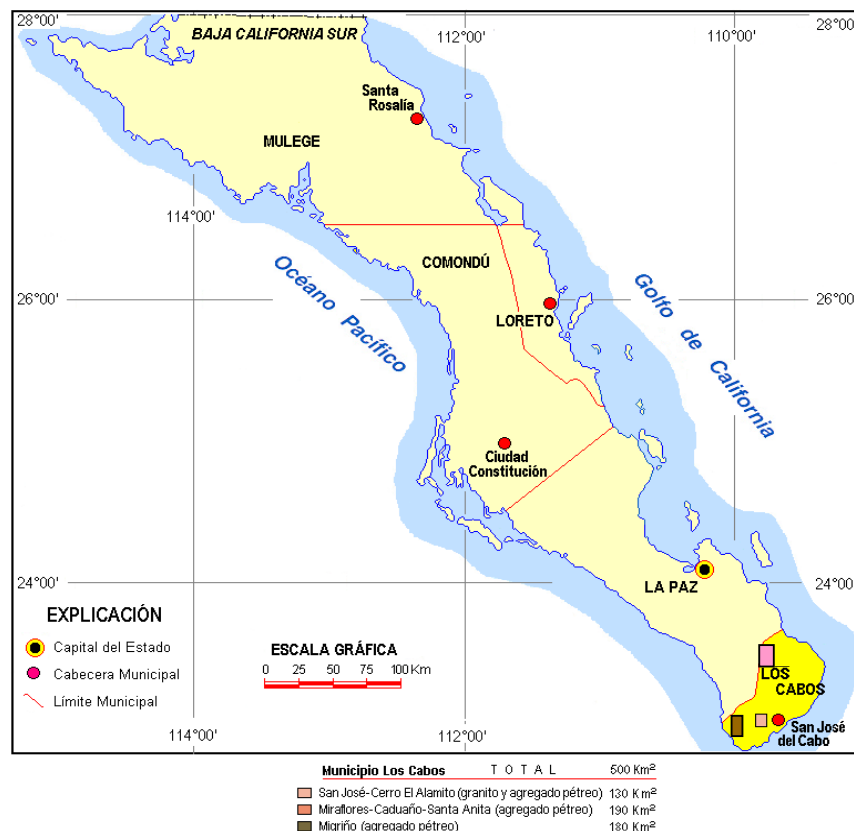


Figura 12. Mapa de localización, Municipio Los Cabos, Baja California Sur y localidades reconocidas.

II.2.2.- VÍAS DE COMUNICACIÓN Y ACCESO

El acceso se realiza por la carretera Federal No. 1 Cabo San Lucas-La Paz, ésta se bifurca a 30.0 Km de la ciudad de La Paz con el entronque de la carretera estatal No. 19 hacia Los Cabos, vía Todos Santos, la cual corre paralela a la línea de costa del Océano Pacífico pasando por los poblados de: Todos Santos, Pescadero, Plutarco Elías Calles y Migriño, mientras que la primera se localiza en

el margen oriental del Municipio de Los Cabos, y pasa por los poblados: El Triunfo, San Antonio, San Bartolo, Los Barriles, Buenavista y Las Cuevas.

Existen numerosos ramales de acceso en ambas carreteras que comunican hacia diversas rancherías de las zonas serranas, permitiendo el acceso a todos los prospectos de minerales no metálicos, así como de rocas dimensionables y agregados pétreos.

Otra forma de acceso es vía aérea mediante el aeropuerto internacional de Los Cabos. Este se localiza en línea recta a 8.0 km, al noroeste; y de la cabecera municipal de Los Cabos por carretera, a una distancia de 10.0 km. El aeropuerto comunica con las principales ciudades de la República Mexicana y algunas del extranjero. Existen también diversas aeropistas de segundo y tercer orden como las que se ubican en: Los Barriles, Punta Pescadero, Todos Santos, Los Frailes y Cabo San Lucas operando con un tráfico regional (Figura 13).

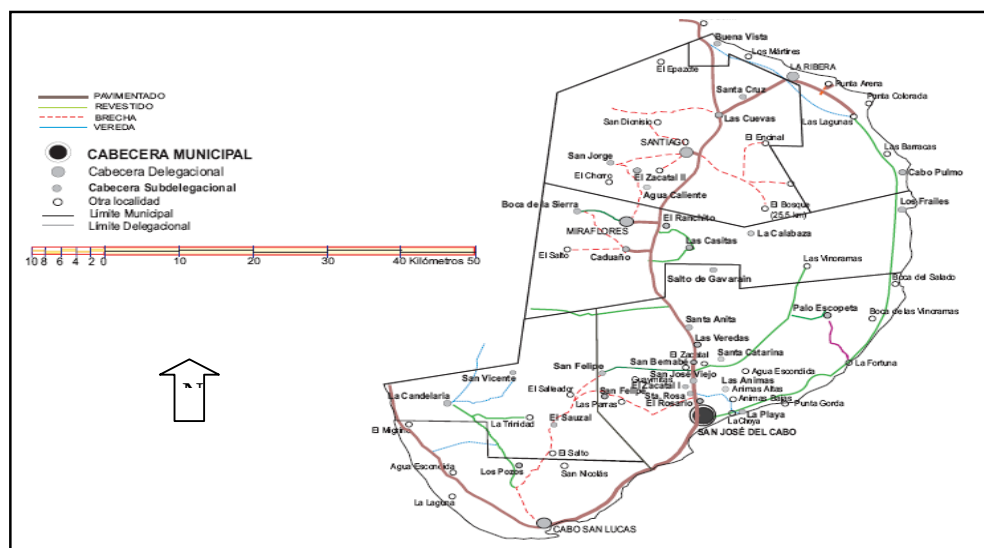


Figura 13. Mapa principales vías de comunicación del Municipio Los Cabos.

II.2.3.- FISIOGRAFÍA

Fisiográficamente el Municipio Los Cabos se ubica en la provincia de Baja California y dentro de las subprovincias Discontinuidad Llanos de la Magdalena y Discontinuidad del Cabo, en el Altiplano Meridional (Figuras 4 y 5).

El área de estudio se encuentra localizada dentro de la subprovincia fisiográfica

denominada Discontinuidad del Cabo. Esta discontinuidad se extiende al sur del Trópico de Cáncer y es la parte final de la provincia, ocupando un área de 7,612 km² que corresponde a 9.8% de la superficie estatal (Figura 14).

Las topoformas de mayor presencia en esta discontinuidad, están constituidas por una cordillera central montañosa con orientación N-S, la cual forma el espinazo de la región. Esta se bifurca al norte en dos extensiones montañosas, al norte-noroeste conocida como sierras La Trinchera y El Novillo y al norte-noreste una extensión conocida como sierra La Gata.

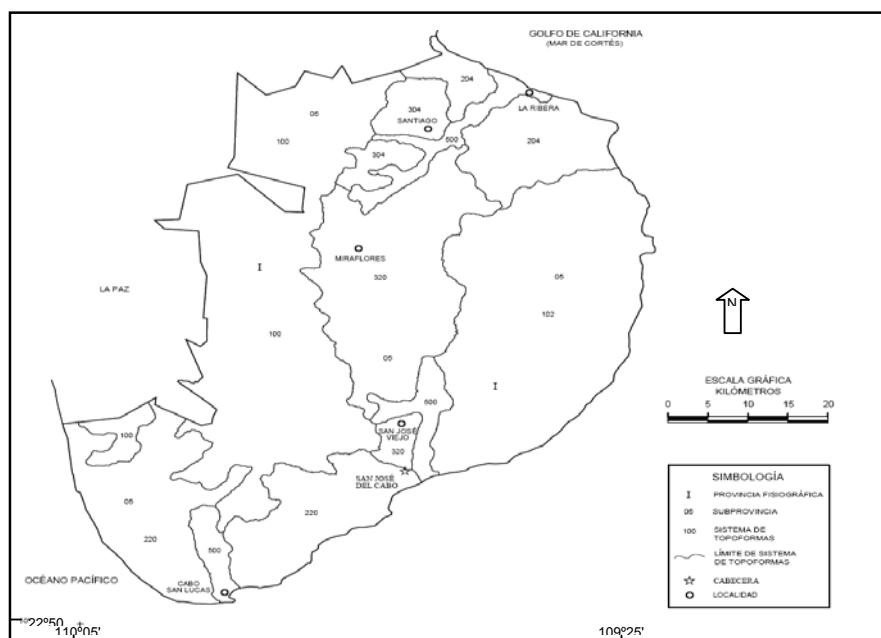


Figura 14. Mapa fisiografía del Municipio Los Cabos.

La cordillera, como se observa en varios lugares está limitada en sus flancos por márgenes rectilíneos que sugieren la presencia de fallas de alto ángulo.

Las características dominantes del Municipio Los Cabos, son sierras altas limitadas por cuencas medianamente definidas, como son: el pilar de la sierra La Laguna - La Victoria localizado en la parte central con orientación N-S; la fosa de San José del Cabo-Santiago-El Cardonal, localizado en la parte centro-oriental; el pilar de la sierra La Trinidad; el pilar sierra Los Chiles.

