

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

**SERVICIO GEOLÓGICO MEXICANO
FIDEICOMISO DE FOMENTO MINERO**

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

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

REVISÓ: ING. JOSÉ ANTONIO SÁNCHEZ GONZÁLEZ

SUPERVISÓ: ING. FERNANDO CASTILLO NIETO

SEPTIEMBRE DE 2007

INDICE

	Página
I. GENERALIDADES.	1
I.1. Cobertura Estatal.	1
I.2. Localización y Extensión.	4
I.3. División Municipal y Población.	5
I.4. Vías de comunicación y Acceso.	6
I.5. Fisiografía.	8
I.6. Hidrología.	10
II. MARCO GEOLÓGICO.	14
II.1. Geología Regional.	14
III. MUNICIPIO LA PAZ	17
III.1. Introducción.	17
III.2. Objetivo.	18
IV. MEDIO FÍSICO Y GEOGRÁFICO (MPIO. LA PAZ).	19
IV.1. Localización y extensión.	19
IV.2. Vías de Comunicación y Acceso.	20
IV.3. Fisiografía.	22
IV.4. Hidrografía.	23
V. MARCO GEOLÓGICO (MPIO. LA PAZ).	26
V.1. Geología regional.	26
V.2. Geología local.	27
VI. LOCALIDADES MINERALES (MPIO. LA PAZ).	33
VI.1. Localidades de Minerales Metálicos.	33
VI.2. Localidades de Minerales No Metálicos.	38
VI.3. Localidades de Roca Dimensionable.	61
VI.4. Localidades de Agregados Pétreos.	89
VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	126
BIBLIOGRAFÍA.	130
ANEXO I	
Fichas para el inventario físico de los recursos minerales, municipio La Paz, Baja California Sur	

FIGURAS

	Página
Figura 1. Mapa de localización de las áreas estudiadas, B.C.S.	3
Figura 2. Mapa de Localización y Extensión del estado de Baja California Sur.	5
Figura 3. Mapa Provincias Fisiográficas, estado de Baja California Sur.	9
Figura 4. Mapa de Regiones Hidrológicas, estado de Baja California Sur.	11
Figura 5. Provincias Geológicas de la República Mexicana.	14
Figura 6. Mapa de Terrenos Tectonoestratigráficos de Baja California Sur.	15
Figura 7. Mapa de localización del municipio La Paz, Baja California Sur.	20
Figura 8. Principales vías de comunicación del municipio La Paz.	21
Figura 9. Fisiografía del Municipio La Paz.	22
Figura 10. Hidrografía del Municipio La Paz.	24

TABLAS

Tabla de localidades de minerales metálicos.	33
Tabla de localidades de minerales no metálicos.	38
Tabla de localidades de Roca Dimensionable.	61
Tabla de localidades de Agregados Pétreos.	89
Tabla General de Localidades Minerales, Municipio La Paz, B.C.S.	121

PLANOS (en bolsa al final del texto)

Plano 1. Carta geológica, Municipio La Paz, Baja Calif. Sur. Esc. 1:250,000	
Plano 2. Carta de yacimientos minerales, Municipio La Paz, Baja Calif. Sur. Esc. 1:250,000	
Plano 3. Carta magnética, Municipio La Paz, Baja Calif. Sur. Esc. 1:250,000	

I. GENERALIDADES

I.1 COBERTURA ESTATAL

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 algunas áreas de los cinco municipios del estado de Baja California Sur, con una superficie global de 2,000 Km², con objeto de 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, 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 de cada municipio.

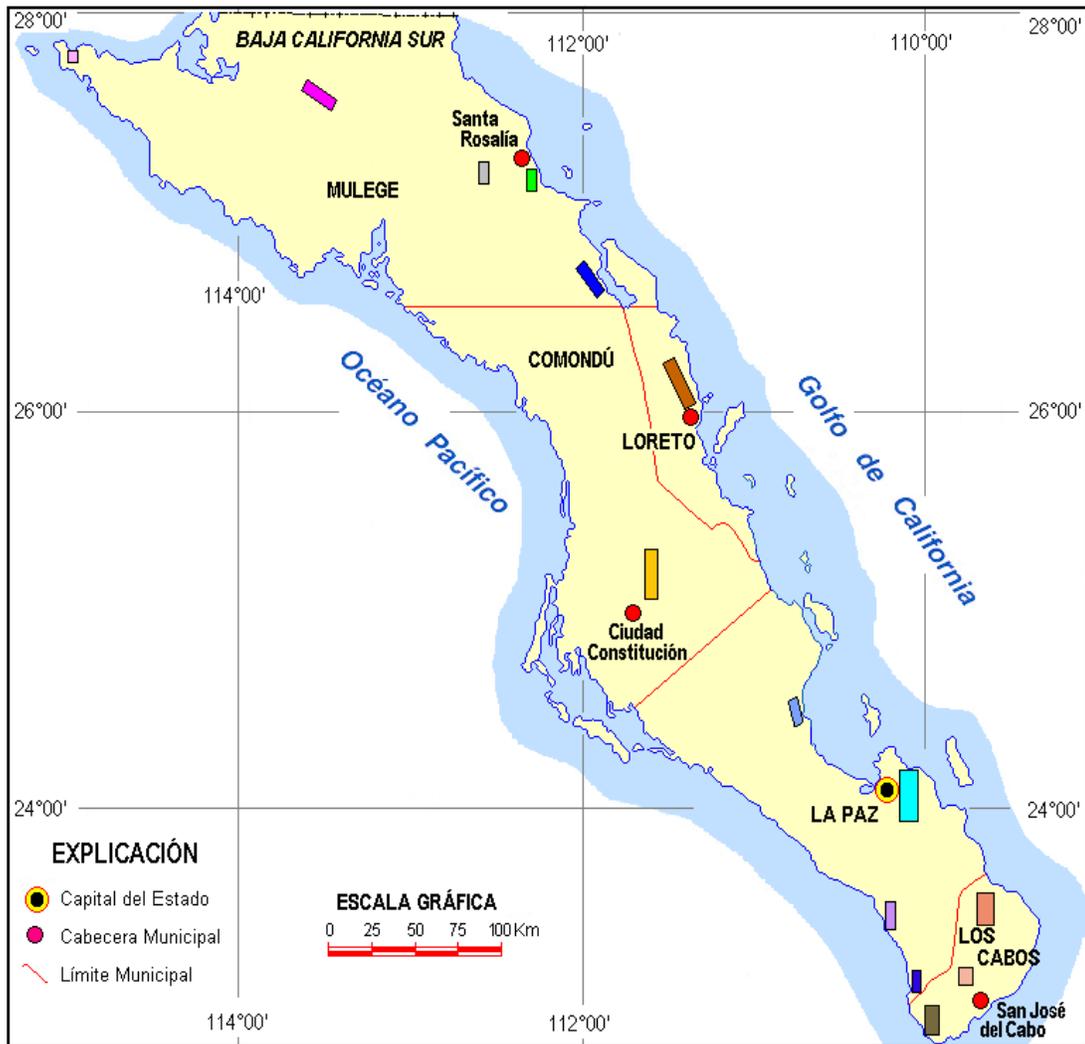
TABLA MOSTRANDO LA SUPERFICIE MUNICIPAL CON RESPECTO A LA SUPERFICIE ESTUDIADA.

MUNICIPIO	SUPERFICIE TOTAL (Km ²)	SUPERFICIE ESTUDIADA		LOCALIDADES RECONOCIDAS
		Km ²	%	
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

En cuanto a la distribución por tipo de sustancia mineral, la tabla siguiente muestra los resultados.

TABLA DE DISTRIBUCIÓN POR TIPO DE SUBSTANCIA MINERAL.

MUNICIPIO	MINERALES METÁLICOS	MINERALES NO METÁLICOS	ROCAS DIMENSIONALES	AGREGADOS PÉTREOS	LOCALIDADES RECONOCIDAS
Los Cabos		2	6	17	25
La Paz	4	10	27	40	81
Comondú				12	12
Loreto		3	1	26	30
Mulegé	4	2	16	43	65
TOTAL	8	17	50	138	213



GRAN TOTAL: 2,000 Km²

Municipio Mulegé	TOTAL	440 Km ²	Municipio La Paz	TOTAL	660 Km ²
Ejido Alfredo V. Bonfil (pumicita y roca volcánica)	150 Km ²		San Juan de la Costa (roca dimensionable)	100 Km ²	
Mulegé Pueblo (agregado pétreo)	150 Km ²		La Paz-Punta Coyote-San Pedro (roca dimensionable)	400 Km ²	
Santa Rosalía (agregado pétreo)	70 Km ²		Todos Santos-Pescadero (mármol y gneiss)	100 Km ²	
San José de Magdalena (roca dimensionable)	70 Km ²		Ejido Plutarco Elias Calles	60 Km ²	
Visita de Reconocimiento (diatomita)					
			Municipio Los Cabos	TOTAL	500 Km ²
			San José-Cerro El Alamito (granito y agregado pétreo)	130 Km ²	
			Miraflores-Caduaño-Santa Anita (agregado pétreo)	190 Km ²	
			Migrifño (agregado pétreo)	180 Km ²	
Municipio Loreto	TOTAL	200 Km ²			
San Juan Londo-Loreto (agregado pétreo y roca dimensionable)					
Municipio Comondú	TOTAL	200 Km ²			
Ciudad Constitución (agregado pétreo y roca dimensionable)					

Figura 1. Mapa de localización de las áreas estudiadas, B.C.S.

I.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 extensión aproximada de 144 km (Figura 2).

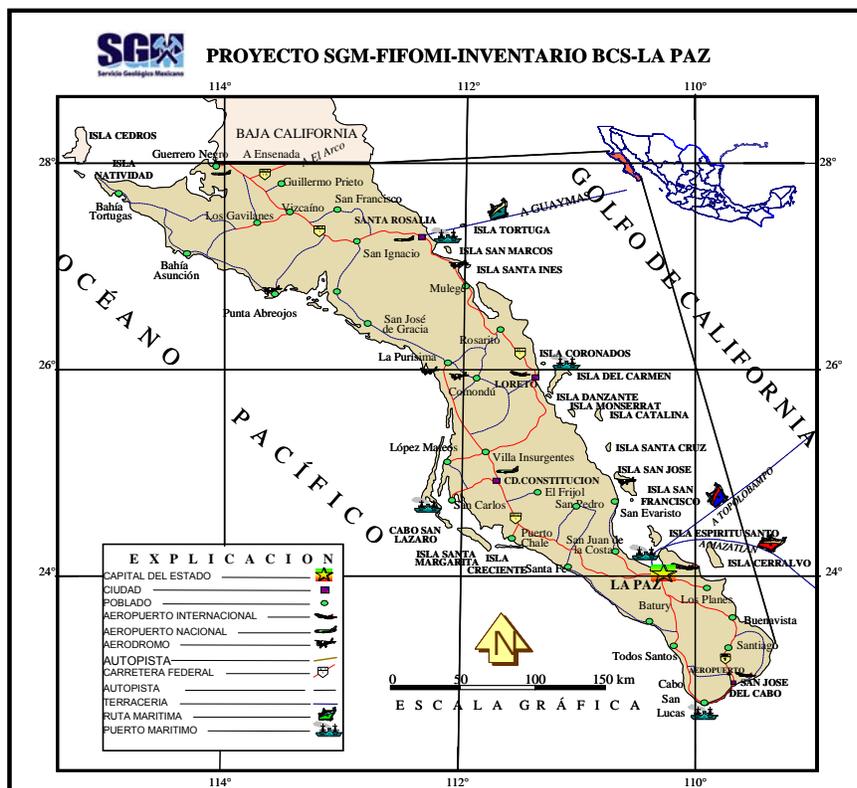


Figura 2. Mapa de Localización y Extensión del estado de Baja California Sur.

I.3. DIVISIÓN MUNICIPAL Y POBLACIÓN

Hasta el 7 de octubre de 1974, la entidad tenía la categoría administrativa de territorio y estaba integrada por siete delegaciones: Mulegé, Comondú, La Paz, San Antonio, Todos Santos, Santiago y San José del Cabo. A partir de esa fecha, el Congreso de la Unión erigió al antiguo territorio de Baja California Sur en estado libre y soberano, constituido inicialmente por tres municipios: Mulegé, Comondú y La Paz. En 1980, se formó, por decreto presidencial, el municipio de Los Cabos y en 1992 se constituyó el municipio de Loreto, que antes formaba parte del municipio de Comondú. De esta manera, en la actualidad, el estado está integrado por cinco municipios, siendo la capital la ciudad de La Paz.

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.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 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 agropecuarios, automotrices y de la construcción, así como de hidrocarburos. En el puerto de Santa Rosalía se lleva a cabo el movimiento de productos minerales, como el cobre en barras y los concentrados de cobre y azufre.

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 movilizand o 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.

I.5. FISIOGRAFÍA

La superficie total del estado queda comprendida en la provincia fisiográfica de la Península de Baja California, que se extiende desde el sur de la California estadounidense hasta la región de San José del Cabo. En 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 3).

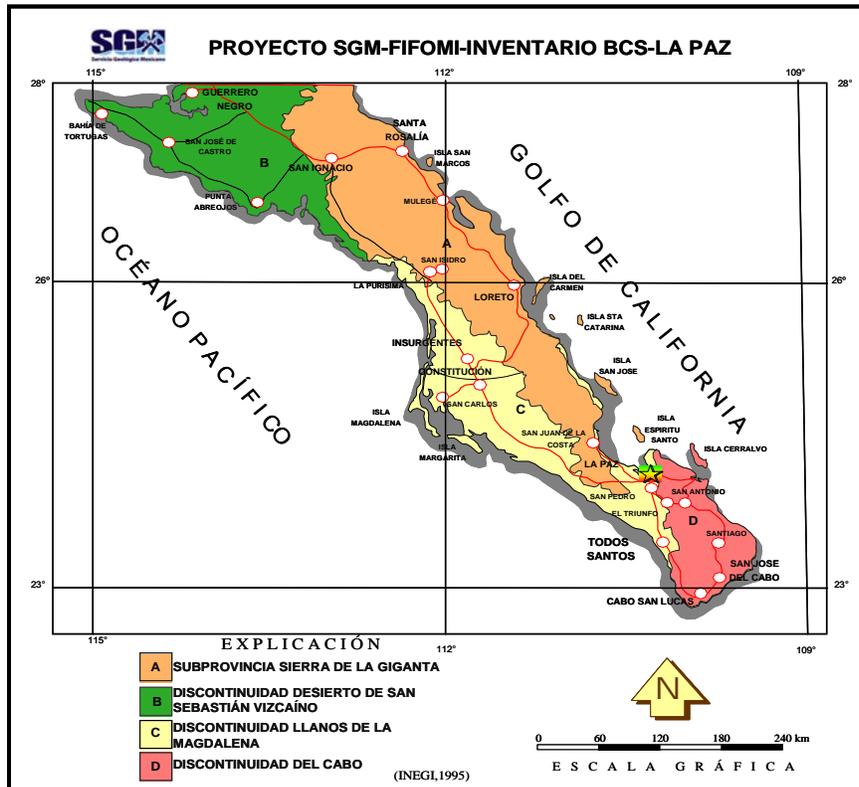


Figura 3. Provincias Fisiográficas estado de Baja California Sur.

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 s.n.m m. en el volcán Las 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 montañoso 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 (barjanas), 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.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. 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 oriental y occidental. 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.

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 (Figura 4).