La topografía en la sierra La Laguna se manifiesta en profundos cañones en “v”, en los cuales, la erosión fluvial ha cortado a las rocas ígneas y granitoides

deformados, depositando enormes cantidades de sedimento areno-conglomerático, formando grandes planicies aluviales o mesas, que a su vez limitan con cuencas tectónicas a ambos lados de la sierra.

La cordillera central de La Laguna-La Victoria tiene una elevación máxima de 2,164.0 msnmm. El margen oriental cuenta con una pendiente más suave que la vertiente occidental, la cual está abruptamente cortada por un fallamiento regional de tipo normal.

La sierra La Trinidad en la porción centro oriental del área, alcanza una altitud de 800.0 msnmm. tiene una abrupta topografía, la cual ha influido junto con su naturaleza litológica y los patrones climáticos de la región a crear una red de drenaje orientada este-oeste.

II.2.4. HIDROGRAFÍA

El Municipio Los Cabos presenta las siguientes características hidrográficas: Pertenece a la Región Hidrológica Baja California Sureste (La Paz-RH6) y a la Región Hidrológica Baja California Suroeste (Magdalena-RH3) (Figura 14).

La región La Paz - RH6 se extiende desde Punta Concepción hasta Cabo San Lucas, en la estrecha vertiente que da al Golfo de California y ocupa una superficie de 11,623 km². Está integrada por varias cuencas: La Paz-Cabo San Lucas (A), Loreto-Bahía La Paz y Arroyo Frijol-Arroyo San Bruno. Los escurrimientos que se forman son, por lo general, de corta trayectoria, de régimen intermitente y efímero. El rango de escurrimiento es de 5 a 19% en las sierras y de 0 a 5% en las zonas llanas. Las principales corrientes son las que se describen a continuación (Tabla 3):

NOMBRE	UBICACIÓN	NOMBRE	UBICACIÓN
Salto de Chindo	RH3Aa	Los Pocitos	RH6Ac
El Torote	RH6Ac	Las Ardillas	RH6Ac
San José	RH6Ab	Trinidad	RH6Ac
San Lázaro	RH6Ab	El Salto	RH6Aa
La Palma	RH6Ab	San Jorge	RH6Ac
Caduaño	RH6Ab	Palo Parado	RH6Ac
Los Alamos - Las Piedras	RH6Ab	Arroyo de La Pintada	RH6Ad

Cabos, del Estado de Baja California Sur, escala 1:250,000 al final del texto).

Las rocas metamórficas, de origen sedimentario, dan origen a: metasedimentos, meta-arenisca, anfibolita, filita - pizarra, esquisto, gneis y caliza recrystalizada; de edad Cretácico. Este ambiente metamórfico, a su vez fue afectado por intrusiones de granodiorita, tonalita y granito de edad Cretácico inferior-superior, y menos frecuente por intrusiones de gabro. Estas rocas en conjunto forman parte del batolito peninsular y su presencia se debe a eventos magmáticos relacionados con el arco magmático plutónico que se desarrolló a lo largo de la margen occidental de México.

Del Paleoceno temprano al Mioceno inferior, la península formaba parte de la cuenca antearco del margen activo de esa época, se presenta un hiatos evidenciando con esto una frontera paleogeográfica de topografía positiva que evitó el depósito marino característico de las épocas Eoceno y Oligoceno. De esta manera finaliza el evento magmático y al mismo tiempo, dentro del Terciario temprano, se manifiestan a escala regional apófisis o stocks y estructuras tabulares en forma de diques, asociados a intrusiones magmáticas hipabisales con variación en su composición de: gabro, tonalita, diorita, granito, andesita, traquita, dacita, riódacita, sienita, riolita, cuarzolita, diabasa, pegmatita y aplita.

Durante el Terciario (Mioceno inferior-medio), areniscas epiclásticas se depositaron en facies distal, al mismo tiempo, se depositaron en facies media-proximal del arco volcánico (Hausback, B., 1984), tobas de riolita o ignimbrita, dacita, riolita, riódacita, y brechas volcánicas, estas rocas pertenecen a la Formación Comondú? y sobreyacen en discordancia litológica erosional a rocas graníticas y a apófisis de dacita-riolita. Poco después, en el Mioceno medio, comienza una serie de transgresiones y regresiones que se prolongan hasta el Plioceno inferior.

Para el Mioceno medio, una fuerte erosión asociada a un activo tectonismo del cuerpo batolítico de la sierra La Trinidad, provocó el depósito de abanicos aluviales. La textura, la composición y las estructuras primarias permiten interpretar a dicho ambiente de depósito continental, denominado como Formación Calera (Gutiérrez, G et al., 1997), Constituida por conglomerado polimíctico y areniscas, de un color rojizo característico en superficie,

depositándose en una burda secuencia gradacional. Se presentan sobreyaciendo en discordancia erosional a rocas graníticas del Cretácico superior.

En el Mioceno superior al Plioceno inferior se depositó la Formación Trinidad, en una secuencia transgresiva de ambientes marinos no muy profundos, constituida por intercalaciones de arenisca, limolita y lutita en estratos delgados, estas rocas sobreyacen en contacto transicional a las areniscas de la Formación Calera.

Del Plioceno temprano, al Plioceno tardío, se presenta nuevamente un período de no-depósito y/o erosión. Para el Plioceno inferior-superior temprano, se registra una etapa regresiva constituyendo el ambiente de depósito de la Formación Refugio, la cual se depositó concordantemente sobre la Formación Trinidad, la transición se ha observado tanto vertical como horizontalmente. Las rocas que conforman a esta unidad son arenisca calcárea, intercalada con lutita, fangolita y arenisca coquinoide de un característico color blanco y de un ambiente marino somero templado asociado a corrientes de turbidez en la plataforma continental.

Durante el Plioceno superior-Pleistoceno, se depositó en un ambiente continental la Formación Los Barriles, la cual sobreyace en contacto transicional concordante a la Formación Refugio, en una gradación normal de la secuencia sedimentaria. Este ambiente de depósito está constituido por una intercalación de arenisca de grano medio a grueso, conglomerado polimíctico semiconsolidado y mal clasificado, así como horizontes de limolita dislocados por microfallas. Estas rocas se depositaron en un ambiente continental producto de la erosión de rocas graníticas preexistentes.

En el Pleistoceno inferior se depositó la Formación El Chorro, sobreyaciendo a rocas más antiguas a lo largo de una discordancia angular y consiste de una intercalación de conglomerado polimíctico y arenisca, depositándose en un ambiente clásico de abanico aluvial. A fines del Pleistoceno se depositaron concordantemente sedimentos que comprenden terrazas marinas constituidas por una intercalación de arenisca limosa de grano fino a medio con abundante fauna marina y coquina semicompacta y terrazas aluviales continentales integradas por arenisca arcillosa de grano medio a grueso y con presencia de clastos de 0.30 m, producto de la erosión de rocas preexistentes. En el Holoceno se depositaron

sedimentos clásticos de un rango granulométrico muy amplio de sueltos a consolidados, mal clasificados e inmaduros, constituidos por conglomerado polimíctico, aluvión, depósitos litorales y eólicos.

III.2.- GEOLOGÍA LOCAL

La geología del área de estudio, esta representada por rocas ígneas intrusivas, secuencias sedimentarias y depósitos continentales que varían en edad del Cretácico inferior al Holoceno (ver Carta Geológica del Municipio de Los Cabos, del Estado de Baja California Sur, escala 1:250,000 al final del texto).

Granodiorita (KiGd). Esta roca varía de color blanco con motas negras y cafés a gris claro de grano fino a medio; de estructura compacta, masiva. Se desconoce el espesor de esta unidad. La edad, basada en estudios radiométricos por el método K-Ar por Frizzel, (1984), arrojaron una edad de 109 Ma.

El ambiente de esta roca es de tipo ígneo intrusivo, perteneciendo claramente a una familia granitoide de composición calcoalcalina con un porcentaje magmático de medio a alto de potasio.

Granito (KsGr). Se presentan como cuerpos intrusivos de grandes dimensiones, en forma de diques o cuerpos relativamente irregulares. La roca de esta unidad en general presenta colores claros que varían de blanco rosado a gris y verdoso claro a beige rosado a pardo amarillentos con franjas y motas negras, de grano fino a medio, estructura compacta y masiva.

Hausback (1984), basándose en dataciones de K-Ar, reporta edades para el bloque de Los Cabos de 70 a 109 Ma. Otro fechamiento realizado en granito deformado tuvo una edad de 98 ± 2 Ma (Schaaf, 2000). Estas rocas pertenecen al Batolito Peninsular y pueden ser correlacionables con rocas que afloran a todo lo largo de la península.

El ambiente en que se generó esta unidad es ígneo intrusivo a hipabisal producto de una etapa magmática de grandes dimensiones, relacionada al desarrollo de un arco magmático en el occidente de México (Sedlock et al., 1993).

Formación Trinidad Mioceno superior-Plioceno inferior (Tmpl Ar-Lu). La Formación Trinidad está dividida en tres facies: basal, media y superior. La facies basal esta constituida por arenisca cuarzosa, intercalada con limolita y lutita. Esta facies también presenta gran cantidad de fósiles de gasterópodos y pelecípodos; así como restos de planta y delgadas capas de caliza, conteniendo pequeñas comunidades de ostras y mejillones.

La facies media sobreyace concordantemente a la facies basal y es una secuencia alternante que gradada de arenisca fina a capas de limolita y lutita en estratos delgados así como horizontes de diatomita, ocasionalmente arenisca limosa aparece en la parte alta de esta facies. Contiene fósiles principalmente huesos de ballena.

La facies superior está caracterizada por una secuencia de arenisca cuarzosa, también exhibe capas masivas de arenisca y en menor proporción de limolita presentando restos de plantas (mangles). Esta formación presenta cambios litológicos verticales y horizontales. Se presenta con un espesor de 400 m (Martínez Gutiérrez y Sethi 1997).

La Formación Trinidad sobreyace en contacto transicional a la Formación Calera y subyace en contacto concordante y en ciertas localidades se presenta en interdigitación con la Formación Refugio. Martínez Gutiérrez y Sethi 1997, le asignan una edad del Mioceno superior-Plioceno inferior.

La litología y la asociación de fósiles indican que la facies basal, media y superior de la Formación Trinidad fueron depositadas en ambientes diferentes. En conclusión la Formación Trinidad se depositó en una cuenca tectónicamente activa durante el Mioceno superior-Plioceno inferior y la litología y la asociación de fósiles indican una transgresión desde ambientes intermareales hasta la de una plataforma interna.

Formación Refugio Plioceno inferior temprano-superior temprano (Tmpl-Ar-Cq). Esta formación se caracteriza por una arenisca de grano medio a grueso interestratificada con horizontes de caliza y lutita. Presenta gradación normal y hacia la cima escasean los fósiles. Diferentes espesores se han reportado para esta formación: Pantoja-Alor y Carrillo-Bravo (1966), reportan un espesor de 80 m.

McCloy (1984), reporta un espesor de 280 m, Gaytan (1986) un espesor de 360 m. y Gutiérrez-Sethi (1997), reporta un espesor de 360 m. La Formación Refugio se depositó como una secuencia regresiva, conteniendo abundancia de fósiles (gasterópodos, pelecípodos, artrópodos y vertebrados marinos). En general, esta fauna y la litología indican un ambiente de depósito marino somero templado, la granulometría indica altos rangos de energía probablemente asociados a corrientes de turbidez en la plataforma continental.

Formación El Chorro Pleistoceno (Qpt Cgp-Ar). Está compuesta por una secuencia continental constituida por conglomerado y arenisca. El conglomerado está concentrado cerca de la base y raramente intercalado con la arenisca.

Son producto de la erosión de rocas preexistentes conteniendo aproximadamente un 80% de roca granítica, 10% de roca granítica deformada, 5% de pórfido riolítico y 5% de otras rocas. La arenisca es arcillosa, de grano fino a muy grueso, en parte se presenta gravillenta a conglomerática. Se presenta con un espesor aproximado de 80 m, Gaitán, 1986 y Gutiérrez-Sethi, 1997, determina que esta unidad presenta un espesor de 150 m.

La Formación El Chorro sobreyace a rocas preexistentes más antiguas a lo largo de una discordancia angular. Se le asigna una edad del Pleistoceno debido a su relación de campo y por su composición litológica. Esta formación se depositó en un ambiente clásico de depósito aluvial.

Depósitos Recientes Cuaternario Holoceno (Qho Cgp, Qhoal). Consisten de conglomerado polimíctico y aluvión. Estos depósitos comprenden a sedimentos clásticos de un rango granulométrico muy amplio, de semiconsolidados a consolidados, mal clasificados e inmaduros. El conglomerado polimíctico (Qho Cgp) aparece en terrazas, semiconsolidadas y que en ciertas localidades se presenta fuertemente cementado por caliche,

Los depósitos aluviales (Qhoal), se distribuyen sobre los cauces de los arroyos y en las cuencas amplias cercanas a las sierras, consisten de arena arcillosa y limo bien a mal clasificados, ya que varían de limo-arena-grava y comúnmente con clastos que en ocasiones son mayores de 1.0 m.

El material de los depósitos aluviales proviene de rocas más antiguas, específicamente de rocas graníticas. Su espesor varía y puede alcanzar pocos metros en los arroyos principales, así como rellenando los valles o en las desembocaduras de los grandes arroyos como San Lázaro, El Tule, Caduaño, San Jorge y Migriño; cubren discordantemente a rocas más antiguas y son sedimentos recientes ya que representan el último evento de depositación.

IV. LOCALIDADES MINERALES

En el desarrollo de este inventario se identificaron **25 localidades** con interés geológico-minero, de las cuales 2 son de minerales no metálicos, 6 de roca dimensionable y 17 de agregados pétreos. (Carta de Yacimientos Minerales, Municipio de Los Cabos, escala 1:250,000 al final del texto).

IV.1. LOCALIDADES DE MINERALES NO METÁLICOS

Se detectaron dos localidades solamente, las que corresponden a bancos de arcilla (Tabla 4).

Clave	Nombre	Sustancia	Alteración	Origen	Potencial (m ³)
LC-018	El Guajal	Arcilla	Ninguna	Sedimentario	45,000
LC-020	Los Difuntos	Arcilla	Ninguna	Sedimentario	28,000
				Total	73,000

Tabla 4. Localidades de Minerales No Metálicos.

Localidad **El Guajal, LC-018**, (Prospecto de Arcilla); se localiza a 32.6 km en línea recta al N 72° W de la cabecera municipal. Está constituida por un banco de arcilla areno-limosa de color roja producto de la alteración de minerales de fierro, con presencia de grava de rocas graníticas y metamórficas. Se presenta cubriendo a rocas graníticas sobre sus partes bajas. Presenta una longitud de 300 m por un ancho de 200 m y con un espesor de 0.75 m, para un **volumen potencial de 45,000 m³**. Estas arcillas se pueden utilizar en la elaboración de ladrillos, adobes, revestimiento de caminos vecinales mezclado con arena (Fotografía 1).



Fotografía 1. Banco de arcilla para la elaboración de adobes y ladrillos.

Localidad **Los Difuntos, LC-020**, (Prospecto-Arcilla); se localiza a 32.6 km en línea recta al N 70° W de la cabecera municipal. Esta compuesta por un banco de arcilla arenosa, de color café rojiza, con presencia de grava y arena gruesa. Se presenta cubriendo a rocas graníticas sobre sus partes bajas, las extensiones son grandes pero zonales, algunas pueden llegar a medir unos metros y con un espesor promedio de 0.80 m, pero se pueden observar mayores de 1.0 m, (Fotografía 2).



Fotografía 2. Banco de arcilla para fabricación de adobes y ladrillos.

Tiene unas dimensiones de 350 m de largo, por 100 m de ancho y un espesor de 0.80 m, para un **volumen potencial de 28,000 m³**. Estas son utilizadas en la fabricación de ladrillos, adobes, revestimiento de caminos vecinales mezclado con

arena y en pequeña escala, en las comunidades, en la elaboración de artesanías. Se envió una muestra para realizarle pruebas para caracterización de arcillas. La muestra fue clasificada como cuarzo (α -SiO₂) con impurezas de illita K(Al, Mg)₃Si₃AlO₁₀(OH)₂, caolinita Al₂Si₂O₅, plagioclasa (Na, Ca (Si, Al)₄O₈, titanita CaTiSiO₅, hematita (Fe₂O₃) y biotita K(Fe,Mg)₃AlSi₃O₁₀(OH)₂. Su posible aplicación puede ser en la fabricación de ladrillos ya que las impurezas encontradas en la muestra tienen propiedades arcillosas. La muestra evaluada reporta resultados interesantes los cuales podrían mejorar mediante aplicaciones técnicas de beneficio como clasificación, elutriación y separación magnética. La sílice se usa como fundente en numerosos procesos. Se sugiere analizar químicamente por titanio, ya que se registro en el estudio de rayos-x, con un rango de 1-10% de titanita (Tabla 5 y 6).

Muestra No.	Al ₂ O ₃ ^a	Na ₂ O ^a	Fe ₂ O ₃ ^a	K ₂ O ^a	MgO ^a	CaO ^c	SiO ₂ ^b	PxC ^b
LC-020	14.511	0.6551	5.304	1.818	0.745	0.753	66.319	6.08

a- Análisis por Espectrofotometría de Absorción Atómica. b- Análisis por Gravimetría en Vía Húmeda.

c- Análisis por Volumetría

Tabla 5. Tabla de caracterización químico-mineralógica (análisis químico cuantitativo)

Propiedades	LC-020
Color	Café
Atterberg	23.1
Plasticidad	Alta
Trabajabilidad	Alta
Arenosidad	Media
Hinchamiento	Medio
Tixotropía	Medio
Pegajosidad	Media
Tersura	Media
No. Briquetas	6

Tabla 6. Tabla de evaluación cualitativa de arcillas.

Atterberg.- Es el por ciento de agua que necesita una arcilla para llegar a su punto Plástico.

Plasticidad.- Este es una consecuencia del Atterberg y es un concepto subjetivo.

Trabajabilidad.- Capacidad de modelado de una arcilla.

Arenosidad.- Es la cantidad de arenas.