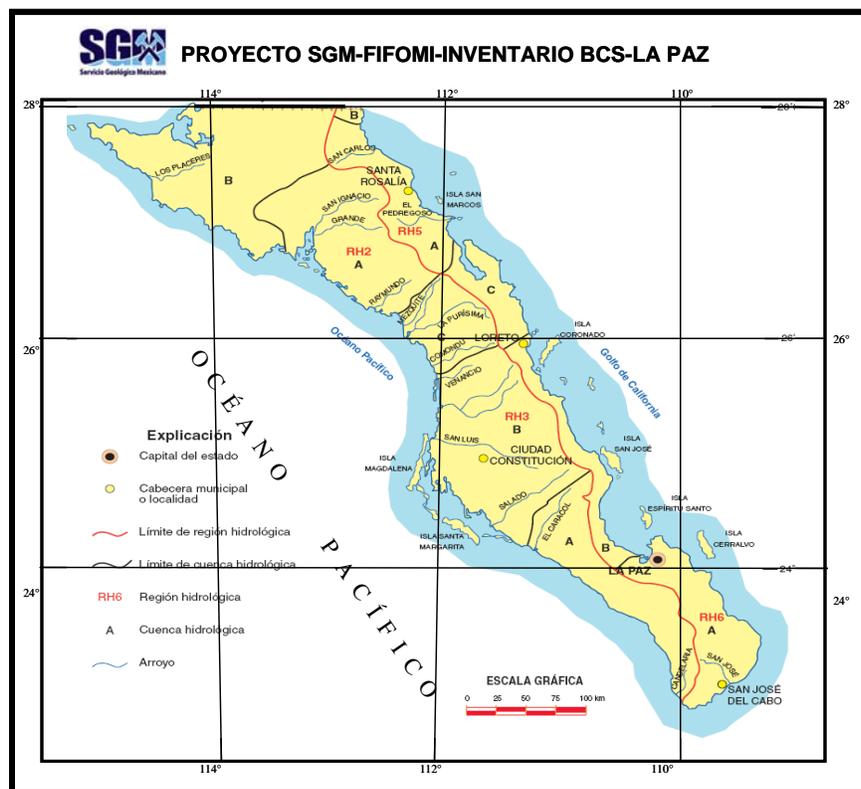


Figura 4. Mapa de Regiones Hidrológicas, estado de Baja California Sur.

Región Hidrológica Baja California Centro-oeste (Vizcaíno) (RH2).

Esta región hidrológica es la más extensa 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 Fríjol-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 19% 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, Aguayito, 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.

II. MARCO GEOLÓGICO

II.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: Cuenca de Vizcaíno-Purísima, Cinturón Orogénico Cedros-Vizcaíno, Faja Volcánica La Giganta y el Complejo Plutónico de La Paz, compuesta por rocas metamórficas, ígneas extrusivas e intrusivas y sedimentarias (Figura 5).



Figura 5. 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, Guerrero-Vizcaíno (cubierta compartida Volcánico-Sedimentaria) (Figura 6).

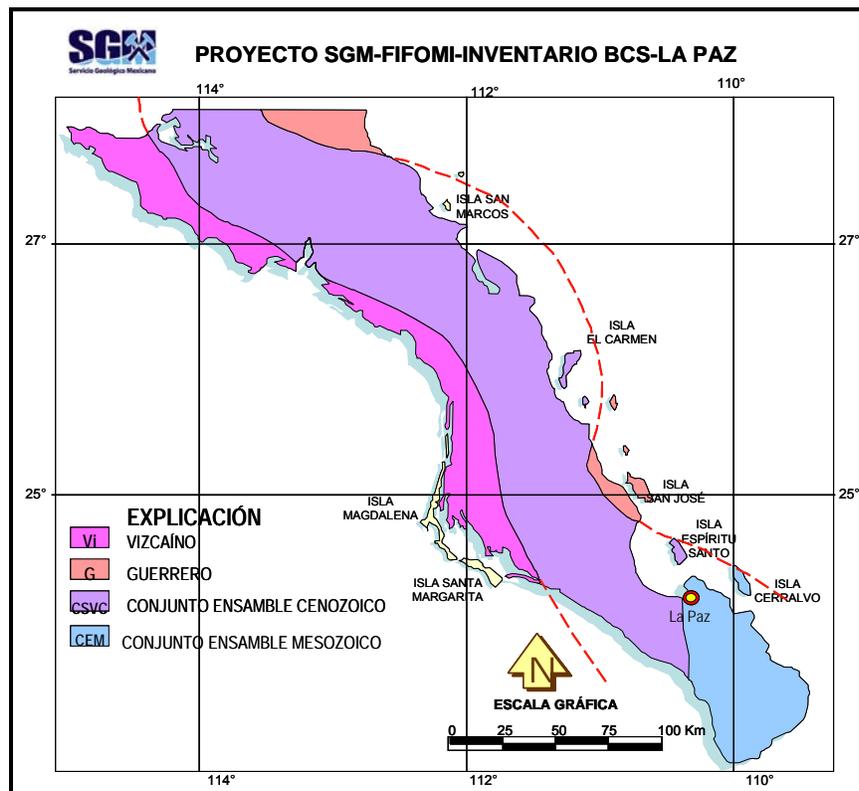


Figura 6. Mapa de Terrenos Tectonoestratigráficos de Baja California Sur.

El Terreno Vizcaíno, a este se le relacionó anteriormente como terreno Franciscan, se encuentra desde la parte norte del estado, desde la población de Bahía Tortugas y 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 (TRsJi Cz-Ar) , granitos (Js Gr), gabros (Ks Ga), el Arco volcánico plutónico San Andrés-

Cedros (JiKi A-TA-BvA) y por las Formaciones. Eugenia (JsKn Lu-Ar- Cgp), Asunción (Ki Ar- Lu- Cgp) y Perforada (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 (Kapa A-BvA) sobre la parte norte y por la Formación Los Pargos (JiKa Lu-Ar) al sur, en áreas aledañas al poblado de Tembabiche, y rocas sedimentarias metamorfizadas, 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 Volcáno-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 (Ks Ar-Lm-Cgp), Tepetate-Bateque (Tpaе Ar-Lm-Cgp), El Salto (To Ar-TR), San Gregorio (Tom Lu-Ar), San Isidro (Tm Ar-Lm-Cq), Comondú (Tom Ar-Cgp-TR, Tm Ar-A, Tm TR-Da-A, Tm Cgp-Ar y Tm B), Tortugas (Tm Ar-Lu), Calera (Tm Ar-Cgp), Boleo (Ar-Lm-Cgp) Almejas-Salada, Los Barriles (Tmpl Ar-Lm), Los Barriles-Trinidad-El Refugio (Tmpl Ar-Lu-Cgp), Gloria (Tpl Ar-Lm)), Infierno (Tpl Ar-Cgp), El Chorro (TplQpt Cgp-Ar), Santa Rosalía (Ar-Cgp-Cq) y el Grupo Tres Vírgenes (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: (Qpt Cgp-Ar), (Qpt Cgp), (Qpt Ar-Lm), (Qpt Cq-Ar) y (Qpt Ar); así como por material residual y recientes (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).

III. MUNICIPIO LA PAZ

III.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 en el Municipio La Paz, Baja California Sur.

El inventario presente, corresponde al **Municipio La Paz** y se realizó tomando como base la geología levantada con anterioridad por el Consejo de Recursos Minerales en el estado de Baja California Sur, de la cual se extrajo exclusivamente la geología del municipio (ver Carta Geológica del municipio La Paz del 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 los yacimientos y prospectos levantados y mapeados anteriormente durante el levantamiento de la geología, para enriquecer la información de las localidades en cada municipio, sin necesidad de levantarlas y describirlas nuevamente (ver Carta de Yacimientos Minerales del municipio La Paz del 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 La Paz, del estado de Baja California Sur, escala 1:250,000 al final del texto).

Las áreas señaladas para desarrollar este inventario en el municipio La Paz son:

San Juan de la Costa

100 km²

La Paz-Punta Coyote-San Pedro	400 km ²
Todos Santos-Pescadero	100 km ²
Ejido Plutarco Elías Calles	60 km ²
Total	660 km²

III.2. OBJETIVO.

El principal objetivo del presente Inventario es difundir el conocimiento de la geología y los recursos minerales del **municipio La Paz**, 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

IV. MEDIO FÍSICO Y GEOGRÁFICO (MPIO. LA PAZ)

IV.1. LOCALIZACIÓN Y EXTENSIÓN

El municipio La Paz se localiza en la porción centro-sur del estado de Baja California Sur. Colinda al norte con el municipio Comondú y el Golfo de California; al este con el Golfo de California y el municipio Los Cabos; al sur con el municipio Los Cabos y el Océano Pacífico; al oeste con el Océano Pacífico y el municipio Comondú (figura 7). El municipio La Paz, tiene una extensión territorial de 20,275 km², equivalente al 27.5% de la superficie del estado que es de 73,677 km². El actual trabajo cubrió una superficie de 660 km² que representa el 3% de la superficie municipal, dividido en las siguientes localidades.

San Juan de la Costa	100 km ²
La Paz-Punta Coyote-San Pedro	400 km ²
Todos Santos-Pescadero	100 km ²
Ejido Plutarco Elías Calles	60 km ²
Total	660 km²

El municipio La Paz, se encuentra ubicado geográficamente dentro de las siguientes coordenadas: al norte 25° 09', al sur 23° 06' de latitud norte; al este 109° 39', al oeste 111° 50' de longitud oeste. La posición geográfica de la ciudad de La Paz, cabecera municipal y capital del estado, tomando como punto de referencia el Palacio de Gobierno, esta situada a los 24° 08' de latitud norte y 110° 18' de longitud oeste. La altura media sobre el nivel del mar en este punto es de 10 m. El municipio cuenta con todos los servicios básicos indispensables en la mayoría de los asentamientos humanos que se encuentran dentro de él.

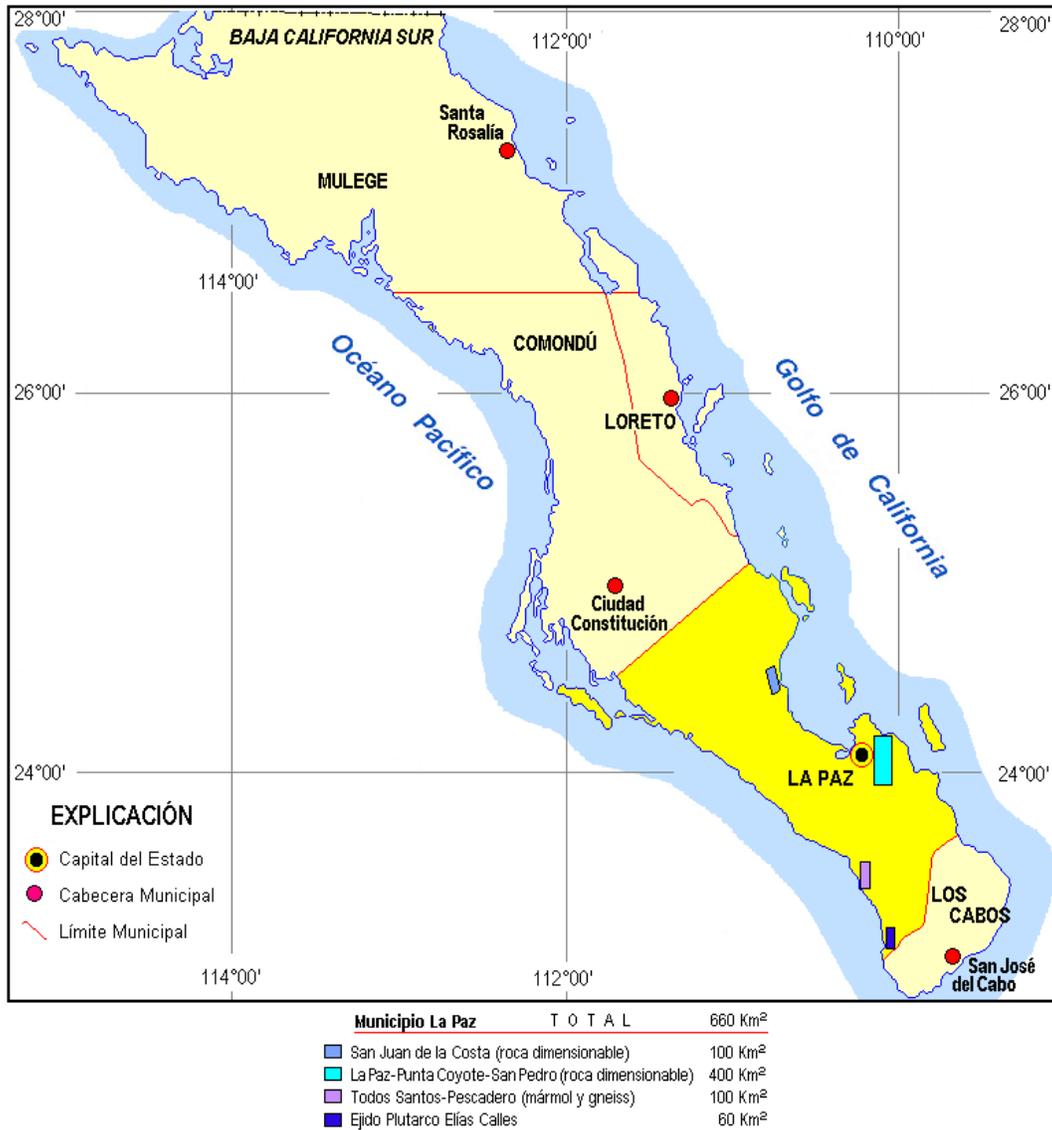


Figura 7. Mapa de localización del municipio La Paz, Baja California Sur.

IV.2. VÍAS DE COMUNICACIÓN Y ACCESO

Por el norte, se llega al municipio por la carretera Federal No.1 La Paz-Tijuana. En el tramo La Paz-Cd. Constitución, la carretera franquea por los poblados: El Cien, Santa Rita y Villa Morelos. Por el sur, el acceso se realiza por la carretera federal No.1 San José del Cabo-La Paz, ésta se bifurca a 30 Km de la ciudad de La Paz con el entronque de la carretera estatal No.19 hacia Cabo San Lucas. El interior del municipio está bien comunicado por una red de caminos de terracería y brechas, existen numerosos ramales en ambas carreteras que comunican hacia

diversas rancherías y poblados del municipio, permitiendo el acceso a todos los prospectos de minerales no metálicos, así como de rocas dimensionables y agregados pétreos (figura 8).

Otra forma de acceso es vía aérea mediante el aeropuerto internacional de La Paz, el cual cuenta con diversas líneas comerciales que ofrecen sus servicios a las principales ciudades de la República Mexicana. El aeropuerto se localiza en línea recta a 6 km, hacia el suroeste; y por carretera a una distancia de 7 km de la cabecera municipal de La Paz.

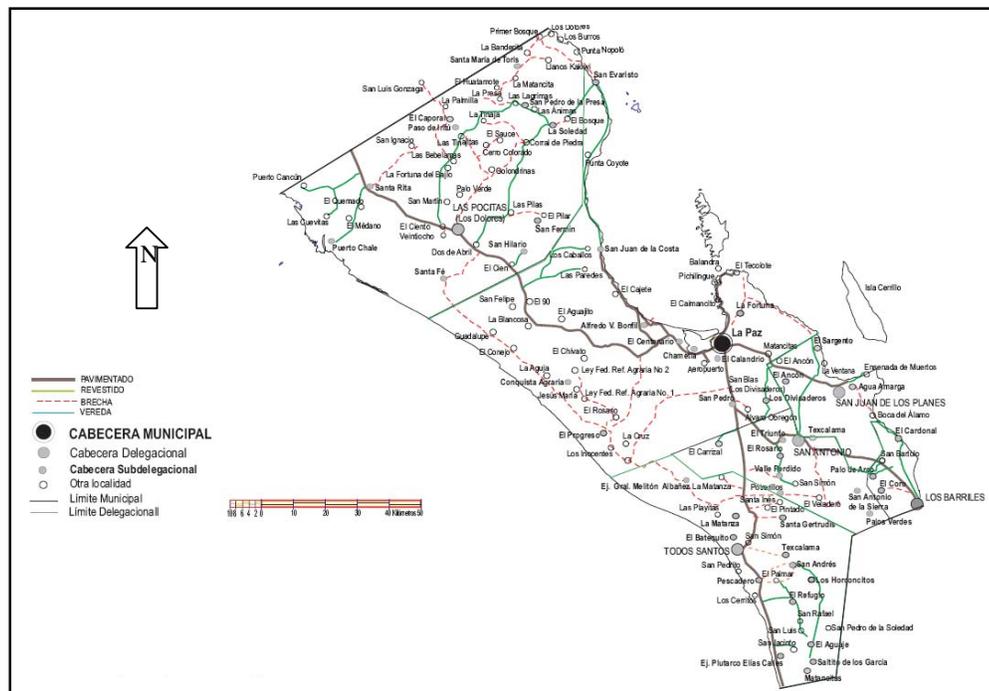


Figura 8. Principales Vías de comunicación del Municipio La Paz

Otra alternativa de comunicación con otras regiones del estado y de la República Mexicana es por vía marítima. Existen por lo menos 16 puertos marítimos 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.

El puerto de Pichilingue, en La Paz, cuenta con terminales para recibir transbordadores procedentes de Mazatlán y Topolobampo, Sinaloa; los cuales tienen una gran demanda para la transportación de los principales insumos para el

desarrollo estatal. Se ubica a 11.5 km al norte de la ciudad de La Paz, por la carretera federal No.11, la cual corre paralela a la línea de costa de la Bahía de La Paz.