Tixotropía.- Es la propiedad de algunas arcillas de segregar agua cuando son trabajadas.

Pegajosidad.- Cuando el material es muy pegajoso este impide ser trabajado.

Hinchamiento.- Es la propiedad de algunas arcillas de aumentar su volumen cuando se le adiciona agua.

Tersura.- Es la ausencia o presencia de impurezas de tamaño de partícula tangible.

Desleído.- Es el tiempo en disgregar un cuerpo sólido en un líquido

IV.2. LOCALIDADES DE ROCA DIMENSIONABLE

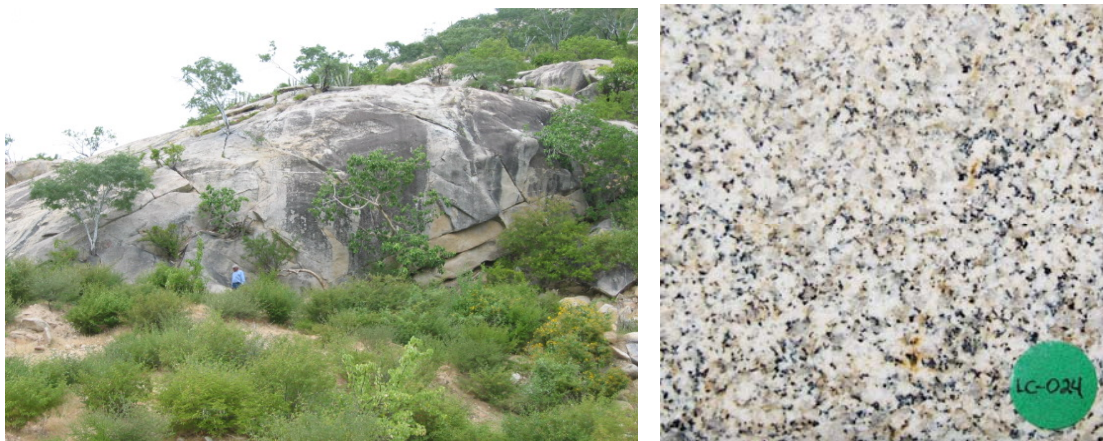
Se visitaron un total de seis localidades constituidas por granitos (Tabla 7).

Clave	Nombre	Sustancia	Alteración	Origen	Potencial (m ³)
LC-024	La Ballena	Granito	Ninguna	Intrusivo	900'000,000
LC-023	La Pradera	Granito	Ninguna	Intrusivo	200'000,000
LC-001	El Alamito	Granito	Ninguna	Intrusivo	160'000,000
LC-015	Cerro La Ascensión	Granito	Ninguna	Intrusivo	36'000,000
LC-016	La Palmillita	Granito	Ninguna	Intrusivo	28'800,000
LC-007	Cajón de Yeneka	Granito	Ninguna	Intrusivo	1'250,000
				Total	1,326'050,000

Tabla 7. Tabla de localidades de roca dimensionable.

Localidad **La Ballena, LC-024**, (Prospecto-Granito); se localiza a 11.2 km en línea recta al N 50° W de la cabecera municipal. Constituida por granito de color beige a blanco de grano fino, estructura compacta y textura equigranular, se presenta fracturado pero siguiendo sus planos de fracturamiento se pueden obtener bloques de buenas dimensiones para su explotación. Se presenta con una longitud de 3,000 m, ancho de 1,500 m y un espesor de 200 m, para un **volumen potencial de 900'000,000 m³**. Se envió una muestra a laboratorio para mosaico y pruebas físicas. En esta muestra no fue posible realizar el prisma, debido a la insuficiencia del volumen de roca y únicamente se evaluaron para grava, sin embargo, ya que son del mismo tipo de roca de las localidades LC-007 y LC-016 y que comparten sus propiedades tanto físicas como químicas, estas también

podrían ser utilizadas en la construcción, en fachadas, pisos, bardas y muros de contención. Respecto a la evaluación granulométrica para la producción de grava, tenemos que la roca presenta cierto grado de dureza al ser triturada; motivo por el cual, producen partículas angulosas (en forma de aguja) lo cual les impide a ser utilizadas para tal fin, sin embargo, son utilizadas en la producción de gravas ya que no son selectivos al explotar el banco, (Fotografías 3 y 4).



Fotografías 3 y 4. Afloramiento y sección pulida de granito, localidad La Ballena.

Localidad **La Pradera, LC-023**, (Activo-Granito); se ubica a 10.2 km en línea recta al N 53° W de la cabecera municipal. Compuesta por granito de color blanco, de grano fino, estructura compacta y textura equigranular, se presenta fracturado pero, siguiendo sus planos de fracturamiento se pueden obtener bloques de buenas dimensiones para su explotación. Actualmente este banco es explotado para obtener bloques para la construcción de diques en la marina de Cabo San Lucas. Reúne todas las características para su explotación como roca dimensionable. Se presenta con una longitud de 1,000 m, un ancho de 1,000 m y un espesor de 200 m, para un **volumen potencial de 200'000,000 m³**. Se envió una muestra a laboratorio para mosaico y pruebas físicas. En esta muestra no fue posible realizar el prisma, debido a la insuficiencia del volumen de roca y únicamente se evaluaron para grava, sin embargo, ya que son del mismo tipo de roca de las localidades LC-007 y LC-016 y que comparten sus propiedades tanto físicas como químicas, estas también podrían ser utilizadas en la construcción, en fachadas, pisos, bardas y muros de contención. Respecto a la evaluación granulométrica para la producción de grava, tenemos que la roca presenta cierto

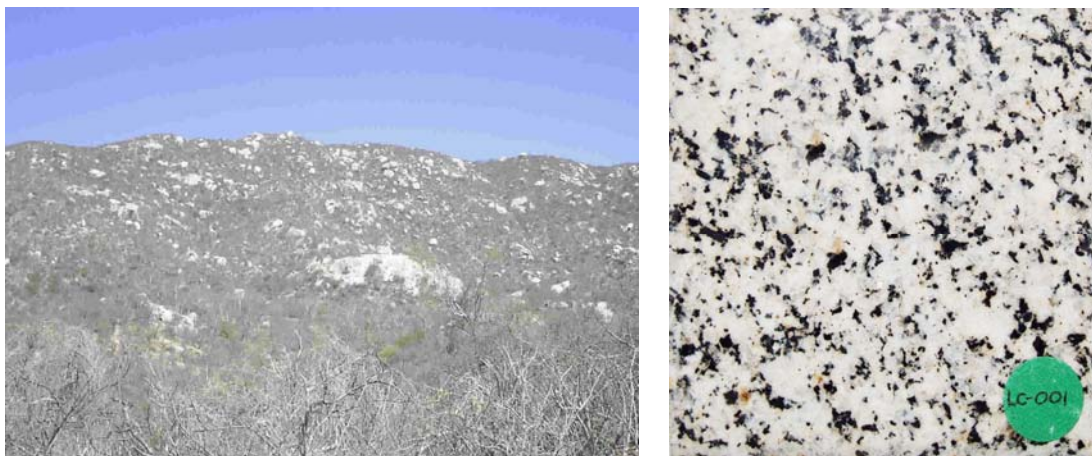
grado de dureza al ser triturada; motivo por el cual, producen partículas angulosas (en forma de aguja) lo cual les impide a ser utilizadas para tal fin, sin embargo, son utilizadas en la producción de gravas ya que no son selectivos al explotar el banco. (Fotografías 5 y 6).



Fotografías 5 y 6. Bloque y sección pulida de granito, localidad La Pradera.

Localidad **El Alamito, LC-001**, (Prospecto-Granito); se localiza a 10.2 Km en línea recta al N 02° W de la cabecera municipal. Constituida por granito de color blanco, de estructura compacta y textura equigranular, aunque no se observa un afloramiento bien expuesto, éste se puede explotar, ya sea por los bloques sueltos que llegan a medir más de 5x3 m y que al irse explotando estos, quitando la roca intemperizada hasta llegar a la roca sana para conocer su comportamiento a profundidad y así explotar el banco por bloques obtenidos de la roca sana. Se presenta con una longitud de 4,000 m con un ancho de 4,000 m y un espesor de 10 m, dando un **volumen potencial de 160'000,000 m³**. Se puede utilizar en fachadas, pisos, bardas y muros de contención. En esta muestra no fue posible realizar el prisma, debido a la insuficiencia del volumen de roca y únicamente se evaluaron para grava, sin embargo, ya que son del mismo tipo de roca de las localidades LC-007 y LC-016 y que comparten sus propiedades tanto físicas como químicas, estas también podrían ser utilizadas en la construcción, en fachadas, pisos, bardas y muros de contención. Respecto a la evaluación granulométrica para la producción de grava, tenemos que la muestra presento cierto grado de dureza al ser triturada; motivo por el cual, producen partículas

angulosas (en forma de aguja) lo cual les impide a ser utilizadas para tal fin, sin embargo, son utilizadas en la producción de gravas ya que no son selectivos al explotar el banco. Por sus características naturales (química-mineralógica), pueden ser utilizadas en la industria de la construcción (revestimiento de interiores y exteriores), en la cerámica (por su contenido de cuarzo y feldespato. (Fotografías 7 y 8).



Fotografías 7 y 8. Panorámica y sección pulida de granito, localidad El Alamito

Localidad **Cerro La Ascensión, LC-015**, (Prospecto-Granito); se localiza a 11.5 km en línea recta al N 20° W, de la cabecera municipal. Es un granito de color blanco rosado, de estructura compacta y textura equigranular, esta localidad se presenta igual a la localidad LC-001, que al parecer lo interesante de este banco es la explotación de bloques mayores de 5x3 m hasta llegar a la roca sana y así conocer su comportamiento para la obtención de bloques dimensionables para su explotación. Tiene una longitud de 1000 m, un ancho de 300 m y un espesor de 120 m para un **volumen potencial de 36'000,000 m³**, se puede utilizar para fachadas, pisos, bardas, muros de contención. En esta muestra no fue posible realizar el prisma, debido a la insuficiencia del volumen de roca y únicamente se evaluaron para grava, sin embargo, ya que son del mismo tipo de roca de las localidades LC-007 y LC-016 estas también podrían ser utilizadas en la construcción. Respecto a la evaluación granulométrica para la producción de grava, tenemos que la muestra presento cierto grado de dureza al ser triturada; motivo por el cual, producen partículas angulosas (en forma de aguja) lo cual les impide a ser utilizadas para tal fin, sin embargo, son utilizadas en la producción de

gravas ya que no son selectivos al explotar el banco. Por sus características naturales (química-mineralógica), pueden ser utilizadas en la industria de la construcción (revestimiento de interiores y exteriores), en la cerámica (por su contenido de cuarzo y feldespato, (Fotografías 9 y 10).



Fotografías 9 y 10. Afloramiento y sección pulida de granito, localidad cerro La Ascensión.

Localidad **La Palmillita, LC-016**, (Prospecto-Granito); Se ubica a 9.2 km en línea recta al N 10° W, de la cabecera municipal. Compuesta por granito de color blanco rosado, de estructura compacta y textura equigranular. Se presenta con una longitud de 800 m y un ancho de 300 m y un espesor de 120 m, para un **volumen potencial de 28'800,000 m³**, que igual que las localidades anteriores se presenta de la misma manera y podrán ser utilizadas en pisos fachadas, bardas, muros de protección. La muestra fue preparada y cortada en prisma de $130.07 \pm 2.81 \text{ cm}^3$, peso específico de 2.6, absorción de agua 0.18%, resistencia a la compresión 924.4 kg/cm^2 , sanidad 72 h calidad aceptable y la resistencia a la compresión después de sanidad es de 784.2 kg/cm^2 . La muestra cumple con todas las especificaciones de las normas ASTM-C-503 y ASTM-C-568 y que por su elevada resistencia mecánica puede ser utilizada en mampostería, acabados arquitectónicos de construcción. Respecto a la evaluación granulométrica para la producción de grava, tenemos que la muestra presento cierto grado de dureza al ser triturada; motivo por el cual, producen partículas angulosas (en forma de aguja) lo cual les impide a ser utilizadas para tal fin, sin embargo, son utilizadas en la producción de gravas ya que no son selectivos al explotar el banco. Por sus

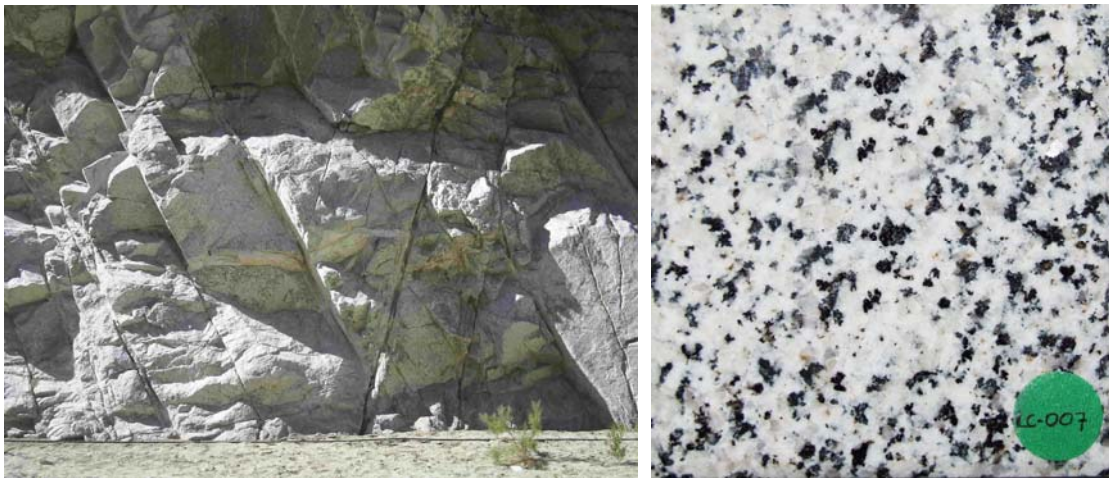
características naturales (química-mineralógica), pueden ser utilizadas en la industria de la construcción (revestimiento de interiores y exteriores), en la cerámica (por su contenido de cuarzo y feldespato. (Fotografías 11 y 12).



Fotografías 11 y 12. Afloramiento y sección pulida de granito, La Palmillita.

Localidad **Cajón de Yeneka, LC-007**, (Prospecto-Granito); se localiza a 24 km en línea recta al N 61° W, de la cabecera municipal. Está compuesta por granito de color blanco, de estructura muy compacta y textura equigranular, presentando fracturamiento en dos direcciones y que siguiendo sus planos se podrán obtener bloques dimensionables para su explotación. Se presenta con una longitud de 250 m, un ancho de 200 m y un espesor de 25 m. con un **potencial de 1'250,000 m³**, se puede utilizar en fachadas, pisos, bardas y muros de contención. Se recolecto una muestra para realizarle pruebas físicas e intemperismo. La muestra fue preparada y cortada en prisma de $130.07 \pm 2.81 \text{ cm}^3$, peso específico de 2.68, absorción de agua 0.17%, resistencia a la compresión $1,516.0 \text{ kg/cm}^2$, sanidad 72 h calidad aceptable y la resistencia a la compresión después de sanidad es de 1177.0 kg/cm^2 . La muestra cumple con todas las especificaciones de las normas ASTM-C-503 y ASTM-C-568 y que por su elevada resistencia mecánica puede ser utilizada en mampostería, acabados arquitectónicos de construcción. Respecto a la evaluación granulométrica para la producción de grava, tenemos que la muestra presento cierto grado de dureza al ser triturada; motivo por el cual, producen partículas angulosas (en forma de aguja) lo cual les impide a ser utilizadas para tal fin, sin embargo, son utilizadas en la producción de gravas ya que no son

selectivos al explotar el banco. Por sus características naturales (química-mineralógica), pueden ser utilizadas en la industria de la construcción (revestimiento de interiores y exteriores), en la cerámica (por su contenido de cuarzo y feldespato). La calidad de corte es buena, aristas sanas, superficie porosa. Falla por explosión, no hubo evidencia de núcleo y se produjo un estruendo al efectuar la prueba de compresión, existió proyección de fragmentos, y hubo productos de de fracturas irregular. (Fotografías 13 y 14).



Fotografías 13 y 14. Afloramiento y sección pulida de granito, localidad Cajón de Yeneka.

IV.3. LOCALIDADES DE AGREGADOS PÉTREOS.

Se visitaron 17 localidades de agregados pétreos de grava, arena, grava-arena y arena-grava (Tabla 8):

Clave	Nombre	Sustancia	Alteración	Origen	Potencial (m ³)
LC-006	Arroyo Caduaño	Grava-arena	Ninguna	Sedimentario	1'200,000
LC-009	Arroyo San Lázaro	Arena-grava	Ninguna	Sedimentario	800,000
LC-008	La Palmita	Arena	Ninguna	Sedimentario	800,000
LC-002	Puente Caduaño	Grava-arena	Ninguna	Sedimentario	600,000
LC-005	Santa Rita	Arena	Ninguna	Sedimentario	600,000
LC-017	Arroyo Migriño	Arena	Ninguna	Sedimentario	450,000
LC-011	Arroyo Costa Azul 1	Arena	Ninguna	Sedimentario	400,000
LC-004	El Ancón Verde	Arena	Ninguna	Sedimentario	210,000
LC-003	El Chapuli	Arena-grava	Ninguna	Sedimentario	200,000
LC-025	La Ballena 1	Arena	Ninguna	Sedimentario	200,000

LC-013	Mesa del Moro	Arenisca-arcilla	Ninguna	Sedimentario	180,000
LC-014	Plan de los Dos	Arenisca	Ninguna	Sedimentario	160,000
LC-022	La Joya	Arenisca	Ninguna	Sedimentario	150,000
LC-012	Arroyo Costa Azul 2	Arena	Ninguna	Sedimentario	100,000
LC-021	Mesa de La Palma	Arenisca	Ninguna	Sedimentario	60,000
LC-019	Arroyo Miraflores	Arena-grava	Ninguna	Sedimentario	48,000
LC-010	Arroyo Costa Azul	Arena	Ninguna	Sedimentario	24,000
				Total	6' 182,000

Tabla 8. Tabla de localidades de agregados pétreos.