IV.3. FISIOGRAFÍA

Fisiográficamente el municipio de La Paz está ubicado en la provincia de Baja California y dentro de las subprovincias Sierra de la Giganta, Discontinuidad Llanos de la Magdalena, y Discontinuidad del Cabo.

Las áreas de estudio se encuentran localizadas dentro de las tres subprovincias fisiográficas enunciadas anteriormente, las que cuentan con las características siguientes (figura 9):

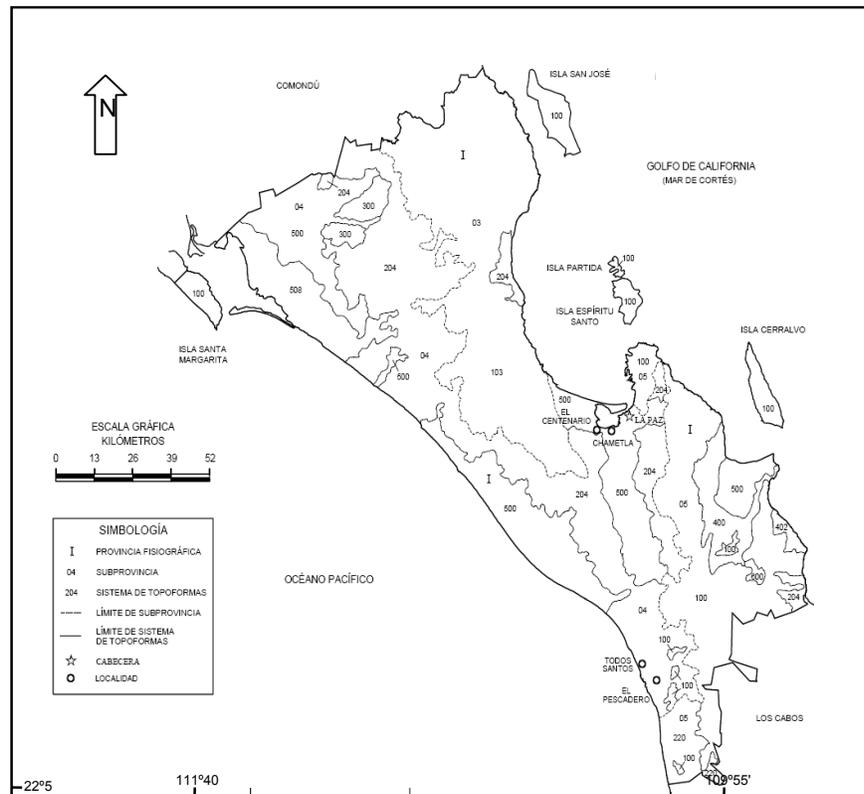


Figura 9. Fisiografía del municipio La Paz.

Subprovincia Sierra de la Giganta (03). El área de estudio de San Juan de la costa esta dentro de esta subprovincia, 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.s.n.m. en el volcán Las Vírgenes, mientras que hacia el sur se observa una progresiva disminución hasta terminar en simples lomeríos.

Discontinuidad Llanos de la Magdalena (04). Las áreas en La Paz-Punta Coyote-San Pedro y Todos Santos-Pescadero pertenecen a esta subprovincia. 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 21,1% 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 (05). El área en el Ejido Plutarco Elías Calles pertenece a esta subprovincia. 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.

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.

IV.4. HIDROGRAFÍA

El municipio de La Paz cuenta con las siguientes características hidrográficas:

Principales corrientes en el municipio

NOMBRE	UBICACIÓN	NOMBRE	UBICACIÓN
Las Liebres	RH3Ag	San Jacinto - San Venancio	RH3Ab
La Presa	RH3Ba	El Aguajo	RH6Ad
El Carrizal	RH3Ad	Agua Caliente - Arroyo Grande	RH6Ad
Guadalupe	RH3Af	La Palma	RH6Ae
A. Grande	RH3Ad	Palo Blancosa	RH3Ae
Santa Rita	RH3Bb	Los Algodones	RH3Ba
El Novillo	RH6Af	Las Pocitas - La Soledad	RH3Ag
El Cenizo	RH3Ad	El Cajoncito	RH6Ar
Arroyo Hondo	RH3Ad	La Vieja	RH3Ae

FUENTE: INEGI. Conjunto de Datos Vectoriales de la Carta Topográfica, 1:250 000.

Las áreas de estudio en el municipio están dentro de las siguientes regiones hidrológicas (figura 10).

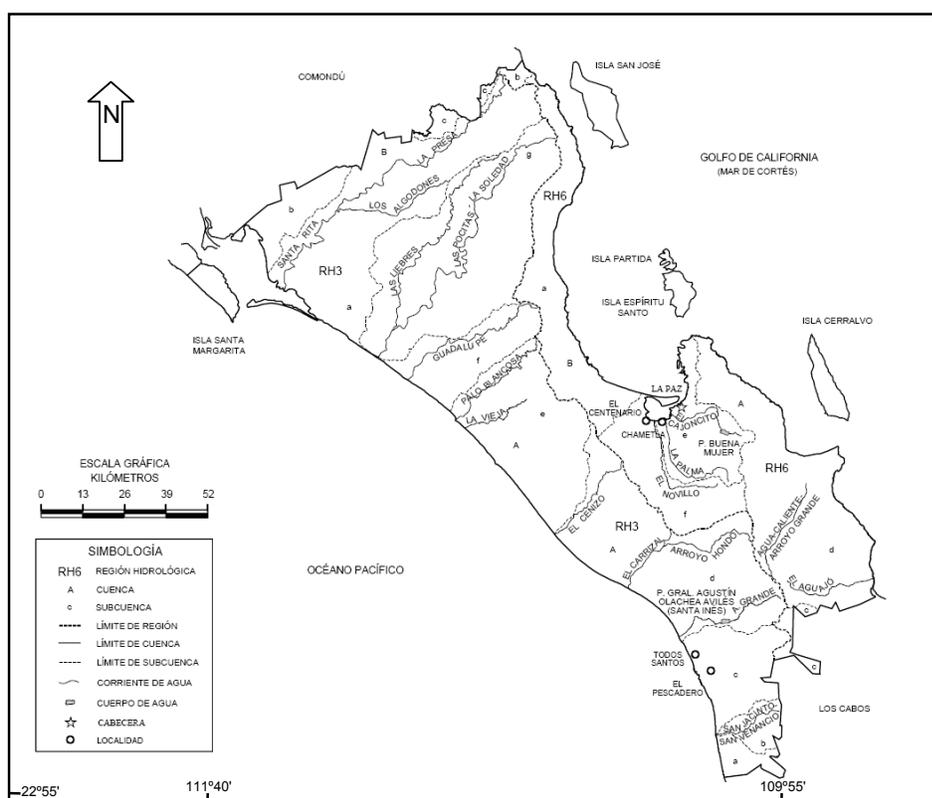


Figura 10. Hidrografía del municipio La Paz.

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 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 19% en las sierras y de 0 a 5% en las zonas llanas.

V. MARCO GEOLÓGICO (MPIO. LA PAZ)

V.1. GEOLOGÍA REGIONAL

La geología del municipio queda comprendida dentro de la provincia geológica Complejo Plutónico de La Paz y consiste de diversos ambientes geológicos entre los cuales se tienen los de origen metamórfico, ígneo intrusivo y extrusivo, secuencias sedimentarias marinas y depósitos continentales del Jurásico superior al Holoceno.

Las rocas más antiguas del área son rocas metamórficas (gneis, esquisto y metasedimentaria) de edad Jurásico superior-Cretácico inferior. Estas rocas se consideran más antiguas que las rocas graníticas dado que se tienen como colgantes dentro de ellas.

El área esta caracterizada por un basamento de rocas plutónicas, estas rocas corresponden a unidades cuyas edades van desde el Cretácico inferior al Mioceno medio. Los intrusivos más antiguos corresponden a granodiorita, gabro y diorita del Cretácico inferior, aflorando en la Sierra Las Cruces.

Posteriormente se registran intrusivos graníticos del Cretácico superior que conforman la mayor parte de la Sierra Las Cruces.

Sobreyace a estas rocas una secuencia de origen marino, volcánico y continental que varía en edad del Paleoceno al Holoceno.

En la base de esta secuencia se encuentra la Formación Tepetate de edad Paleoceno inferior-Eoceno superior representado por arenisca, limolita y fangolita con intercalaciones de coquina. Sobreyaciendo discordantemente se encuentra la Formación San Gregorio (Miembro San Juan-Formación El Cien) de edad Oligoceno superior, constituida por arenisca y lutita con horizontes de limolita, diatomita, coquina, conglomerado y capas de fosforita granular.

El Mioceno inferior temprano esta representado por la Formación San Isidro (Miembro Cerro Colorado-Formación El Cien) constituida por arenisca tobácea,

coquina y limolita en estratos delgados. Sobreyaciendo concordantemente en algunas localidades a la Formación San Gregorio y, en otras interdigitando con la Formación San Isidro se encuentra la Formación Comondú de edad Mioceno inferior Medio, constituida de la base a la cima por arenisca tobácea, arenisca y toba riolítica, piroclastos, brecha andesítica y toba riolítica así como horizontes de riolacita y basalto.

Sobreyaciendo a la Formación Comondú en forma discordante, existen depósitos de brecha basáltica y brecha andesítica de edad Mioceno superior-Plioceno inferior y basalto del Plioceno. Localmente relacionados con la base de la Formación Comondú se observan depósitos de ambiente continental representados por conglomerado polimíctico y arenisca roja de origen eólico.

La Formación Salada de edad Plioceno superior, aflora de manera irregular, consiste de arenisca y limolita semicompacta con intercalaciones de coquina en estratos delgados que suprayacen discordantemente en ciertas zonas a las formaciones Tepetate, San Gregorio y Comondú, de la misma edad. Sobreyaciendo discordantemente a la Formación Salada, se registran conglomerados polimícticos conformando mesas aisladas.

El Pleistoceno está representado por terrazas marinas y aluviales, así como por depósitos de dunas. En el Holoceno se depositaron sedimentos que comprenden depósitos de aluvión y terrazas aluviales constituidas por arena y conglomerado polimíctico mal clasificados, depósitos eólicos, depósitos de ambientes lacustres, depósitos de ambientes lagunares y depósitos litorales.

V.2. GEOLOGÍA LOCAL

La geología de las áreas de estudio, esta representada por rocas metamórficas, ígneas intrusivas-extrusivas, secuencias sedimentarias y depósitos continentales que varían en edad del Jurásico al Holoceno.

Rocas Metamórficas. Esta secuencia metamórfica consiste de metaarenisca, anfibolita, filita-pizarra, esquisto, gneis y caliza recristalizada, cuya edad y ambiente de depósito se desconoce, pero que experimentaron metamorfismo

regional de alta temperatura y de baja presión tipo Buchan (Aranda-Gómez y Pérez-Venzor, 1989).

Metaarenisca.- Se presenta de color gris oscuro a verde pardo, de grano medio a grueso, estructura compacta con foliación bandeada, textura gnéisica y microtextura granoblástica a alotriomórfica.

Anfibolita.- Varía de anfibolita a anfibolita de andesina. La roca presenta un color gris oscuro, estructura compacta, bandeado, textura neomatoblástica y microtextura granometaloblástica.

Filita-pizarra.- Presenta color gris oscuro a café ocre, de grano fino, estructura semicompacta con esquistosidad bien desarrollada y brillo satinado característico.

Esquisto.- Varía de esquistos de biotita a micaesquistos de muscovita-biotita. Se presenta de color gris a gris verdoso, estructura compacta, textura esquistosa cristaloblástica y microtextura granolepidoblástica a granoblástica orientada.

Gneis.- Varía de gneis cuarzofeldespático, augengneis a paragneis. Se presenta en forma bandeada burdamente estratificada con separación o lineamiento de minerales máficos y félsicos constituyendo a los enclaves. Son de color blanco con motas café, gris con motas blancas a verde oscuro, estructura compacta, textura granuda pseudofoliada a foliada y microtextura granoblástica a alotriomórfica.

Caliza recristalizada.- Constituida por calcita microcristalina, se define como una caliza recristalizada a roca calcárea con cristales de calcita, afectada por metamorfismo regional, pero sin llegar a ser un mármol. Se presenta de color blanco a beige cenizo, debido a impurezas, es de grano fino a medio, estructura compacta y textura cristalina.

Gneis-esquisto.- Consiste de una alternancia de gneis cuarzo feldespático con esquisto de hornblenda y biotita. Los gneis son de color claro, al microscopio se observa una textura granoblástica. Los esquistos son de color café claro a oscuro y dependiendo de la composición mineral pueden ser esquistos de biotita u hornblenda.

Rocas Ígneas Intrusivas. Diorita.- Varía de diorita de hornblenda y hornblenda-augita, hornblenda-biotita, diorita piroxénica cuarcífera a cuarzodiorita. Color gris claro a gris oscuro, verdoso a negro con motas blancas, estructura compacta, masiva, textura granuda porfirítica a afanítica. Hausback (1984), edad de 115 Ma (Cretácico inferior-Barremiano). El ambiente en el cual se formó esta roca es ígneo intrusivo.

Granodiorita.- Roca color gris a gris oscuro de grano grueso a medio. Textura hipidiomórfica granular. Aranda y Pérez (1988), consideran esta unidad más antigua que el granito. El ambiente en que se generó esta roca es ígneo intrusivo.

Granito.- Presenta colores claros que van de gris a rosa con un tamaño de grano de grueso a medio. Presenta una textura hipidiomórfica granular. Según Aranda y Pérez (1988), las rocas graníticas son más jóvenes que los plutones de composición básica e intermedia. Hausback (1984) en base a dataciones de K-Ar menciona edades de 70 a 109 Ma. Esta roca se formó en un ambiente ígneo intrusivo.

Rocas sedimentarias. Formación Tepetate (Paleoceno inferior - Eoceno superior). Mina-Uhink (1957) estima un espesor aflorante de 1,300 m. Fulwider (1976) reporta 1,400 m. En términos generales, la formación está compuesta por arenisca y limolita con intercalaciones de caliza, fangolita y muy pocas intercalaciones de toba. Una característica importante de esta formación es la presencia de macroforaminíferos. No aflora la base de la Formación Tepetate. A esta formación le sobreyacen discordantemente las formaciones San Gregorio y Salada.

Formación San Gregorio (Oligoceno superior). La unidad está compuesta principalmente por fangolita tobácea, fosfática o silíceas (porcelanitas), limolita, arenisca y fosforita granular. Además se encuentran intercalaciones de toba, diatomita, coquinita y conglomerado. Comúnmente se encuentra un conglomerado en la base y en la cima de la formación. El espesor de la secuencia es variable según la localidad. La secuencia sobreyace con una discordancia erosiva angular a la Formación Tepetate del Paleoceno-Eoceno. Sobreyaciendo a la Formación

San Gregorio se encuentran las formaciones San Isidro y Comondú. La Formación San Gregorio se depositó hasta el Mioceno temprano (21.5 Ma.; Kim y Barron 1986, McLean et al. 1987).

Formación San Isidro (Mioceno inferior). La unidad está compuesta por limolita, arenisca y arenisca conglomerática, arenisca coquinoide, coquina, conglomerado y toba. La Formación San Isidro sobreyace concordantemente a la Formación San Gregorio. Los micro y microfósiles indican una edad del Mioceno inferior (Kim, 1987; Fischer et al., 1995).

Formación Comondú (Mioceno inferior -Mioceno medio). La Formación Comondú está compuesta por arenisca tobácea y vulcanoclastos, arenisca conglomerática y fanglomerática, conglomerado, brecha, fangolita y limolita, toba y roca efusiva. La formación tiene su máximo espesor a lo largo de la cresta de la sierra La Giganta, se estima un espesor probablemente mayor de 1,000 m. La Formación Comondú sobreyace a la Formación San Gregorio y a la Formación San Isidro. La Formación Comondú tiene una edad de Mioceno inferior a medio. Su depositación inició hace aproximadamente 24 Ma. y terminó alrededor de 12.5 Ma. (Hausback, 1984).

Formación Salada (Plioceno superior, Tpl Ar-Lm). La secuencia está compuesta principalmente por limolita, arenisca e intercalaciones de coquina. En la base de la Formación Salada se encuentra un conglomerado arenoso fosilífero. Más arriba siguen arenisca y limolita. Mineralógicamente tienen una composición vulcanoclástica o cuarzosa-feldespática. En casi todas las rocas se observan algunos granos fosfáticos en menor porcentaje. El espesor completo de la Formación Salada, reconocido en barrenos, es aproximadamente 65 m (Quintus-Bosz, 1980). Sobreyace discordantemente a las formaciones Tepetate, San Gregorio y Comondú. Smith (1992) propone una edad de Mioceno superior basándose en diversos microfósiles.

Conglomerado polimíctico. Son depósitos de conglomerado arenoso hasta arenisca conglomerática con un bajo grado de litificación, formando la cima de varias mesas. Litológicamente varía de conglomerado arenoso a arenisca

conglomerática. Los clastos comúnmente son subredondeados a redondos, algunos también son subangulosos y tienen tamaños de varios decímetros. Los depósitos sobreyacen discordantemente a las rocas de la Formación Comondú. Estos depósitos tienen espesores variables. Es difícil determinar su edad ya que carecen de fósiles o de materiales apropiados para su fechamiento radiométrico. Se sugiere una edad de Plioceno superior. Este conglomerado es de interés económico ya que puede ser aprovechado como agregado pétreo.

Depósitos del Pleistoceno. Terrazas aluviales.- Son depósitos aluviales poco consolidados, formando terrazas en niveles diferentes a lo largo de los arroyos y coronando mesetas bajas. Las terrazas de mayor extensión tienen espesores que alcanzan varios metros. Su litología varía de arenisca mal seleccionada y arenisca conglomerática a conglomerado arenoso. Comúnmente son depósitos poco consolidados. Los clastos tienen diámetros de varios decímetros, la mayoría son subredondeados y redondos. Estas terrazas aluviales son de interés económico ya que pueden ser explotadas por agregados pétreos.

Terrazas marinas.- Son depósitos marinos que se encuentran en forma de terrazas elevadas a lo largo de las costas. Es arenisca conglomerática, arenisca coquinoide y coquina arenosa. Sobreyacen de manera discordante a varias unidades más antiguas.

Depósitos del Holoceno. Depósitos aluviales.- Son depósitos aluviales activos en los arroyos. Su espesor varía y puede alcanzar algunos metros en los arroyos principales. Son sedimentos sueltos y mal seleccionados, variando de arena a grava arenosa. Comúnmente, los clastos tienen diámetros de varios decímetros. Cubren discordantemente varias unidades más antiguas.

Depósitos litorales, lacustres y de planicies aluviales.

Son depósitos no consolidados. La litología varía de arenoso-limoso en la planicie aluvial a limoso en la planicie de inundación hasta arcilloso-limoso en los ambientes litorales-lagunares. Se estiman espesores de varios metros para estos depósitos en la planicie costera y en las planicies aluviales. Son sedimentos de

ambientes diferentes, incluyendo planicies aluviales con una morfología muy baja, planicies de inundación (lagos de playa, lacustre), planicie costera, zonas de mangle y dunas activas. Estos son de interés económico ya que pueden ser explotados por agregados pétreos.

VI. LOCALIDADES MINERALES (MPIO. LA PAZ).

(Carta de Yacimientos Minerales, Municipio La Paz, escala 1:250,000 al final del texto).

En el desarrollo de este inventario se identificaron **81 localidades** con interés geológico-minero, de las cuales 4 son de Minerales Metálicos, 10 de Minerales No Metálicos, 27 de roca dimensionable y 40 de Agregados Pétreos.

VI.1. LOCALIDADES DE MINERALES METÁLICOS

Se visitaron un total de **cuatro localidades** de minerales metálicos.

TABLA DE LOCALIDADES DE MINERALES METÁLICOS

CLAVE	NOMBRE	SUSTANCIA	ROCA ENCAJONANTE	ALTERACIÓN	ORIGEN
LP-058	La Polar	Au,Ag,Cu,Pb,Zn,W y Mo	Granodiorita deformada	silicificación, oxidación y argilitización	Epitermal
LP-062	Salomón	Au, Ag, Pb y Zn	Granodiorita deformada	silicificación, oxidación y caolinización	Epitermal
LP-076	Valle Perdido 1	Au, Ag, Pb, y Zn	Granodiorita	silicificación y oxidación	Epitermal
LP-077	Valle Perdido 2	Au, Ag, Pb, y Zn	Terrero	Oxidación	

Localidad La Polar, LP-058, (Mina abandonada), se localiza a 91 km en línea recta al S 78° W de la cabecera municipal. La geología esta constituida por granodiorita y metasedimentos (anfíbolita-esquistos y caliza recristalizada).

La mineralización se alojó en la granodiorita deformada, que presenta una foliación con rumbo N50°E y echado 70°-80°NW.

La estructura mineralizada es una veta de cuarzo de forma tabular con longitud en superficie de 100 m y un espesor de 0.40 a 0.60 m, presenta un rumbo de N50°W echado 62°NE.

Los minerales de mena son piritita, arsenopiritita, oro libre, galena y bornita, la ganga está constituida por limonita, hematita, y cuarzo, las alteraciones predominantes son silicificación, oxidación y argilitización.

A continuación se presentan los resultados de siete muestras colectadas en el área, tomadas de la cartografía 1:50,000, carta Todos Santos.

Resultados de siete muestras tomadas de la carta Todos Santos 1:50,000

Muestra No	Espesor	Au	Ag	Pb	Zn	Cu
		g/t		%		
TS-11	0.30	ND	ND	--	--	0.059
TS-12	0.60	3.10	ND	--	--	0.162
TS-13	0.40	0.02	ND	--	--	0.065
TS-14	0.35	0.12	ND	--	--	0.097
TS-15	0.20	0.20	ND	--	--	0.311
TS-16	0.30	ND	ND	--	--	0.058
TS-17	0.40	0.75	ND	--	--	0.150

En cuanto a la situación legal se presentan los datos obtenidos en la Agencia Minera de La Paz, BCS. Nombre El Encuentro Fracción I y II, Expediente 100/212, Agencia de Minería La Paz, Superficie 8,4194 y 17, 0721, Sustancias: Au, Ag, Cu, Zn, Pb, W y Mo, Concesionario José Aurelio Ortega Díaz.

Se desconocen sus reservas ya que no se conoce su profundidad (fotografía 1).



Fotografía 1. Vestigios de la Antigua minería Mina "La Polar".

Localidad Salomón, LP-062, (Prospecto-Metálico), se localiza a 94 km en línea recta al S79°E del palacio municipal. La geología esta constituida por granodiorita y metasedimentos (anfíbolita-esquistos y caliza recristalizada). La mineralización se alojó en la granodiorita deformada.

La estructura mineralizada es una veta de cuarzo de forma tabular con longitud en superficie de 200 m y un espesor de 0.80 m, presenta un rumbo de N53°W echado 58°NE, se desconoce su profundidad ya que la única obra minera está aterrada.

Los minerales de mena son óxidos y la ganga está constituida por limonita, hematita y cuarzo, las alteraciones que predominan son principalmente silicificación, oxidación y caolinización. Solo se observan zanjas de moderadas dimensiones, en algunas no se observa estructura (fotografía 2).



Fotografía 2. Localidad con alteración por oxidación, silicificación y caolinización.

Localidad Valle Perdido 1, LP-076, (Prospecto-Metálico), se localiza a 54 km en línea recta al S71°E de la cabecera municipal.

La litología está constituida por granodiorita, y metasedimentos (anfíbolita-esquistos y caliza recristalizada). La mineralización se alojó en la granodiorita deformada. Los minerales de mena son óxidos y la ganga son limonita y cuarzo.

Esta estructura es una veta de cuarzo de forma tabular con longitud en superficie de 200 m y un espesor de 0.30-0.50 m, presenta un rumbo de N56°W echado 62°NE, se desconoce su profundidad ya que la única obra minera está aterrada.

En esta localidad se observan indicios de los trabajos anteriores ya que existe un tiro el cual está aterrado (fotografías 3 y 4). Se enviaron dos muestras a laboratorio para su análisis químico (LP-076 y LP-076a).

Muestra No.	Ag g/t	Au g/t	Cu %	Pb %	Zn %
LC-076	26	63.061	0.065	0.394	0.017
LC-076a	12	4.632	0.025	0.331	0.029



Fotografía 3. Pequeñas veta con mineralización de óxidos.



Fotografía 4. Tiro aterrado a rumbo de la estructura mineralizada

Localidad Valle Perdido 2, LP-077, (Prospecto-Metálico), se localiza a 53.8 km en línea recta al S70°E de la cabecera municipal. Se trata de un terrero que dejó la antigua minería, se depositó sobre granodiorita y se presenta muy extendido con bajo espesor de un color beige a rojizo. Se tendrá que trabajar selectivamente. Presenta poca expresión topográfica ya que poco a poco se ha lixiviado por las lluvias. Tiene una longitud de 150 m, con un ancho de 100 m y un espesor de 0.50 m, para un **volumen potencial de 7,500 m³**. (fotografía 5): En

esta localidad se tomaron tres muestras para análisis químico (LP-077, LP-077a y LP-077b).

Muestra No.	Ag g/t	Au g/t	Cu %	Pb %	Zn %
LP-077	52	2.999	0.052	1.131	0.129
LP-077a	64	3.732	0.049	2.361	0.103
LP-077b	29	N.D.	N. D.	0.201	91.501
LP-077a DPL	64	3.966	0.051	2.381	0.111



Fotografía 5. Terrero de la antigua minería con valores interesantes de oro

VI.2. LOCALIDADES DE MINERALES NO METÁLICOS

Se visitaron un total de **10 localidades** de minerales no metálicos:

TABLA DE LOCALIDADES DE MINERALES NO METÁLICOS

CLAVE	NOMBRE	SUBSTANCIA	ROCA ENCAJONANTE	ALTERACIÓN	POTENC. (m³)	ORIGEN
LP-051	San Juan de la Costa	Fosforita	Lutita y arenisca		402'000,000 toneladas	Sedimentario
LP-057	Los Crestones	Caliza recristalizada	Anfibolita-esquistoso	Silicificación y carbonatización	1'120,000	Metamórfico regional
LP-073	Cerro Palos Verdes	Arcilla			2'700,000	Sedimentario
LP-080	Rancho El Otro Arroyo	Arcilla		Oxidación	105,000	Sedimentario

LP-061	Arroyo El Diablo	Arcilla		Oxidación	72,000	Sedimentario
LP-007	Laguna Seca	Arcilla		Oxidación	75,000	Sedimentario
LP-081	Agua Los Cochis	Arcilla		Oxidación	48,000	Sedimentario
LP-079	Arroyo El Ocotillo	Arcilla		Oxidación	40,000	Sedimentario
LP-078	Cerro El Talayote	Arcilla		Oxidación	24,500	Sedimentario
LP-074	La Bentonita	Arcilla		Oxidación	22,500	Sedimentario
LP-075	Valle Perdido	Arcilla		Oxidación	15,750	Sedimentario

Localidad San Juan de la Costa, LP-051, (Abandonado-Fosforita), se localiza a 48.0 km en línea recta al N54°W, de la cabecera municipal. El yacimiento consiste de capas de arenisca semiconsolidadas con intercalaciones de lutita y limolita en estratos delgados, además cuenta con horizontes de diatomita, capas de fosforita, coquina y abundantes capas de dolomía en espesores variados. Se han detectado varios horizontes mineralizados con espesores variables de 0.20 m a 2.20 m y leyes de 14% a mayores de 18% en contenido de fosfato (fotografías 6, 7 8 y 9).

El **potencial indicado con barrenación es superior a 402.3 millones de toneladas métricas secas (T.M.S.)** en fosfato.

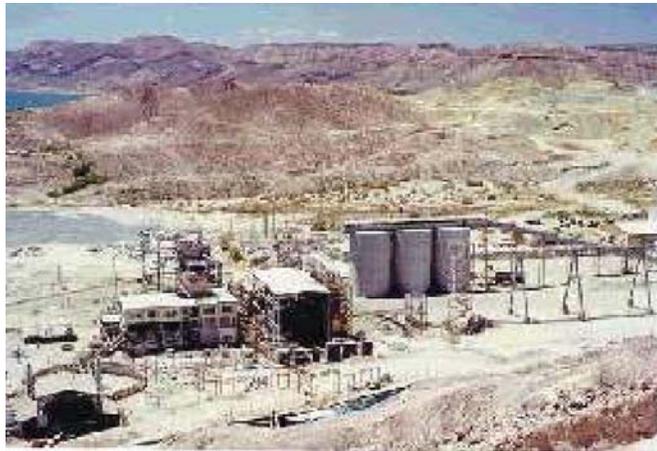
De este potencial evaluado se estimaron reservas inferidas con barrenación en las localidades del lote San Juan y San Juan de la Costa, a continuación se mencionan las toneladas evaluadas para cada área prospectiva.

Para el **lote San Juan** se tiene un **potencial de 346.9 millones de T.M.S.** con espesor promedio de 1.50 m y ley promedio de 18.5% en P₂O₅, y para **San Juan de la Costa** se tienen **reservas estimadas del orden de 55.4 millones** de T.M.S. con espesor de 1.50 m y ley promedio del 18% en pentóxido de fósforo.

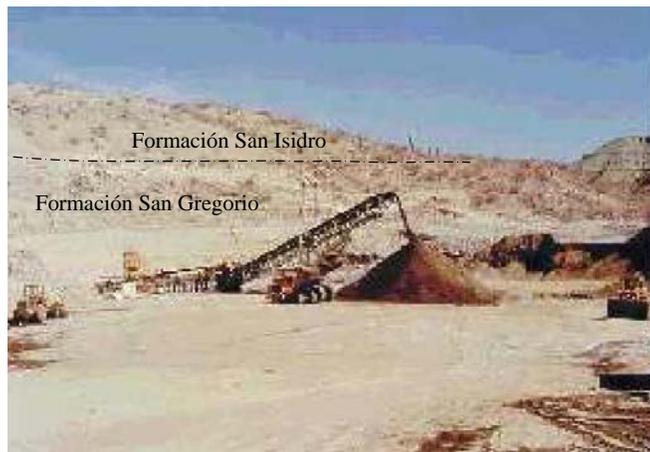
En este sitio se encuentran oficinas administrativas, maquinaria de excavación y transporte, planta de beneficio, patios de almacenaje y un muelle para el arribo de buques de gran calado donde se embarca el concentrado de fosforita.

La producción anual de este yacimiento era de 850,000 toneladas de concentrado, estimándose que para finales del año 2001, con base en la nueva planta de beneficio, se puedan producir 2 millones de toneladas de concentrado por año.

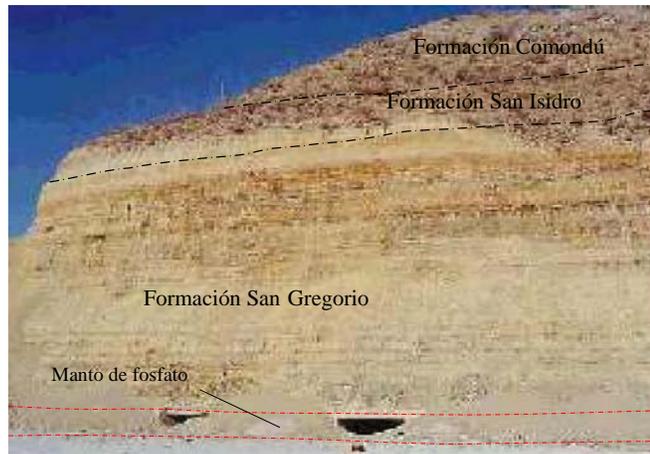
Actualmente se encuentra abandonado desde septiembre de 2001, debido a los daños causados por el huracán Juliette.



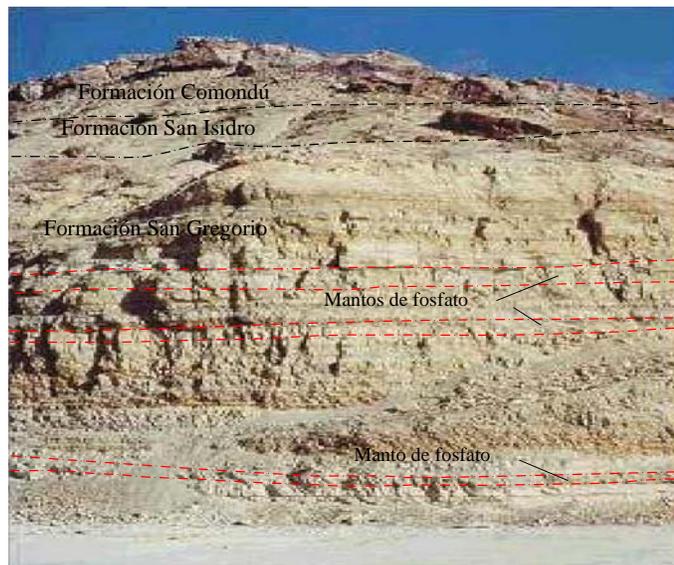
Fotografía 6. Panorámica planta de beneficio San Juan de La Costa.