Localidad **Arroyo Caduaño, LC-006**, (Activo-Grava-arena); se localiza a 30.2 km en línea recta al N 76° W del palacio municipal, se trata de un banco de arena media a gruesa con 60%, de grava y cantos rodados con 40%, los cuales se utilizan en la fabricación de grava principalmente mediante trituración. Se cuenta con quebradoras de quijadas, cono y bandas. Aunque el arroyo presenta un mayor porcentaje de arena, este se presenta como grava debido a que se explotará principalmente este producto y la arena, como un subproducto. Tiene una longitud de 3,000 m, ancho de 200 m y espesor de 2 m, para un **potencial de 1'200,000 m³**. Se utilizara en la construcción en general. En la presentación de grava de 1¼ concreto, grava ¾ para carpeta, grava ¾ para sello, arena de arroyo y arena. (Fotografía 15):



Fotografía 15. Equipo para producción de grava de 1¼ concreto, grava ¾ para carpeta, grava ¾ para sello, arena de arroyo y arena.

Localidad **Arroyo San Lázaro, LC-009**, (Activo-Arena-grava); se localiza a 12.6

km al N 79° W del palacio municipal. Compuesta por arena de grano medio a grueso en 90% y 10% de grava y cantos rodados, algunos mayores de 0.50 m, los cuales pueden ser utilizados en la producción de grava mediante trituración. Con una longitud de 2000 m, por 200 m de ancho y 2 m de espesor, para un **volumen potencial de 800,000 m³**. Actualmente se tiene una producción de 150 m³ por día, esta producción no es constante ya que en ocasiones no se saca material del banco. En general se utiliza para la construcción. (Fotografía 16).



Fotografía 16. Localidad arroyo San Lázaro. Banco activo de arena.

Localidad **La Palmita, LC-008**, (Prospecto-Arena); se ubica a 24.5 km en línea recta al N 73° W de la cabecera municipal. Compuesta por un banco de arena media a gruesa en 95% y con esporádicas gravas y cantos rodados gruesos en 5%, los cuales en su momento se pueden utilizar mediante triturado en la producción de gravas; aguas arriba se observan rodados más grandes pero se reduce el ancho del arroyo; además, la arena es de mayor calidad. Presenta una longitud de 2000 m y un ancho de 200 m con un espesor de 2 m, para un **volumen potencial de 800,000 m³**, esta arena se puede utilizar en la construcción (Fotografía 17).



Fotografía 17. Localidad arroyo La Palmita. Prospecto de arena.

Localidad **Puente Caduaño, LC-002**, (Activo-Grava-arena); se localiza a 30.9 km en línea recta al N 76° W de la cabecera municipal. Se observa 60% de arena media a gruesa y 40% de grava y cantos rodados, los cuales son procesados en quebradoras de quijadas para obtener grava; aunque el arroyo presenta un mayor porcentaje de arena, éste se presenta como de grava debido a que se explotará principalmente este producto y la arena como subproducto. Tiene una longitud de 3,000 m, ancho de 100 m y espesor de 2 m, para un **volumen potencial de 600,000 m³**. Pertenece a la constructora GUSA y se explota desde hace 5 años con una producción de 300 m³ diario de grava $\frac{3}{4}$. Se utiliza principalmente en la construcción en general y en la carretera, en sus presentaciones de grava de 1 $\frac{1}{4}$ concreto, grava $\frac{3}{4}$ para carpeta, grava $\frac{3}{8}$ para sello, arena de arroyo y arena (Fotografía 18).



Fotografía 18. Equipo para producción de grava de $1\frac{1}{4}$ concreto, grava $\frac{3}{4}$ para carpeta, grava $\frac{3}{8}$ para sello, arena de arroyo y arena (GUSA).

Localidad **Santa Rita, LC-005**, (Prospecto-Arena); se localiza a 29.7 km en línea recta al N 89° W de la cabecera municipal. Está compuesta por un banco de arena limo-arcillosa de grano fino a medio en 95%, no se observa contenido de gravas y esporádicos cantos rodados hacia sus márgenes en 5%, por su bajo porcentaje no se recomiendan, pero en su momento se pueden utilizar para la producción de grava mediante triturado; presenta una longitud de 3000 m y un ancho de 100 m y espesor de 2 m, para un **potencial de 600,000 m³**, este potencial se puede incrementar considerablemente al explotar las terrazas aluviales de sus márgenes. Pueden utilizarse en la construcción en general. (Fotografía 19)



Fotografía 19. Localidad Santa Rita, prospecto de arena.

Localidad **Arroyo Migriño, LC-017**, (Activo-Arena); se localiza a 40.3 km en línea recta al S 88° W del palacio municipal y consiste de arena limosa, de color beige, de grano medio a muy gruesa 90%, con algo de limo 5%, así como grava y esporádicos cantos rodados en 5%. Tiene 3,000 m de longitud por 75 m de ancho y 2 m de espesor, para un **volumen potencial de 450,000 m³**. Actualmente tienen una producción diaria de 225 a 250 m³, esta producción no es constante ya que en ocasiones no se saca material del banco. En general se utiliza para la construcción (Fotografía 20).



Fotografías 20. Banco activo donde se explota arena, localidad arroyo Migriño

Localidad **Arroyo Costa Azul 1, LC-011**, (Prospecto-Arena) se ubica a 4.7 Km en línea recta al S 54° W de la cabecera municipal. Constituida por arena de grano medio a grueso 70% y 30% de grava, cantos rodados y bloques de 1 m de diámetro, los que se pueden utilizar para la producción de grava mediante trituración. Se presenta con una longitud de 2,000 m, por 100 m de ancho y 2 m de espesor, para un **volumen potencial de 400,000 m³**; este banco actualmente esta abandonado pero puede ser activado en cualquier momento debido a que existe todavía material que no se utilizó. Está destinado para la construcción en general. (Fotografía 21).



Fotografía 21. Localidad Costa Azul 1, banco de arena.

Localidad **El Ancón Verde, LC-004**, (Prospecto-Arena); se localiza a 31.1 km en línea recta al N 89° W, de la cabecera municipal y se trata de un banco de arena limo-arcillosa de grano fino a medio con 90%, limo-arcilla con 7% y 3% de grava y cantos; presenta una longitud de 1,500 m, ancho de 70 m y espesor de 2 m, con un **volumen potencial de 210,000 m³**, el cual se puede incrementar en buena cantidad, al explotar las terrazas aluviales de sus márgenes en donde el porcentaje de grava y cantos es mayor y se podrían utilizar mediante trituración para la producción de grava. Su uso está en la construcción (Fotografía 22).



Fotografía 22. Localidad El Ancón Verde. Prospecto de arena.

Localidad **El Chapulí, LC-003**, (Prospecto-Arena-grava); se localiza a 34.2 km en línea recta al N 74° W de la cabecera municipal. Está compuesta por arena de grano medio a grueso, con presencia de grava y gran cantidad de cantos rodados de 0.10 m a mayores que se pueden clasificar mediante cribado y/o triturarse para la producción de grava, el arroyo presenta 60% de arena y 40% de grava y cantos rodados. Tiene una longitud de 1,000 m, ancho de 1,000 m y espesor de 2 m, para un **volumen potencial de 200,000 m³**, y pueden ser utilizadas en la construcción en general. Este banco es parecido al explotado por la compañía constructora GUSA en el arroyo Caduaño en la localidad LC-002 (Fotografía 23).



Fotografía 23. Prospecto de arena y grava, localidad El Chapulí.

Localidad **La Ballena 1, LC-025**, (Activo-Arena) localizado a 10.2 km en línea recta al N 53° W de la cabecera municipal. Consiste de una arena de grano fino a grueso 90%, grava 5% y cantos rodados 5%. Con una longitud de 1000 m, ancho de 100 m y un espesor de 2 m, para un **volumen potencial de 200,000 m³**. Actualmente está siendo explotado en forma parcial e intermitente, esto se observa en donde se está extrayendo y en otras partes, observándose laborío minero antiguo. Se destina principalmente para la industria de la construcción. (Fotografía 24).



Fotografía 24. Localidad La Ballena 1, banco de arena.

Localidad **Mesa del Moro, LC-013**, (Activo-Arenisca-arcilla); se ubica a 31.9 km, al N 78° W del palacio municipal y consiste de un banco de arena limo-arcillosa, de color café rojizo, de grano medio a grueso, mal clasificada e inmadura hacia la cima se presenta un horizonte de arcilla areno-limosa de espesor de 1 m. Tiene 300 m de longitud, por 200 m de ancho y 3 m de espesor, para un **volumen potencial de 180,000 m³**, y sus principales usos están en la construcción como relleno y en mantenimiento de caminos y carreteras (zonas de acotamiento). (Fotografía 25).



Fotografía 25. Localidad mesa del Moro, banco de arenisca semicompacta.