Fotografía 7. Banda transportadora de mineral del interior mina.



Fotografía 8. Afloramiento de la Formación San Gregorio y manto de fosfato.



Fotografía 9. Afloramiento mantos de fosfato, San Juan de La Costa.

Localidad Los Crestones, LP-057, (Activo- Caliza Recristalizada Mármol), se localiza a 89.4 km en línea recta al S78°E de la cabecera municipal. Está constituida por horizontes de caliza recristalizada, anfíbolita-esquistos. Estas rocas se encuentran colgantes dentro de granodioritas y granitos deformados cataclásticamente. El horizonte de caliza recristalizada presenta una forma estratiforme-tabular, con inclinaciones de 41°-68°NW, y rumbo general de N4°-20°E a N-S.

La mineralogía propia de la caliza recristalizada está representada principalmente por carbonato de calcio (calcita microcristalina). Como minerales secundarios: óxidos de hierro, mica y ferromagnesianos, minerales que aumentan hacia los contactos con la anfibolita.

Se origina por metamorfismo regional que afectó a la secuencia sedimentaria, compuesta por rocas arcillo-calcáreas y caliza impura, debido a procesos de alta temperatura y presión, originados por la intrusión del batolito de la sierra de La Victoria.

El potencial que se desglosa lo realizó el Consejo de Recursos Minerales, mediante una visita de reconocimiento en 1998.

Resumen de Reservas evaluadas para la Caliza Los Crestones

Reservas	Positivas	Probables	Posibles
Porción Norte	328,845.00	234,281.00	679,290.00
Porción Sur	116,178.75	69,731.25	315,532.50
TOTAL	445,023.00	304,012.25	994,822.50

En el presente trabajo se obtuvo una longitud de 4,000 m, con un ancho promedio de 140 m y un espesor de 20 m, para un **volumen potencial de 1'120,000 m³**. Actualmente se está explotando como roca dimensionable en bardas y empedrados y no se usa para la producción de cal, como se hacía en los años 80. En esta localidad se recolectó una muestra para caracterización dando como resultado que la roca es un Mármol con minerales esenciales de: calcita 85% y diopsido 10%, minerales accesorios: cuarzo 2% y esfena 2% y como minerales secundarios a clorita 1% y el análisis químico cuantitativo reporta la siguiente composición: 96.97% CaCO₃, 0.11% Al₂O₃, 0.05% Fe₂O₃, 0.43% MgCO₃, 0.75% SiO₂ y 40.66% PxC. Sobre muestra calcinada el análisis químico dio: 88.02% CaO, 079% MgO, 0.096% Al₂O₃, 0.083% Fe₂O₃ y 1.089% SiO₂. De los resultados antes mencionados se observa que la muestra alcanza una alta reactividad de acuerdo a los límites que maneja la norma ATSM-C-110. El contenido de arenas, producto a + 325 mallas, se considera alto y consistió principalmente de material

crudo y sobre calcinado (en mayor proporción). La muestra calcinada es de mediana calidad, los usos propuestos se encuentran dentro la construcción como cal viva, cal hidratada, y cal hidráulica. También podría emplearse como cal química dada la reactividad alcanzada e incluso como cal viva para estabilizaciones en materiales para pavimentos y fabricación de vidrio. La muestra cruda tiene alto contenido de CaCO_3 (96.97%) y bajo contenido de Fe_2O_3 e insoluble, se estima probable su aprovechamiento en la industria siderúrgica, cementera, papelera, azucarera y en la obtención de carbonato de calcio precipitado, éste último utilizado en la industria farmacéutica. Por los resultados de la evaluación de la resistencia a la compresión, la roca podría emplearse como material para acabados arquitectónicos para construcción y propósitos estructurales, dado que cumple con las especificaciones de las normas ASTM-C-503 y 568. Hay que tomar en cuenta que existen requisitos adicionales, tanto físicos como químicos, para cada industria en particular, por lo que se recomienda desarrollar las evaluaciones complementarias para su uso más conveniente. (LP-057) (fotografías 10 y 11).



Fotografía 10. Localidad Los Crestones. Tajo de extracción de caliza.



Fotografía 11. Localidad Los Crestones. Panorámica de la estructura.

Localidad Cerro Palos Verdes, LP-073, (Activo-limolita-arcilla y fosforita), se localiza a 91.4 km en línea recta al N27°W de la cabecera municipal. Es una Secuencia sedimentaria compuesta por alternancia de lutita y limolita (laja), con arcilla y limo en espesores de 50 cm. Coronando a la secuencia se presenta una capa de fosforita de 1 m de espesor con una longitud de 3000 m, con un ancho de 600 m y un espesor de 1.5 m, para un **volumen potencial de 2'700,000 m³**.

El banco esta siendo explotado por laja y el material arcilloso no se utiliza. En esta localidad existe un gran potencial de arcilla, la que se presenta alternando con lutita, estas se recomiendan explotarse al mismo tiempo ya que al estar sacando las lajas queda el material arcilloso sin utilizarse y que debido a la naturaleza de los sedimentos que es rítmica para sacar una laja es necesario quitar el horizonte de la arcilla o limo, (fotografía 12).

De estas arcillas se mandaron dos muestras para caracterización, y una de fosforita para su análisis químico; también se dio muestras de arcilla a diversos artesanos para la fabricación de artesanías, para conocer su comportamiento en la elaboración de piezas artesanales. Estas arcillas se clasificaron como: Calcita

(CaCO₃), con porcentajes considerables de material arcilloso (illita K(Al,Mg)₃Si₃AlO₁₀(OH)₂ y feldespato potásico KAlSi₃O₈, hierro (hematina Fe₂O₃) y cuarzo (α-SiO₂), lo cual, las restringe a ser utilizadas como materia prima para la industria del vidrio y del papel principalmente, la muestra LP-073a puede ser de interés ya que reporta químicamente 35.53% de CaO, puede ser factible como fundente, en la industria del cemento y en la fabricación de cal (CaO).

Caracterización Químico-Mineralógica (Análisis Químico Cuantitativo)

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
LP-073a	2.834	1.188	1.141	0.485	0.789	35.539	20.452	29.14
LP-073b	6.084	1.189	2.016	1.075	1.393	27.984	27.811	20.78

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

Evaluación Cualitativa de Arcillas

Propiedades	LP-073a	LP-073b
Color	Blanco	Crema Claro
Atterberg	40.1	35.0
Plasticidad	Media	Alta
Trabajabilidad	Media	Alta
Arenosidad	Baja	Nula
Hinchamiento	Media	Baja
Tixotropía	Baja	Nula
Pegajosidad	Baja	Baja
Tersura	Alta	Media
No. Briquetas	8	7½

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.

Con lo que respecta a la muestra LP-073c de fosforita esta reporta valores de: 16.041% de P_2O_5 , 5.831% de CaO y 49.02 de Insolubles.



Fotografía 12. Afloramiento de limonita y arcillas y limos Localidad Cerro Palos Verdes.

Localidad Rancho El Otro Arroyo, LP-080, (Activo-arcilla), se localiza a 50.5 km al S66°E, de la cabecera municipal. Es una arcilla arenosa de color rojizo (producto de la alteración de minerales de hierro), contiene 60% de arcilla y limo, 35% de arena y 5% de grava y cantos de cuarzo. Se presenta en las partes planas y bajas cubriendo rocas graníticas; con material suelto de rocas intrusivas y metamórficas. Tiene una longitud de 500 m, con un ancho de 300 m y un espesor de 0.70 m, para un **volumen potencial de 105,000 m³**. No se tiene control en la explotación ya que se trabaja cuando lo requiere un pedido. Se utiliza en la elaboración de ladrillo, teja y artesanía muy localmente en el poblado El Rosario. En esta localidad se recolectaron tres muestras para caracterización de arcillas (LP-080, LP-080a y LP.080b), (fotografía 13). Las muestras LP-080 y LP-080b fueron clasificadas como material arenoso de cuarzo ($\alpha\text{-SiO}_2$) y hornblenda ($\text{NaCa}_2\text{Fe}_5(\text{Al},\text{Si})_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$); una aplicación inmediata es en la fabricación de ladrillos y tejas, ya que la coloración y dureza del quemado es adecuada para este

fin. Las muestras reportan resultados interesantes, los cuales podrían mejorar mediante la eliminación de Fe_2O_3 mediante separación magnética. La muestra Lp-080a Fue clasificada como Hornblenda ($\text{NaCa}_2\text{Fe}_5(\text{Al,Si})_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$, illita ($\text{K}(\text{Al,Mg})_3\text{Si}_3\text{Al}_{10}\text{O}_{10}(\text{OH})_2$) y cuarzo ($\alpha\text{-SiO}_2$). Registro alta trabajabilidad y plasticidad, nula arenosidad, alta tersura, alta dureza y baja absorción de agua; una aplicación inmediata es en la fabricación de ladrillos y tejas, ya que la coloración es adecuada para este fin. La muestra reportan resultados interesantes, los cuales podrían mejorar mediante la eliminación de Fe_2O_3 mediante separación magnética.

Caracterización Químico-Mineralógica (Análisis Químico Cuantitativo)

Muestra No	Al_2O_3^a	Na_2O^a	Fe_2O_3^a	K_2O^a	MgO^a	CaO^c	SiO_2^b	PxC^b
LP-080	17.081	1.537	8.836	0.678	2.968	3.918	57.265	6.14
LP-080a	18.856	1.122	10.366	0.428	2.836	3.316	54.125	8.54
LP-080b	19.272	1.188	10.279	0.489	2.669	3.218	54.475	8.40

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

c- Análisis por Volumetría

Evaluación Cualitativa de Arcillas

Propiedades	LP-080	LP-080a	LP-080b
Color	Rojizo	Rojizo	Rojizo
Atterberg	20.6	24.7	23.8
Plasticidad	Alta	Alta	Alta
Trabajabilidad	Alta	Alta	Alta
Arenosidad	Nula	Nula	Nula
Hinchamiento	Bajo	Bajo	Medio
Tixotropía	Nula	Nula	Nula
Pegajosidad	Media	Media	Media
Tersura	Muy Tersa	Muy Tersa	Muy Tersa
No. Briquetas	5	5	5

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.



Fotografía 13. Arcilla arenosa de color rojiza la cual puede ser utilizada en la fabricación de ladrillos y tejas.

Localidad Arroyo El Diablo, LP-061, (Prospecto-Arcilla), se localiza a 90.0 km en línea recta al S79°E, del palacio municipal. Es una arcilla limo-arenosa de color rojizo (producto de la alteración de minerales de fierro), contiene 60% de arcilla y limo, 35% de arena y 5% de fragmentos líticos. Se presenta en las partes bajas cubriendo a roca granítica. Tiene una longitud de 800 m, un ancho de 150 m y un espesor de 0.60 m, para un **volumen potencial de 72,000 m³**.

En áreas aledañas se observan pequeños bancos aislados de arcilla, pero por su

pequeño espesor no se consideraron, ya que es poco el volumen y se sacrificaría bastante flora endémica. Esta arcilla se usa en la elaboración de ladrillo en la región y en algunas localidades en artesanías. En esta localidad se recolectaron dos muestras para caracterización de arcillas (LP-061 y LP-061a) (fotografía 14).

Estas muestras fueron clasificadas como material arenoso de cuarzo (α -SiO₂), hornblenda (NaCa₂Fe₅(Al,Si)₈O₂₂(OH)₂) y feldespato potásico (KAlSi₃O₈). Las principales aplicaciones de las plagioclasas son en la industria del vidrio y la cerámica. Su alto contenido de FeO₃ (6.17% a 7.32%) restringe en gran medida su aplicación en la industria cerámica, una aplicación inmediata es en la fabricación de ladrillos. Las muestras evaluadas reportan resultados interesantes los cuales podrían mejorar mediante la eliminación de FeO₃ mediante separación magnética.

Caracterización Químico-Mineralógica (Análisis Químico Cuantitativo)

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
LP-061	15.682	1.928	7.321	1.638	1.491	1.987	58.832	6.92
LP-061a	14.529	2.602	6.176	2.096	1.857	3.609	63.966	3.48

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

c- Análisis por Volumetría

Evaluación Cualitativa de Arcillas

Propiedades	LP-061	LP-061a
Color	Rojo óxido	Anaranjado
Atterberg	29.9	17.7
Plasticidad	Alta	Alta
Trabajabilidad	Alta	Alta
Arenisidad	Baja	Baja
Hinchamiento	Nulo	Medio
Tixotropía	Nula	Media
Pegajosidad	Media	Baja
Tersura	Alta	Baja
No. Briquetas	7	5½

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.



Fotografía 14. Arcilla de la Localidad El Diablo

Localidad Laguna Seca, LP-007, (Activo-Arcilla), se localiza a 5.9 km en línea recta al N27°E de la cabecera municipal. Consiste de arcilla limo-arenosa, color café claro, con 65% de arcilla, 30 de arena y 5% de guijarro y grava. Tiene una longitud de 500 m, con un ancho de 100 m y un espesor de 1.50 m, para un **volumen potencial 75,000 m³**. Se explota a pico y pala respetando la flora del

lugar. Su uso principal está en la construcción en general, producción de tabique de 7x14x28, tabicón 10x15x30, loseta 5x14x28, jaboncillo 6x10x22, loseta piso 5x30x30 (LP-007) (fotografías 15 y 16)



Fotografías 15 y 16. Arcilla limo-arenosa utilizada en la fabricación de tabique.

Localidad Aguas Los Cochis, LP-081, (Prospecto-Arcillas), se localiza a 89.7 km en línea recta al S 78° E de la cabecera municipal. Es una arcilla limo-arenosa de color rojizo (producto de la alteración de minerales de hierro), contiene un 60% arcillas y limos, 35% arena y 5% de fragmentos líticos. Se presenta como depósito de talud, en parte presenta gran cantidad de rodados los cuales desaparecen aguas abajo. Estos bancos existen en parte erosionados cubriendo a rocas graníticas. Tiene una longitud de 800.0 m, con un ancho de 100.0 m y un espesor de 0.60 m, para un **potencial de 48,000 m³**. Se pueden utilizar en la elaboración de ladrillos y artesanía muy localmente. En esta localidad se recolectaron dos muestras para caracterización de arcillas (LP-081 y LP-081a). La muestra LP-081 fue clasificada como illita con porcentaje elevado de cuarzo ($\alpha\text{-SiO}_2$) y de hematina (Fe_2O_3), que perjudican la calidad del material, no puede emplearse en la elaboración de papel y pintura debido al contenido (Fe_2O_3), es recomendable en la elaboración de tejas debido a su baja absorción de agua (11.28% a 14.47%). Presenta buena coloración al quemado, alta dureza, mediana trabajabilidad y plasticidad, por ello también otra aplicación inmediata puede ser en la fabricación de ladrillos.

La Muestra LP-081a fue clasificada como illita-montmorillonita sódica con impurezas de plagioclasas ($(\text{Na,Ca})(\text{Si,Al})_4\text{O}_8$) y cuarzo ($\alpha\text{-SiO}_2$). Debido al color en el quemado limita su uso en cerámica blanca. Sus posibles aplicaciones se

encuentran moldes para fundición, material desengrasantes en pasta para gres, como arcilla formadora de suelos y en la fabricación de ladrillos (fotografía 17).

Caracterización Químico-Mineralógica (Análisis Químico Cuantitativo)

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
LP-081	18.311	2.491	11.089	0.678	2.853	7.079	49.772	7.74
LP-081a	16.116	2.283	7.921	1.241	2.753	4.995	58.191	6.26

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

c- Análisis por Volumetría

Evaluación Cualitativa de Arcillas

Propiedades	LP-081	LP-081a
Color	Anaranjado	Café claro
Atterberg	29.3	27.4
Plasticidad	Media	Media
Trabajabilidad	Media	Media
Arenosidad	Baja	Media
Hinchamiento	Nulo	Bajo
Tixotropía	Nula	Baja
Pegajosidad	Media	Baja
Tersura	Alta	Media
No. Briquetas	6½	6½

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.



Fotografía 17. Arcilla limo-arenosa, con presencia de gravas, fabricación de ladrillos y tejas.

Localidad Arroyo El Ocotillo, LP-079, (Prospecto-Arcilla), se localiza a 50.9 en línea recta al S68°E de la cabecera municipal. Es una arcilla limo-arenosa de color rojizo (producto de la alteración de minerales de hierro), contiene 70% de arcilla y limo, 25% de arena y 5% de fragmentos líticos. Tiene una longitud de 400 m, con un ancho de 100 m y un espesor de 1.0 m, para un **volumen potencial de 40,000 m³**. En áreas aledañas se observan pequeños bancos aislados de arcilla, pero por su pequeño espesor no se consideraron, ya que es poco el volumen y se sacrificaría bastante flora endémica. Se pueden utilizar en la elaboración de ladrillos y artesanía muy localmente. En esta localidad se recolectó una muestra para caracterización de arcillas (LP-079) La muestra LP-079, fue clasificada como illita con porcentaje elevado de cuarzo (α -SiO₂) y de hematina (Fe₂O₃), que perjudican la calidad del material, no puede emplearse en la elaboración de papel y pintura debido al contenido (Fe₂O₃), es recomendable en la elaboración de tejas debido a su baja absorción de agua (11.28% a 14.47%). Presenta buena coloración al quemado, alta dureza, mediana trabajabilidad y plasticidad, por ello también otra aplicación inmediata puede ser en la fabricación de ladrillos. (fotografía 18).

Caracterización Químico-Mineralógica (Análisis Químico Cuantitativo)

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
LP-079	17.967	2.171	5.891	1.831	2.007	2.421	61.827	5.66

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

c- Análisis por Volumetría

Evaluación Cualitativa de Arcillas

Propiedad	LP-079
Color	Anaranjado
Atterberg	20.4
Plasticidad	Media
Trabajabilidad	Media
Arenosidad	Media
Hinchamiento	Medio
Tixotropía	Baja
Pegajosidad	Baja
Tersura	Media
No. Briquet	5½

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



Fotografía 18. Arcilla de la Localidad Arroyo El Ocotillo

Localidad Cerro El Talayote, LP-078, (Prospecto-Arcilla), se localiza a 52.2 km en línea recta al S 69° E de la cabecera municipal. Es una arcilla limo-arenosa de color rojizo (producto de la alteración de minerales de hierro), contiene un 60% arcillas y limos, 35% arena y 5% de fragmentos líticos (gravas y cantos).

Tiene una longitud de 350.0 m, con un ancho de 100.0m y un espesor de 0.70 m, para un **potencial de 24,500 m³**. En áreas aledañas se observan pequeños bancos aislados de arcillas, pero por su pequeño espesor no se consideraron ya que es poco el volumen y se sacrificaría bastante flora endémica. Se pueden utilizar en la elaboración de ladrillos y artesanía muy localmente.

En esta localidad se recolectaron dos muestras para caracterización de arcillas (LP-078 y LP-078a) (fotografía 7). Las muestras fueron clasificadas como tremolitas ($\text{Ca}_2\text{Mg}_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$) con impurezas de montmorillonita sódica ($\text{Na}_{0.3}(\text{Al},\text{Mg})_2\text{Si}_4\text{O}_{10}\text{OH}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$), cuarzo ($\alpha\text{-SiO}_2$), plagioclasa ($(\text{Na},\text{Ca})(\text{Si},\text{Al})_4\text{O}_8$) y hematina (Fe_2O_3). La tremolita se utiliza como adorno y piedra preciosa. Las variedades asbestoides, llamadas amianto se emplean para la elaboración de trajes y protecciones ignífugas. Las muestras evaluadas reportan resultados interesantes como: alta dureza, baja contracción lineal y baja absorción de agua;

también los análisis químicos dieron resultados interesantes MgO (4.30% a 6.33%), su posible aplicación puede ser en la fabricación de ladrillos ya que las impurezas encontradas en las muestras tienen propiedades arcillosas (fotografía 19).

Caracterización Químico-Mineralógica (Análisis Químico Cuantitativo)

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
LP-078	16.271	2.211	7.215	1.153	4.309	5.597	58.283	4.96
LP-078a	17.081	1.698	10.351	0.331	6.336	8.613	50.896	4.69

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

c- Análisis por Volumetría

Evaluación Cualitativa de Arcillas

Propiedades	LP-078	LP-078a
Color	Café y anaranjado	Anaranjado oscuro
Atterberg	19.0	16.6
Plasticidad	Media	Media
Trabajabilidad	Media	Media
Arenosidad	Media	Media
Hinchamiento	Medio	Medio
Tixotropía	Media	Media
Pegajosidad	Baja	Baja
Tersura	Media	Media
No. Briquetas	5½	5½

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.



Fotografía 19. Arcilla de la Localidad Cerro El Talayote

Localidad La Bentonita, LP-074 (Activo-Arcilla), se localiza a 61.8 km en línea recta al N72°W de la cabecera municipal. Limolita arcillosa de color blanco, de estructura deleznable y textura clástica fina, con presencia de pequeños horizontes de lutita de color gris, hacia la cima presenta un horizonte con grava, cantos y pedacería de lutita en una matriz arcillosa, sobre el piso se observa material arcilloso que se presenta en pequeños pedazos que forman grietas de desecación. Los lugareños le llaman bentonita, la cual se llevaba a El Rosario para mezclarla con otra arcilla y elaborar teja y artesanía. Tiene una longitud de 150 m, con un ancho de 50 m y un espesor de 3 m, para un **volumen potencial de 22,500 m³**. Este volumen se puede incrementar al explorar áreas aledañas. Se puede utilizar en la elaboración de ladrillo, teja y artesanía. En esta localidad se recolectó una muestra para caracterización de arcillas (LP-074). La muestra, fue clasificada como illita con porcentaje elevado de cuarzo (α -SiO₂) y de hematina (Fe₂O₃), que perjudican la calidad del material, no puede emplearse en la elaboración de papel y pintura debido al contenido (Fe₂O₃), es recomendable en la

elaboración de tejas debido a su baja absorción de agua (11.28% a 14.47%). Presenta buena coloración al quemado, alta dureza, mediana trabajabilidad y plasticidad, por ello también otra aplicación inmediata puede ser en la fabricación de ladrillos. (fotografía 20).

Caracterización Químico-Mineralógica (Análisis Químico Cuantitativo)

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
LP-074	6.575	4.645	2.945	1.108	1.841	4.338	66.533	11.92

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

c- Análisis por Volumetría

Evaluación Cualitativa de Arcillas

Propiedad	LP-074
Color	Blanco
Atterberg	18.4
Plasticidad	Media
Trabajabilidad	Media
Arenosidad	Media
Hinchamiento	Medio
Tixotropía	Baja
Pegajosidad	Baja
Tersura	Media
No. Briquet	5½

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



Fotografía 20. Illita con cuarzo y hematina, se puede utilizar en la fabricación de ladrillos y tejas.

Localidad Valle Perdido, LP-075, (Prospecto-Arcillas), se localiza a 53.7 km en línea recta al S60°E de la cabecera municipal. Es una arcilla arenosa de color rojizo (producto de la alteración de minerales de hierro), contiene 60% de arcilla y limo, 35% de arena y 5% de fragmentos de cuarzo en forma de grava y cantos). Se presenta en la superficie de erosión de rocas graníticas. Tiene una longitud de 700 m, un ancho de 75 m y un espesor de 0.30 m, para un **volumen potencial de 15,750 m³**. Se pueden utilizar en la elaboración de ladrillos y artesanía muy localmente. En esta localidad se sacaron dos muestras para caracterización de arcillas (LP-075 y LP-075a). La muestra LP-075, fue clasificada como illita con porcentaje elevado de minerales arenosos (55.46% de SiO₂) y de hematina (8.30% de Fe₂O₃), que perjudican la calidad del material. Registró alta trabajabilidad y plasticidad, nula arenosidad, alta tersura, alta dureza y baja absorción de agua (8.16% a 13.61%), motivo por el cual, puede ser utilizada como mezcla para elaboración de ladrillos y tejas, en mezcla con material no graso, absorbente de aceite.

La muestra LP-075a, fue clasificada como material arenoso de cuarzo (α SiO₂) y plagioclasa ((Na,Ca)(Si,Al)₄O₈), impurificada con material arcilloso como illita

(K(Al,Mg)₃Si₃AlO₁₀(OH)₂) y tremolita (Ca₂Mg₅Si₈O₂₂(OH)₂). Registró alta trabajabilidad y plasticidad, alta tersura, alta dureza y baja absorción de agua (10.53% a 13.61%), motivo por el cual, puede ser utilizada como mezcla para la elaboración de ladrillos y tejas (fotografía 21).

Caracterización Químico-Mineralógica (Análisis Químico Cuantitativo)

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
LP-075	18.705	1.388	8.307	1.082	3.267	3.819	55.463	7.96
LP-075a	18.516	1.415	8.221	0.997	3.201	4.029	55.195	7.66

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

c- Análisis por Volumetría

Evaluación Cualitativa de Arcillas

Propiedades	LP-075	LP-075a
Color	Rojizo	Café
Atterberg	25	26.6
Plasticidad	Alta	Alta
Trabajabilidad	Alta	Alta
Arenosidad	Nula	Nula
Hinchamiento	Nulo	Bajo
Tixotropía	Nula	Nula
Pegajosidad	Media	Media
Tersura	Muy tersa	Muy tersa
No. Briquetas	6½	6

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.



Fotografía 21. Localidad Valle Perdido. Mostrando el poco espesor de los horizontes arcillosos.

VI.3. LOCALIDADES DE ROCA DIMENSIONABLE

Se visitaron un total de **27 localidades** de rocas dimensionables, de las que a continuación, se presenta una tabla con sus características principales y enseguida, una descripción de cada una de las localidades en que se encuentran y su volumen potencial.

TABLA DE LOCALIDADES DE ROCA DIMENSIONABLE

CLAVE	NOMBRE	SUSTANCIA	ROCA ENCAJONANTE	POTENCIAL (m³)	ORIGEN
LP-054	Los Viejos	Esquisto		270'000,000	Metamórfico
LP-052	Cerro La Capilla	Esquisto		156'000,000	Metamórfico
LP-039	La Cementera	Riolita-toba	Brechas volcánicas y areniscas epiclásticas	140'000,000	Volcánico
LP-071	Cerro El Palmar	Esquisto		100'000,000	Metamórfico
LP-072	La Capilla	Esquisto		24,500,000	Metamórfico
LP-031	Cerro Agua	Riolita		20'000,000	Volcánico

	Escondida				
LP-059	Cerro La Mojone	Esquisto		20'000,000	Metamórfico
LP-053	Punta Lobos	Esquisto		12'000,000	Metamórfico
LP-029	Cerro San Andrés	Riolita-toba	Areniscas epiclásticas	10'000,000	Volcánico
LP-028	Cerros Los Arquitos	Riolita		8'000,000	Volcánico
LP-017	Cerro San Juan 1	Riolita	Tobas y areniscas epiclásticas	6'000,000	Volcánico
LP-010	Punta Prieta	Ignimbrita		4'500,000	Volcánico
LP-073	Cerro Palos Verdes	Lutita	Limolitas y areniscas	2'700,000	Sedimentario
LP-027	Cerro Los Pozos	Riolita	Tobas y areniscas epiclásticas	2'625,000	Volcánico
LP-042	Arroyo La Tinaja	Toba		2'250,000	Volcánico
LP-057	Los Crestones	Caliza recristalizada	Anfibolita-esquisto	1'120,000	Metamórfico regional
LP-016	Cerro de San Juan	Ignimbrita-toba		1'000,000	Volcánico
LP-002	San Jorge	Toba-arenisca	Arenisca y tobas	800,000	Vulcano-sedimentario
LP-043	Arroyo El Sauce	Arenisca	Tobas riolíticas	900,000	Vulcano-sedimentario
LP-047	Arroyo La Tinaja 1	Toba		225,000	Volcánico
LP-049	Arroyo La Tinaja 3	Toba	Areniscas epiclástica y conglomerado reciente	225,000	Volcánico
LP-050	Arroyo La Tinaja 4	Toba	Areniscas epiclástica y conglomerado reciente	150,000	Volcánico
LP-024	Tres Hermanas	Gabro-norita	Granito	135,000	Intrusivo
LP-033	La Cantería	Toba	Areniscas epiclástica y conglomerado reciente	135,000	Volcánico
LP-021	Las Playitas	Granito		100,000	Intrusivo
LP-026	Tres Hermanas 1	Esquisto		57,600	Metamórfico
LP-040	Puntas Las Animas	Lutitas	Limolita y arenisca	4,500	Sedimentario
LP-022	El Brinquito	Toba		1,200	Volcánico
TOTAL				1,068'083,300	

Localidad Los Viejos, LP-054, (Activo-Esquisto), se localiza a 86 km en línea recta al S83°E de la cabecera municipal. Se define como metaarenisca de grano medio a grueso de origen sedimentario, generado a partir de arenisca arcósica, grauvaca y marga. Con foliación bien definida y caracterizada por franjas oscuras ricas en minerales ferromagnesianos (micas y anfíboles) alternando con franjas claras (blancas, grises y rosadas) de cuarzo y feldespatos. Tiene una longitud de 1800 m, con un ancho de 1000 m y un espesor de 150 m, para un **volumen**

potencial de 270'000,000 m³. Estos bancos se están trabajando parcialmente en diferentes niveles de donde sacan lajas y piedra para mampostería, y como tienen diferente competencia, se hace difícil su trabajo de modo artesanal en la obtención de lajas. Éstas se utilizan en fachadas y pisos principalmente, así como en la construcción en general, (fotografía 22).



Fotografía 22. Panorámica del Cerro Los Viejos extracción de lajas (esquistos).

Localidad Cerro La Capilla, LP-052, (Activo-Esquisto), se localiza a 83 km en línea recta al S82°E de la cabecera municipal. Se define como metaarenisca de grano medio a grueso de origen sedimentario, generado a partir de arenisca arcósica, grauvaca y marga. Con foliación bien definida y caracterizada por franjas oscuras ricas en minerales ferromagnesianos (micas y anfíboles) alternando con franjas claras (blancas, grises y rosadas) de cuarzo y feldespatos. Tiene una longitud de 1300 m, con un ancho de 1000 m y un espesor de 120 m, para un **volumen potencial de 156'000,000 m³**. El afloramiento está parcialmente activo a pequeña escala y se explota por bancos ya que presenta una roca de mayor dureza, la que se puede utilizar en mampostería. Esta roca se utiliza para sacar lajas para fachada y pisos, así como la de mayor dureza en la construcción en general, (fotografía 23).



Fotografía 23. Afloramiento de esquisto de donde se extrae laja

Localidad La Cementera, LP-039, (Prospecto-Riolita-toba), se localiza a 7.7 km en línea recta al N18°E de la cabecera municipal. Secuencia volcánica constituida por brecha volcánica, arenisca epiclástica, riolita y toba, (fotografía 24). Se presentan cuatro niveles que se pueden explotar de riolita-toba-riolita. Tiene una longitud de 2,000 m, con un ancho de 700 m y un espesor de 100 m, para un **volumen potencial de 140'000,000 m³**.

Esta localidad presenta buenas perspectivas para su explotación como roca dimensionable, tanto la toba como la riolita, que se pueden utilizar en la producción de grava mediante trituración y/o con la pedacería sobrante de los cortes de dichas rocas. Estas rocas se pueden utilizar en fachadas, bardas y pisos. Se envió muestra a laboratorio dando los siguientes resultados. Por las condiciones naturales de la muestra no fue posible elaborar cubos, para la prueba de resistencia a la compresión, pero se realizaron por: Absorción de agua 1.09%, Sanidad 72 horas Aceptable.

Por lo que respecta a los requisitos que marcan las normas ASTM-C-503 y 568, relacionadas a materiales para acabados arquitectónicos y para construcción y propósitos estructurales la roca no cumple con los requisitos.



Fotografía 24. Afloramiento de riolita, puede utilizarse en construcción en general.

Localidad Cerro El Palmar, LP-071, (Prospecto-Esquisto), se localiza a 101.0 km en línea recta al S81°E de la cabecera municipal. Es un afloramiento de esquisto de color gris claro a oscuro y se presenta en forma de colgante en rocas graníticas, su parte superior está muy erosionada e intemperizada por lo que se tendría que quitar esta parte para llegar a la roca fresca y así explotar esta área, (fotografía 25).