Localidad **Plan de los Dos, LC-014**, (Activo-Arenisca) se localiza a 30.1 km en línea recta al N 77° W de la cabecera municipal, y consiste de un banco de arena

limo-arcillosa de color café rojiza de grano medio a grueso, mal clasificada e inmadura. Presenta una longitud de 200 m por 100 m de ancho y 8 m de espesor, para un **volumen potencial de 160,000 m³**. Este banco solo es explotado pasando la época de lluvias de cada año, ya que se utiliza principalmente en la reparación de caminos vecinales y carreteras. Sus principales usos son en la construcción como relleno y en mantenimiento de caminos vecinales y carreteras (zonas de acotamiento). (Fotografía 26)



Fotografía 26. Localidad Plan de los Dos, banco de arenisca deleznable.

Localidad **La Joya, LC-022**, (Prospecto-Arenisca); Se ubica a 40 km en línea recta al S 87° W, de la cabecera municipal. Está compuesta por una arenisca arcillosa de color café rojiza, de grano fino a grueso, deleznable, mal clasificada e inmadura, se presenta en forma de lomeríos suaves cubriendo a rocas graníticas. Presenta una longitud de 500 m, ancho de 150 m y espesor de 2 m, para un **volumen potencial de 150,000 m³**. Se puede utilizar en la construcción como relleno y plantillas de desplante. (Fotografía 27):



Fotografía 27. Localidad La Joya, banco de arenisca deleznable.

Localidad **Arroyo Costa Azul 2, LC-012**, (Activo-Arena), se localiza a 4.4 km en línea recta al S 65° W de la cabecera municipal y consiste de un banco de arena arcillo-limosa de grano fino a medio, no presenta grava ni cantos rodados. Con 250 m de longitud, por 200 m de ancho y 2.0 m de espesor, para un **volumen potencial de 100,000 m³**, y se usa principalmente como plantillas de desplante para zonas habitacionales, como relleno y para jardinería. (Fotografía 28).



Fotografía 28. Banco de arena arcillo-limosa es utilizado como relleno.

Localidad **Mesa La Palma, LC-021**, (Prospecto-Arenisca); Se localiza a 72.7 km en línea recta al N 75° W de la cabecera municipal. Compuesta por arenisca arcillo-limosa de grano fino a grueso, deleznable, mal clasificada e inmadura, hacia la base se presenta conglomerática y hacia la cima presenta un horizonte de

arcilla de color rojiza de 0.30 m de espesor se presenta en forma de lomeríos suaves. Presenta una longitud de 200 m, ancho de 100 m y un espesor de 3 m, para un **volumen potencial de 60,000 m³**. Se puede utilizar como relleno y revestimiento de caminos de terracería. (Fotografía 29).



Fotografía 29. Localidad mesa La Palma, banco de arenisca deleznable con un pequeño horizonte arcilloso en la cima.

Localidad **Arroyo Miraflores, LC-019**, (Activo-Arena-grava), se ubica a 34.7 km en línea recta al N 79° W de la cabecera municipal. Consiste en un banco de arena de color beige, de grano medio a grueso, con grava y cantos rodados (los cantos rodados se pueden utilizar mediante trituración para la producción de gravas). El arroyo contiene 70% de arena, 25% de grava, cantos rodados y un 5% de limo y arcilla. Con 300 m de longitud, por 80 m de ancho y 2.0 m de espesor, para un **volumen potencial de 48,000 m³**. Sus principales usos están en la construcción en general. (Fotografía 30).



Fotografía 30. Localidad arroyo Miraflores, banco de arena.

Localidad **Arroyo Costa Azul, LC-010**, (Activo-Arena); se localiza a 4.7 km en línea recta al S 57° W de la cabecera municipal, y consiste de un banco de arena de grano medio a grueso, con escasa grava y esporádicos cantos rodados menores a 1 m. La arena se presenta en 90%, grava en 7% y 3% de cantos rodados, éstos se pueden utilizar mediante trituración en la producción de grava. Con 400 m de longitud por 30 m de ancho y 2 m de espesor, para un **potencial de 24,000 m³**. Se tiene una producción de 100 a 200 m³ por día, pero no se trabaja diariamente en este banco. Sus principales usos están en la construcción en general. (Fotografía 30).



Fotografía 30. Localidad arroyo Costa Azul, banco de arena.

En la tabla siguiente se muestra un resumen general de todas las localidades estudiadas dentro del Municipio Los Cabos.:

	NOMBRE	C. UTM		SUSTANCIA	POTENCIAL m ³	USOS	ACCESO DESDE LA CABECERA MUNICIPAL
		X	Y				
LC-001	El Alamito	623200	2551200	Granito	160'000,000	Roca dimensionable y mampostería	11 Km. de terracería.
LC-002	Puente Caduaño	626217	2581031	Grava-arena	600,000	En la construcción en general	31 Km. de carretera.
LC-003	El Chapuli	624237	2253859	Arena-grava	200,000	En la construcción en general	37.5 Km. de carretera y 1.5 Km. de terracería.
LC-004	El Ancón Verde	632759	2582146	Arena	210,000	En la construcción en general	34 Km. de carretera y 6.0 Km. de terracería.
LC-005	Santa Rita	632832	2580209	Arena	600,000	En la construcción en general	28 Km. de carretera y 8.5 Km. de terracería.
LC-006	Arroyo Caduaño	625837	2580144	Grava-arena	1'200,000	En la construcción en general	31.0 Km. de carretera.
LC-007	Cajón de Yeneka	621715	2571870	Granito	1'250,000	Roca dimensionable y mampostería	24.0 Km. de carretera y 4.5 Km. de terracería.
LC-008	La Palmita	624443	2574300	Arena	800,000	En la construcción en general	25.0 Km. de carretera y 0.5 Km. de terracería.
LC009	Arroyo San Lázaro	631354	2563246	Arena-grava	800,000	En la construcción en general	12.0 Km. de carretera y 2 Km. de terracería.
LC-010	Arroyo Costa Azul	629811	2548394	Arena	24,000	En la construcción en general	3.5 Km. de carretera y 2.0 Km. de terracería.
LC-011	Arroyo Costa Azul 1	629868	2548154	Arena	400,000	En la construcción en general	3.5 Km. de carretera y 1.5 Km. de terracería.
LC-012	Arroyo Costa Azul 2	629733	2549109	Arena	100,000	En la construcción en general	3.5 Km. de carretera y 2.5 Km. de terracería.
LC-013	Mesa del Moro	626523	2582026	Arenisca-arcilla	180,000	En la construcción	32.5 Km. de carretera.

						en general	
LC-014	Plan de los Dos	626465	2580212	Arenisca	160,000	En la construcción en general	30.0 Km. de carretera.
LC-015	Cerro La Ascensión	622845	2554659	Granito	36'000,000	Roca dimensionable y mampostería	2.0 Km. de carretera y 11.5 Km. de terracería.
LC-016	La Palmillita	624625	2552460	Granito	28'800,000	Roca dimensionable y mampostería	2.0 Km. de carretera y 8.0 Km. de terracería.
LC-017	Arroyo Migriño	593569	2548918	Arena	450,000	En la construcción en general	53.0 Km. de carretera.
LC-018	El Guajal	623305	2581613	Arcilla	45,000	Fabricación de ladrillos, adobes y artesanías.	3.02 Km. de carretera y 4.0 Km. de terracería.
LC-019	Arroyo Miraflores	626681	2584684	Arena-grava	48,000	En la construcción en general	34.5 Km. de carretera y 0.5 Km. de terracería.
LC-020	Los Difuntos	622503	2581335	Arcilla	28,000	Fabricación de ladrillos y artesanías.	32.0 Km. de carretera y 5.0 Km. de terracería.
LC-021	Mesa de La Palma	626234	2577368	Arenisca	60,000	En la construcción en general	27.5 Km. de carretera.
LC-022	La Joya	593909	2548108	Arenisca	150,000	En la construcción en general	52.0 Km. de carretera.
LC-023	La Pradera	627487	2558744	Granito	200'000,000	Roca dimensionable y mampostería	6.0 Km. de carretera y 5.5 Km. de terracería.
LC-024	La Ballena	626556	2559218	Granito	900'000,000	Roca dimensionable y mampostería	6.0 Km. de carretera y 7.0 Km. de terracería.
LC-025	La Ballena 1	627539	2558932	Arena	200,000	En la construcción en general	6.0 Km. de carretera y 6 Km. de terracería.
				Gran Total	1,332' 305,000		

Tabla 9. Tabla general de localidades visitadas en el Municipio de Los Cabos, Baja California Sur.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se visitaron un total de **25 localidades** de las cuales 2 son minerales no metálicos (arcillas), 6 de rocas dimensionables (granito) y 17 de agregados pétreos (arena y/o grava).

En este municipio con las seis localidades de rocas dimensionables, se determinó un **potencial de 1,326 millones de m³**; en **La Ballena LC-024**, un **potencial de 900 millones de m³**, en la cantera de granito **La Pradera LC-023** un **potencial de 200 millones de m³**, de la que actualmente se extraen bloques para construir los diques de la marina de Cabo San Lucas, en **El Alamito LC-001** un **potencial de 160 millones de m³**, **Cerro La Ascensión LC-015** un **potencial de 36 millones de m³**, **La palmillita LC-016**, con **potencial de 28.8 millones de m³** y **El Cajón de Yeneka LC-007** con **potencial de 1.25 millones de m³**.

De acuerdo a sus volúmenes, al estudio de evaluación de pruebas físicas de compresión, por cumplir con las especificaciones de las normas AST-C-503 y AST-568 y así como por determinación de gravas de las muestras de las localidades antes mencionadas se recomiendan para ser utilizadas como rocas dimensionables, así como en mampostería. Sin embargo, de acuerdo al estudio de determinación de grava no pueden ser utilizadas en la producción de las mismas debido a que mediante su trituración producen partículas angulosas y a que presentan cierto grado de dureza.

Por lo anterior se recomiendan promover estos prospectos para su aprovechamiento como roca dimensionable, dada a la demanda creciente de este recurso en el sector de la construcción de este municipio, mismo que en su mayoría es exportado.

De las 17 localidades de agregados pétreos, de los cuales seis son prospectos uno de arena-grava con un **potencial de 200,000 m³**, cinco de arena para un **potencial de 1.820 millones de m³**; y 11 activos, dos de grava-arena con **1.8 millones de m³**, dos arena-grava con **848,000 m³** y siete con **1. 514 millones de m³** de arena, con un gran total de **6.182 millones de m³**.

Con base a sus volúmenes, así como por su infraestructura y a la demanda propia de este municipio recomendamos promover a los seis prospectos para su aprovechamiento a corto plazo.

Con respecto a los bancos activo recomendamos se implemente un programa de asistencia técnica, capacitación y financiamiento con la finalidad de fortalecer su actividad extractiva.

Relativo a localidades de minerales no metálicos de se detectaron dos prospectos de arcilla que suman un **potencial de 73,000 m³**.

Con base a los resultados de la prueba de caracterización de arcilla de la **localidad Los Difuntos LC-020**, se recomienda que su aplicación pueda ser en la fabricación de ladrillo y como fundente en numerosos procesos. Además se sugiere analizar químicamente por titanio, ya que se registro en el estudio de rayos-x, con un rango de 1-10% de titanita.

Dentro de este municipio todavía existe gran potencial en bancos de rocas dimensionables y de agregados pétreos así como de minerales metálicos y no metálicos que pueden ser aprovechados en un corto plazo, como son los localizados al sureste de la ciudad de La Paz: desde Los Barriles, Buena Vista, Santiago, la Rivera, Cabo Pulmo y Sierra La Trinidad y en áreas aledañas a San José del Cabo. Por lo que se recomienda continuar con un nuevo inventario en dichas áreas (Figura 16).

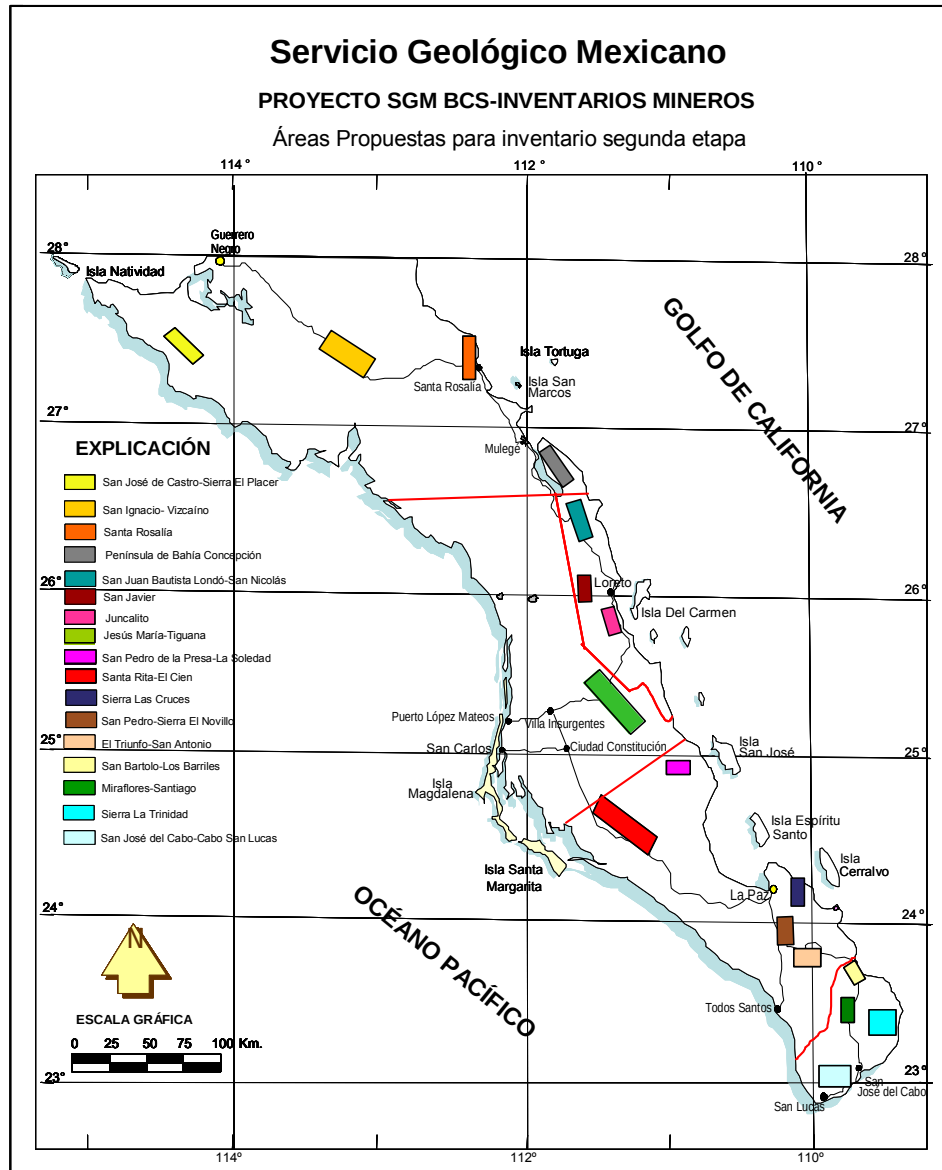


Figura 16. Mapa de localización de áreas propuestas para inventario Segunda Etapa.

VI. BIBLIOGRAFÍA

Aparicio-Cordero, Eleuterio; Terán-Ortega, LA; y Ávalos-Zermeño, Arnulfo, 1996, Carta geológico-minera y geoquímica San Antonio, escala 1:50,000. Baja California Sur: México, DF. Pachuca, Hidalgo., Consejo de Recursos Minerales.

Bateman, A.M., 1955, Economic mineral deposits: John Wiley & Sons, Inc. New York, p.711-723.

Bustamante-García, J, 1999, Monografía geológica-minera del Estado de Baja California Sur. Pachuca, Hidalgo., Consejo de Recursos Minerales.

Campa, M.F., Y Coney, P.J., 1983, Tectono-stratigraphic terranes and mineral resource distributions in Mexico: Canadian Journal of Earth Sciences, v. 20, p. 1040–1050.

Cortéz-G., H., y Mapes V. E., 1974, Recursos minerales en la península de Baja California, México. Consejo de Recursos Minerales.

García-Guzmán, J, 2006, Panorama minero del Estado de Baja California Sur. Servicio Geológico Mexicano.

García-Reyes, Enrique, 1998, Informe geológico-evaluativo del prospecto de caliza marmorizada “Los Crestones”, municipio de La Paz, Baja California Sur: México, D.F., Consejo de Recursos Minerales, informe técnico, 28 p. (inédito).

INEGI, 1995, Síntesis geográfica del Estado de Baja California Sur: Aguascalientes, Aguascalientes., Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 73 p.

INEGI, 1996, Estudio hidrológico del Estado de Baja California Sur. Aguascalientes, Aguascalientes. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática y Gobierno del Estado de Baja California Sur, 38 p.

INEGI, 1998-2004, Anuario estadístico del Estado de Baja California Sur. Aguascalientes, Aguascalientes. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática y Gobierno del Estado de Baja California Sur, 384 p.

Maraver-Romero, DA, Sevilla-Unda, V y Meléndrez-Rodríguez, A, 2002, Informe de la carta geológica-minera San José del Cabo F12-2-3-5-6, escala 1:250,000, Estado de Baja California Sur. : Pachuca, Hidalgo., Consejo de Recursos Minerales.

Ortega, G.F., Mitre, S.L.M., Roldán, Q.J., Aranda, G.J.J., Morán, Z.D., Alanis, A.S.A., y Nieto, S.A.F., 1992, Texto explicativo de la Quinta Edición de la carta geológica de la República Mexicana, escala 1:2'000,000: Instituto de Geología, UNAM y Consejo de Recursos Minerales, SEMIP, 74 pp.

Raisz, Erwin, 1962, Landforms of Mexico: Cambridge, Mass., physiographic geography Branch of the office of Naval Research, escala 1:3'000,000.

Romero Rojas S. A., 2005, Panorama minero del Estado de Baja California Sur. Servicio Geológico Mexicano.

SARH, 1989, Sinopsis geohidrológica del Estado de Baja California Sur. Comisión Nacional del Agua.

SCT, 1994, Mapa turístico de comunicaciones y transporte de Baja California Sur: México D.F. Secretaría de Comunicaciones y Transporte.