Tiene una longitud de 1000 m, por un ancho de 1000 y un espesor de 100 m, para un **volumen potencial de 100'000,000 m³**. y pueden ser aprovechadas en la construcción en fachadas y pisos. Son áreas muy extensas que se pueden explotar también por otro tipo de rocas como las graníticas las cuales se pueden utilizar como roca dimensionable y/o agregado pétreo en la construcción de bardas, cimientos y muros de contención.



Fotografía 25. Aforamiento de esquistos, localidad Cerro El Palmar

Localidad La Capilla, LP-072, (Prospecto-Esquistos), se localiza a 83 Km en línea recta al S82°E de la cabecera municipal. Esquistos de color gris oscuro, de estructura compacta y textura esquistosa, el cual se encuentra en forma de colgante en rocas graníticas, estas rocas son iguales a las aledañas que se observan en el cerro La Capilla. Tiene una longitud de 700 m, por un ancho de 500 m y un espesor de 70 m, para un **volumen potencial de 24'500,000 m³**. Se observan varios lugares dentro de esta localidad que han sido trabajados con anterioridad pero actualmente estos están parados, es un área con buenas perspectivas para su explotación. Estas rocas pueden ser aprovechadas en la construcción como fachadas y pisos.

Localidad Cerro Agua Escondida, LP-031, (Prospecto-Riolita), se localiza a 5.1 km en línea recta al S69°E de la cabecera municipal. Se observa una secuencia vulcanosedimentaria, constituida por toba pumicítica, arenisca epiclástica, y coronada por riolitas, (fotografía 26). Tiene una longitud de 2000 m por un ancho de 500 m y un espesor de 20 m, para un **volumen potencial de 20'000,000 m³**. Estas rocas se pueden utilizar en la construcción en general, las riolitas como lajas para fachadas y pisos y con la pedacería de estas en la producción de gravas de diferente diámetro mediante trituración y las tobas se pueden utilizar

como cantera en fachadas principalmente. También se puede observar sobre sus laderas gran cantidad de material de estas rocas desde el tamaño de grava a bloques mayores de 1.0 m, los cuales también se pueden aprovechar.



Fotografía 26. Afloramiento de secuencia volcanoclástica, pueden ser utilizadas en la construcción en general.

Localidad Cerro La Mojonera, LP-059, (Activo-Esquisto), se localiza a 89 km en línea recta al S78°E de la cabecera municipal. La roca de este banco es la misma que la de las localidades anteriores, es un esquisto de color gris claro a oscuro, de textura compacta y textura esquistosa (Fotografía 27). Tiene una longitud de 500 m, con un ancho de 500 m y un espesor de 80 m, para un **potencial de 20'000,000 m³**. El afloramiento se explota en varios niveles con base en la competencia de la roca. La roca mas compacta se utiliza en la construcción en general como mampostería y el esquisto se utiliza como laja en fachadas y pisos. Se envió muestra a laboratorio dando los siguientes resultados. Por las condiciones naturales de la muestra no fue posible elaborar cubos, para la prueba de resistencia a la compresión, pero se realizaron por: Absorción de agua 1.17%, Sanidad 72 horas Aceptable. Por lo que respecta a los requisitos que marcan las normas ASTM-C-503 y 568, relacionadas a materiales para acabados arquitectónicos y para construcción y propósitos estructurales la roca no cumple con los requisitos establecidos



Fotografía 27. Afloramiento de esquistos localización La Mojonera

Localidad Punta Lobos, LP-053, (Prospecto-Esquistos), se localiza a 81.8 km en línea recta al S84°E de la cabecera municipal.

Estas rocas metasedimentarias se encuentran dentro de una franja regional bien definida de rumbo NE-SW, y a su vez se manifiestan como colgantes (roof pendant), se encuentran en contacto litológico discordante con granodiorita, su contacto con ella es casi horizontal y su inclinación varía de 2° a 6° NW y SW. Es conocido como gneis punta Lobos, (fotografía 28).

Se presenta con una longitud de 500 m, con un ancho de 400 m y un espesor de 60 m, para un **volumen potencial de 12'000,000 m³**.

La existencia de fracturamiento en planos más o menos uniformes puede utilizarse como guía para extraer lajas, que se pueden aprovechar para fachadas y pisos en la construcción.



Fotografía 28. Panorámica de afloramiento de esquistos para roca dimensionable

Localidad Cerro San Andrés, LP-029, (Prospecto-Riolita-toba), se localiza a 16.8 km en línea recta al S68°E de la cabecera municipal. Es una secuencia vulcanosedimentaria, constituida por intercalaciones de toba pumicítica, arenisca epiclástica, coronada por riolita (fotografía 29). Con una longitud de 1000 m, con un ancho de 500 m y un espesor de 20 m, para un **volumen potencial de 10'000,000 m³**. Estas rocas se pueden utilizar en la construcción en general, la riolita en lajas para pisos y fachadas y mediante trituración en gravas de diferente presentación, las tobas se pueden utilizar en la fabricación de macetas. Se envió muestra a laboratorio dando los siguientes resultados.

Por las condiciones naturales de la muestra no fue posible elaborar cubos, para la prueba de resistencia a la compresión, pero se realizaron por: Absorción de agua 24.31%, Sanidad 72 horas No Aceptable.

Por lo que respecta a los requisitos que marcan las normas ASTM-C-503 y 568, relacionadas a materiales para acabados arquitectónicos y para construcción y propósitos estructurales la roca no cumple con los requisitos.



Fotografía 29. Afloramiento de secuencia volcanoclástica, para construcción en general.

Localidad Cerro Los Arquitos, LP-028, Prospecto-Riolita), se localiza a 15.6 km en línea recta al S69°E de la cabecera municipal. Secuencia vulcanosedimentaria, constituida por toba pumicítica, arenisca epiclástica y coronada por riolita, (fotografía 30). Tiene una longitud de 1000 m por un ancho de 400 m y un espesor de 20 m, para un **volumen potencial de 8'000,000 m³**.

Estas rocas se pueden utilizar en la construcción en general, la riolita como laja para fachadas y pisos y con la pedacería de éstas, en la producción de gravas en diferente presentación mediante trituración, con la explotación, las tobas que se pueden utilizar como cantera en fachadas principalmente se aumentaría considerablemente su potencial.

También se puede observar sobre sus laderas gran cantidad de material de estas rocas desde el tamaño de grava a bloques mayores de 1 m, los cuales también se pueden aprovechar.



Fotografía 30. Afloramiento de secuencia volcanoclástica, para construcción en general.

Localidad Cerro San Juan 1, LP-017, (Prospecto-Riolita), se localiza a 3.8 km en línea recta al N64°E de la cabecera municipal. Consiste en una secuencia vulcanosedimentaria constituida por conglomerado, arenisca, toba y coronadas por riolita, (fotografía 31). Se presentan en 3 niveles y aislados a no más de 200 m por lo cual se maneja como una localidad.

Tiene una longitud de 500 m, un ancho de 400 m y un espesor de 30 m, para un **volumen potencial de 6'000,000 m³**. Actualmente no existe camino pero éste se encuentra a no más de 500 m.

Estas rocas se pueden utilizar en la construcción en general, la riolita como laja para fachadas y pisos y con la pedacería de éstas y los conglomerados en la producción de grava para diferente diámetro mediante trituración, y la toba como cantera.



Fotografía 31. Afloramiento de secuencia volcanoclástica, para construcción en general.

Localidad Cerro Palos Verdes, LP-073, (Activo-Lutita-arcilla), se localiza a 91.4 km en línea recta al N27°W de la cabecera municipal. Es una Secuencia sedimentaria compuesta por alternancia de lutita, con arcilla y limo en espesores de 50 cm. Coronando a la secuencia se presenta una capa de fosforita de 1 m de espesor con una longitud de 3000 m, con un ancho de 600 m y un espesor de 1.5 m, para un **volumen potencial de 2'700,000 m³**.

El banco esta siendo explotado por laja y el material arcilloso no se utiliza. En esta localidad existe un gran potencial de lajas que miden hasta 8 m por 1.5 m, las cuales se tienen que partir para su manejo ya que no cuentan con el equipo adecuado para su laboreo, así como también por arcilla, la que se presenta alternando con lutita y limonita, estas se recomiendan explotarse al mismo tiempo ya que al estar sacando las lajas queda el material arcilloso sin utilizarse y que debido a la naturaleza de los sedimentos que es rítmica para sacar una laja es necesario quitar el horizonte de la arcilla o limo, (fotografía 32).

Por la condición natural de la muestra no fue posible elaborar cubos, para prueba de resistencia a la compresión, pero si se realizaron por absorción de agua 7.29%, Sanidad 72 horas Calidad Aceptable. Por lo que respecta a los requisitos que marcan las normas ASTM-C-503 y 568, relacionadas a materiales para acabados arquitectónicos y para construcción y propósitos estructurales, la roca no da cumplimiento a estos requisitos.



Fotografía 32. Afloramiento de limonita y arcillas y limos Localidad Cerro Palos Verdes.

Localidad Punta Prieta, LP-010, (Prospecto-Ignimbrita), se localiza a 8.9 km en línea recta al N05°E de la cabecera municipal. Ignimbrita de color rosa claro, de estructura compacta y textura tobácea. Tiene una longitud de 500 m, con un ancho de 300 m y un espesor de 30 m, para un **volumen potencial de 4'500,000 m³**.

Se tiene un buen potencial en lomeríos aislados los cuales pueden ser utilizados y así elevar el potencial del área. Se pueden aprovechar en la construcción en general como losetas para fachadas, bardas y pisos. Esta localidad presenta trabajos de explotación de donde se extrajo poco material posiblemente para la construcción de la marina Costa Baja, en donde se puede observar claramente como salen los bloques de esta roca para su aprovechamiento, (fotografía 33).



Fotografía 33. Afloramiento de riolita en donde se observa las caras de los cortes actualmente se utilizan en muros de contención y no como roca dimensionable.

Localidad Cerro Los Pozos, LP-027, (Prospecto-Riolita), se localiza a 15.3 km en línea recta al S67°E de la cabecera municipal. Secuencia vulcanosedimentaria, constituida por toba pumicítica, arenisca epiclástica y coronado por riolita. Tiene una longitud de 700 m por un ancho de 150 m y un espesor de 25 m, para un volumen potencial de 2'625,000 m³.

Estas rocas se pueden utilizar en la construcción en general, la riolita como laja para fachadas y pisos y con la pedacería de éstas, en la producción de grava en diferentes diámetros mediante trituración; con la explotación de la toba que se puede utilizar como cantera en fachadas principalmente, se aumentaría considerablemente su potencial hasta a 13 millones.

También se puede observar sobre sus laderas gran cantidad de material de estas rocas desde el tamaño de grava a bloques mayores de 1 m, los cuales también se pueden aprovechar (fotografía 34).



Fotografía 34. Afloramiento de riolita localidad Cerro Los Pozos

Localidad Arroyo La Tinaja, LP-042, (Prospecto-Toba), se localiza a 46.9 km en línea recta al N30°W de la cabecera municipal. Es una toba riolítica conocida como toba Salmón de color rosa, de estructura compacta.

Es la toba más potente en la Formación Comondú. Sobreyace a la arenisca epiclástica, de color gris oscura llamada (Arenisca San Juan), (fotografía 35).

Tiene una longitud de 500 m, con un ancho de 300 m y un espesor de 15 m, para un **volumen potencial de 2'250,000 m³**, pero en algunas localidades aledañas a ésta, puede tener más de 20 m de espesor.

Esta toba puede utilizarse en la construcción en general como pisos, fachadas, etc.



Fotografía 35. Afloramiento Toba Salmón, localidad La Tinaja

Localidad Cerro San Juan, LP-016, (Activo-Ignimbrita-toba), se localiza a 3.8 km en línea recta al N69°E de la cabecera municipal. Secuencia volcánica constituida por toba riolítica, ignimbrita, toba pumicítica coronada por riolita, (fotografía 36). Tiene una longitud de 1000 m, con un ancho de 50 m y un espesor de 20 m, para un **volumen potencial de 1'000,000 m³**.

Este potencial se podría incrementar limpiando el talud del cerro y el encape de la riolita, invirtiendo en el equipo adecuado. La toba se puede utilizar en fachadas y pisos, así como en la construcción de cimientos, bardas y muros de contención; la riolita en la producción de laja y en mampostería. Este banco se está explotando a pequeña escala (a pico, pala y cuña). Se tomó muestra para realizarle pruebas físicas resultando que la resistencia a la compresión es de 879.62 kg/cm², Sanidad 72 horas calidad No aceptable y absorción de agua 7.66%. En general por lo que respecta a los requisitos que marcan las normas ASTM-C-503 y ASTM-C-568, relacionadas a materiales para acabados arquitectónicos y para la construcción y estructurales, la muestra evaluada no da cumplimiento a estos requisitos.

Aunque la roca reúne el requisito a la resistencia a la compresión esta no cumple con todos los requisitos de las normas. Antes de sanidad, la calidad de corte es bueno, aristas dañadas, superficie lisa al tacto. Falla por colapso lateral, núcleo en forma de centro de manzana y se produjeron lajas de gajos y láminas.



Fotografía 36. Afloramiento de tobas riolíticas Cerro San Juan, en donde se observan los trabajos de extracción.

Localidad San Jorge, LP-002, (Activo-Toba-arenisca), se localiza a 17.5 km en línea recta al N16°E de la cabecera municipal. Afloramiento de la Formación Comondú, hacia su base presenta arenisca compacta de color, rojiza, coronada por toba riolítica, en su parte media y separando a éstas, se tiene una toba montmorillonítica muy intemperizada (este afloramiento se presenta en los dos flancos del arroyo) (fotografía 37).

Tiene una longitud de 1000 m, con un ancho de 100 m y un espesor de 20 m, para un **volumen potencial de 2'000,000 m³**. Este afloramiento se ha explotado anteriormente, pero todavía queda material por extraer.

Actualmente está inactivo pero hay equipo pesado e indicios que se estuvo trabajando con equipo de corte, es posible que solamente trabaje sobre pedido, sin embargo, no se pudo contactar a las personas que lo trabajan. Se tomaron dos muestras para realizarles pruebas físicas dando como resultado que la toba tiene

una resistencia a la compresión de 347.05 kg/cm², Absorción de agua 6.37% y sanidad 72 horas no Aceptable, la roca no cumple los requisitos de las normas ASTM-C-503 y ASTM-C-568. Antes de sanidad, la calidad de corte es bueno, aristas ligeramente deformadas, superficie arenosa al tacto. Falla por colapso lateral, núcleo en forma de centro de manzana y se produjeron lajas de gajos y láminas.



Fotografía 37. Afloramiento de toba intercalada con arenisca.

Localidad Los Crestones, LP-057, (Activo- Caliza Recristalizada Mármol), se localiza a 89.4 km en línea recta al S78°E de la cabecera municipal. Está constituida por horizontes de caliza recristalizada, anfibolita-esquistos. Estas rocas se encuentran colgantes dentro de granodioritas y granitos deformados cataclásticamente. El horizonte de caliza recristalizada presenta una forma estratiforme-tabular, con inclinaciones de 41°-68°NW, y rumbo general de N4°-20°E a N-S.

Se origina por metamorfismo regional que afectó a la secuencia sedimentaria, compuesta por rocas arcillo-calcáreas y caliza impura, debido a procesos de alta temperatura y presión, originados por la intrusión del batolito de la sierra de La Victoria.

En el presente trabajo se obtuvo una longitud de 4,000 m, con un ancho promedio de 140 m y un espesor de 20 m, para un **volumen potencial de 1'120,000 m³**.

Actualmente se está explotando como roca dimensionable en bardas y empedrados y no se usa para la producción de cal, como se hacía en los años 80. En esta localidad se recolecto una muestra para caracterización dando como resultado que la roca es un Mármol con minerales esenciales de: calcita 85% y diopsido 10%, minerales accesorios: cuarzo 2% y esfena 2% y como minerales secundarios a clorita 1%.

Por los resultados de la evaluación de la resistencia a la compresión, la roca podría emplearse como material para acabados arquitectónicos para construcción y propósitos estructurales, dado que cumple con las especificaciones de las normas ASTM-C-503 y 568.

Hay que tomar en cuenta que existen requisitos adicionales, tanto físicos como químicos, para cada industria en particular, por lo que se recomienda desarrollar las evaluaciones complementarias para su uso más conveniente. (LP-057) (fotografías 10 y 11).

Localidad Arroyo El Sauce, LP-043, (Prospecto-Arenisca), se localiza a 48 km en línea recta al N19°W de la cabecera municipal.

Es una arenisca compacta, color verde, de grano fino a medio, con intercalaciones de toba en espesores de 30 a 40 cm. Tiene una longitud de 300 m, con un ancho de 100 m y un espesor de 30 m, para un **volumen potencial de 900,000 m³**, el cual se puede incrementar al doble tomando en cuenta las dos márgenes del arroyo.

Esta arenisca se puede aprovechar en la construcción como piso y fachadas, recomendándose más para pisos que para fachadas ya que las lajas salen gruesas y con más peso, (fotografías 38).



Fotografía 38. Afloramiento de arenisca, lajas para piso.

Localidad Arroyo La Tinaja 1, LP-047, (Prospecto-Toba), se localiza a 47 km en línea recta al N28°W de la cabecera municipal. Toba riolítica (toba Salmón) de color rosa, de estructura compacta, se presenta coronando a arenisca epiclástica de color gris claro (Arenisca San Juan), es la misma litología que las localidades de Las Tinajas.

Presenta una longitud de 150 m, un ancho de 100 m y un espesor de 15 m, para un **volumen potencial de 225,000 m³**.

Esta toba puede utilizarse en la industria de la construcción, para pisos, fachadas, en la fabricación de macetas y floreros, etc.

Actualmente la arenisca epiclástica (San Juan) no tiene interés económico, (fotografía 39).



Fotografía 39. Afloramiento de tobas de color rosa, área San Juan de la Costa

Localidad Arroyo La Tinaja 3, LP-049, (Prospecto-Toba), se localiza a 46.9 km en línea recta al N30°W de la cabecera municipal.

Está localidad presenta la misma litología que la localidad La Tinaja y que la anterior, pero en ésta, se presenta coronada por un conglomerado polimíctico.

Tiene una longitud de 150 m, con un ancho de 150 m y un espesor de 10 m, para un **volumen potencial de 225,000 m³**, pero en algunas localidades aledañas a ésta, puede tener más de 20 m de espesor. Esta toba puede utilizarse en la construcción en general, para pisos, fachadas, etc. y el conglomerado de 2 m de espesor puede ser aprovechado para la producción de grava mediante trituración, (fotografía 40).



Fotografía 40. Afloramiento de tobas de color rosa área, San Juan de la Costa

Localidad Arroyo La Tinaja 4, LP-050, (Prospecto-Toba), se localiza a 47 km en línea recta al N31°W de la cabecera municipal. Toba riolítica (toba Salmón) de color rosa, de estructura compacta, se presenta coronando a arenisca epiclástica de color gris claro (Arenisca San Juan), es la misma litología que las localidades de Las Tinajas. Con una longitud de 150 m, un ancho de 150 m y un espesor de 10 m, para un **potencial de 225,000 m³**. Esta toba puede utilizarse en la construcción en general como pisos, fachadas. La arenisca no presenta interés económico actualmente, sin embargo, estas se pueden utilizar para relleno, (fotografía 41).



Fotografía 41. Afloramiento de tobas de color rosa área, San Juan de la Costa

Localidad Tres Hermanas, LP-024, (Prospecto-Gabro), se localiza a 22.7 km en línea recta al S66°E de la cabecera municipal. Esta roca varía de gabro a gabronorita (hiperita), aflora en forma de apófisis o troncos (stock), muy irregulares. A esta roca se le dio el nombre informal Gabro El Novillo; es un complejo relativamente homogéneo y ligeramente deformado y se encuentran en contacto con rocas graníticas. En esta localidad se presenta en forma de dique, (fotografía 42). Tiene una longitud de 150 m, con un ancho de 60 m y un espesor de 15 m, para un **volumen potencial de 225,000 m³**.

La roca presenta fracturamiento en 2 direcciones, la principal de rumbo N38°W con 29°SW y el secundario con rumbo N65°W con 47°NE, lo que permite que la roca se pueda cortar en bloques para su explotación. Esta roca puede ser utilizada en la construcción en general, en la fabricación de pisos, fachadas y en mampostería. Se recolectó una muestra para realizarle pruebas físicas: La muestra fue preparada y cortada en prisma de $130.07 \pm 2.81 \text{ cm}^3$, peso específico de 2.81, absorción de agua 0.11%, resistencia a la compresión $1,628 \text{ kg/cm}^2$, sanidad 72 h Calidad Aceptable y la resistencia a la compresión después de sanidad es de $1,815.0 \text{ kg/cm}^2$. 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 presentó 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 fractura irregular.



Fotografía 42. Afloramiento de gabro El Novillo

Localidad La Cantería, LP-033, (Prospecto-Toba), se localiza a 18.8 km en línea recta al S54°E de la cabecera municipal. Secuencia vulcanoclástica, constituida por arenisca epiclástica conglomerática, toba de color rosa, de estructura compacta coronadas por un conglomerado polimíctico reciente, (fotografía 43). Tiene una longitud de 300 m, con un ancho de 150 m y un espesor de 3 m, para un **volumen potencial de 135,000 m³**.

Estas rocas se pueden aprovechar en la construcción en general, la toba como cantera, el conglomerado en la producción de grava de diferentes diámetros, y la arenisca epiclástica es parecida a la de arenisca San Juan, en San Juan de la Costa, no tiene interés económico, sin embargo, puede ser utilizarse como relleno.



Fotografía 43. Afloramiento de secuencia volcanoclástica, Tobas, conglomerados y areniscas epiclásticas.

Localidad Las Playitas, LP-021, (Prospecto), se localiza a 21.6 km en línea recta al S52°E de la cabecera municipal. Granito de color gris oscuro, de grano medio, estructura compacta y textura equigranular. La roca aflora en grandes bloques formando pequeños lomeríos. Presenta una longitud de 100 m, con un ancho de 50 m y un espesor de 20 m, para un **volumen potencial de 100,000 m³**. Que aunque la roca se presenta fracturada esta puede salir en bloques de buenas dimensiones para su explotación.

En áreas aledañas se puede observar este mismo tipo de roca y se puede buscar otros afloramientos con las mismas características y aumentar su potencial, estas áreas se encuentran fuera de la superficie de estudio.

Se pueden aprovechar en la elaboración de pisos y fachadas, así como en la construcción en general como cimiento, bardas y muros de contención (fotografía 44).



Fotografía 44. Afloramiento de granito de la Localidad Las Playitas

Localidad Tres Hermanas 1, LP-026, (Prospecto-Esquisto), se localiza a 22.5 km en línea recta al S78°E de la cabecera municipal. Esta roca varía de esquistos de biotita a micaesquistos de muscovita-biotita de color gris a gris verdoso de estructura compacta, de textura esquistosa cristaloblástica, se muestra en forma tabular de rumbo N75°E; vertical, (fotografía 45). La roca presenta alteración por cloritización, caolinización y oxidación.

Tiene una longitud de 200 m, con un ancho de 12 m y un espesor de 24 m, para un **potencial de 57,600 m³**. Esta roca se puede aprovechar siguiendo sus planos de foliación en pisos y fachadas.

Por las condiciones naturales de la muestra no fue posible elaborar cubos, para las pruebas de resistencia a la compresión, pero si se realizaron por Absorción de agua 1.03%, sanidad 72 horas Aceptable.

Por lo que respecta a los requisitos que marcan las normas ASTM-C-503 y 568, relacionada a materiales para acabados arquitectónicos y para la construcción y propósitos estructurales no cumple con los requisitos.



Fotografía 45. Afloramiento de esquistos en donde se observa su foliación para ser utilizada en lajas.

Localidad Punta Las Animas, LP-040, (Prospecto-Lutita), se localiza a 60.3 km en línea recta al N44°W de la cabecera municipal. Secuencia sedimentaria compuesta por lutita, limolita y arenisca de grano fino, rocas de la Formación San Gregorio, coronadas por arenisca epiclástica de color verde, característico de las rocas de la Formación San Isidro, (fotografía 46).

Tienen una longitud de 300 m, con un ancho de 10 m y un espesor de 1.50 m, para un **potencial de 4,500 m³**. Estas rocas pueden ser aprovechadas como lajas en fachadas y pisos. Este afloramiento se presenta sobre la playa y se puede observar en áreas aledañas afloramientos similares a este, que posiblemente se puedan aprovechar en el momento que se construya camino (Fotografía).

Se recolectó una muestra para realizarle pruebas físicas; por las condiciones naturales de la muestra no fue posible elaborar cubos, para las pruebas de resistencia a la compresión, Pero si se realizaron por Absorción de agua 4.42%, sanidad 72 horas Aceptable. Por lo que respecta a los requisitos que marcan las

normas ASTM-C-503 y 568, relacionada a materiales para acabados arquitectónicos y para la construcción y propósitos estructurales no cumple con los requisitos.



Fotografía 46. Afloramiento de lutitas y limonitas al norte de San Juan de La Costa

Localidad El Brinquito, LP-022, (Prospecto-Toba), se localiza a 21 km en línea recta al S58°E de la cabecera municipal. Toba riolítica de color rosa, estructura compacta y textura tobácea, se presenta con poca expresión topográfica, (fotografía 47). Tiene una longitud de 30 m, con un ancho de 20 m y un espesor de 2 m, para un **potencial de 1,200 m³**. El afloramiento no presenta el espesor total por lo que se infiere que por lo menos tiene un poco más de 2 m, tomándose la decisión de tomar un espesor de 2 m para el cálculo. Se puede utilizar como en la fabricación de macetas, floreros etc. Se recolectó una muestra para realizarle pruebas físicas. Por las condiciones naturales de la muestra no fue posible elaborar cubos, para las pruebas de resistencia a la compresión, Absorción de agua 11.58%, sanidad 72 horas No Aceptable.

Por lo que respecta a los requisitos que marcan las normas ASTM-C-503 y 568, relacionada a materiales para acabados arquitectónicos y para la construcción y propósitos estructurales no cumple con los requisitos.



Fotografía 47. Afloramiento reducido de toba riolítica área Las Playitas.

VI.4. LOCALIDADES DE AGREGADOS PÉTREOS

Se visitaron un total de **40 localidades** de agregados pétreos:

TABLA DE LOCALIDADES DE AGREGADOS PÉTREOS

CLAVE	NOMBRE	SUSTANCIA	POTENCIAL	ORIGEN
LP-064	Arroyo Santa Rosa	Granito	6'000,000	Intrusivo
LP-004	Paredones Prietos	Grava-arena	5'400,000	Sedimentario
LP-034	Cerro San Andrés	Grava	4'000,000	Sedimentario
LP-036	Cerro El Mezquitito	Grava	4'000,000	Sedimentario
LP-035	Puente Ocho de Octubre	Arena-grava	2,500,000	Sedimentario
LP-044	Los Tesitos	Grava	2'500,000	Sedimentario
LP-066	Arroyo San Jacinto	Arena	1'200,000	Sedimentario
LP-067	Arroyo El Gaspareño	Arena	1'050,000	Sedimentario
LP-032	El Cardonal	Grava	840,000	Sedimentario
LP-014	Arroyo El Cajoncito	Arena	800,000	Sedimentario
LP-015	Arroyo El Cajoncito 1	Arena	600,000	Sedimentario
LP-068	Arroyo La Tinaja	Arena	460,000	Sedimentario
LP-056	Las Lagunillas	Arena	360,000	Sedimentario

LP-048	Arroyo La Tinaja 2	Grava	320,000	Sedimentario
LP-038	El Barril	Grava	240,000	Sedimentario
LP-063	Las Tunas	Arena-grava	240,000	Sedimentario
LP-020	Arroyo Cachimba	Grava	225,000	Sedimentario
LP-037	Punta Prieta 1	Grava	224,000	Sedimentario
LP-009	Rancho San Miguel	Grava	220,000	Sedimentario
LP-065	Arroyo Grande	Arena	200,000	Sedimentario
LP-005	Cañada La Leña	Grava-arena	150,000	Sedimentario
LP-070	El Cajoncito 1	Arena	150,000	Sedimentario
LP-069	El Cajoncito	Arena	130,000	Sedimentario
LP-025	La Palma	Arena	100,000	Sedimentario
LP-041	Arroyo Las Tarabillas	Grava	100,000	Sedimentario
LP-006	Arroyo Los Núñez	Arena-grava	100,000	Sedimentario
LP-045	Arroyo El Cajoncito 2	Arena	100,000	Sedimentario
LP-013	Arroyo San Porfirio	Grava	100,000	Sedimentario
LP-003	El Coyote	Grava-arena	90,000	Sedimentario
LP-055	El Trampuchete	Arena	90,000	Sedimentario
LP-011	Arroyo Agua de Vázquez	Arena	80,000	Sedimentario
LP-060	Rancho Los Crestones	Arena	80,000	Sedimentario
LP-023	Cañada Honda	Grava	60,000	Sedimentario
LP-008	La Fortuna	Grava	60,000	Sedimentario
LP-018	Santa Lucia	Grava-arena	60,000	Sedimentario
LP-019	Santa Victoria	Arena-grava	56,000	Sedimentario
LP-012	La Cañada de Las Yegua	Grava-arena	40,000	Sedimentario
LP-046	Arroyo El Cajoncito 3	Arena	40,000	Sedimentario
LP-030	La Barrosa	Grava-arena	20,000	Sedimentario
LP-001	Playa Cachimba	Grava-arena	15,000	Sedimentario
Total				

Localidad Arroyo Santa Rosa, LP-064, (Prospecto-Granito), se localiza a 88 km en línea recta al S79°E de la cabecera municipal. Granito de color blanco, de estructura compacta y textura equigranular, se presenta en forma de lomeríos suaves, muy fracturado, por lo que no se recomienda como roca dimensionable es posible que al estarlo explotando y al llegar a la roca fresca, ésta se comporte de otra manera y trabajarse como dimensionable, (fotografía 48).

Tiene una longitud de 500 m, con un ancho de 200 m y un espesor de 60 m, para un **volumen potencial de 6'000,000 m³**. Se llegó a esta localidad debido a que hasta aquí llega el crestón de caliza recristalizada pudiéndose así explotar estos dos recursos en el área. Se puede utilizar en cimientos, bardas y muros de contención.



Fotografía 48. Afloramiento de Granito, se puede utilizar en cimientos, bardas y muros de contención.

Localidad Paredones Prietos, LP-004, (Activo-Grava-arena), se localiza a 19.2 km en línea recta al N23°E de la cabecera municipal. Son terrazas aluviales compuestas por conglomerados finos, moderadamente clasificados; presenta clastos del tamaño de grava fina a gruesa y esporádicos cantos rodados, (fotografía 49). Tiene una longitud de 450 m, con un ancho de 400 m y un espesor de 30 m, para un **potencial de 5'400,000 m³**.

En la fecha que se visitó este banco no estaba trabajando pero en patio se observa material ya clasificado tanto grava como arena, que se obtienen por selección en criba. Se extrae material solo cuando se requiere, observándose equipo pesado en el lugar para su explotación.



Fotografía 49. Banco activo producción de grava y arena

Localidad Cerro San Andrés, LP-034, (Prospecto-Grava), se localiza a 17.4 km en línea recta al S61°E de la cabecera municipal. Consiste en una terraza aluvial compuesta por un conglomerado polimíctico color café claro a beige, estructura de semicompacta a compacta, mal clasificado con clastos que varían desde el tamaño de guijarros a cantos mayores de 30 cm, en una matriz areno-arcillosa, (fotografía 50). Se presenta con una longitud de 800 m, con un ancho de 500 m y un espesor de 10 m, para un **volumen potencial de 4'000,000 m³**.

Estas terrazas pueden ser aprovechadas triturando los cantos para la producción de grava en diferentes diámetros y, como subproducto, la arena, la que se podrá utilizar en la construcción en general.



Fotografía 50. Terraza aluvial para extracción de gravas y como subproducto arena.

Localidad Cerro El Mezquitito, LP-036, (Activo-Grava), se localiza a 7.4 km en línea recta al S78°E de la cabecera municipal. Son terrazas aluviales compuestas por conglomerado polimíctico, mal clasificado con clastos que varían desde tamaño de grava a cantos rodados o mayores de 50 cm, en una matriz arenarcillosa, (fotografía 51). Tiene una longitud de 500 m, con un ancho de 400 m y un espesor de 20 m, para un **potencial de 4'000,000 m³**.

La grava se obtiene por selección en criba y por triturado y el material arenoso es utilizado como relleno, actualmente se está trabajando con un explotación baja, debido a que se está limpiando el área de extracción y la explotación no es planeada ya que se extrae de un lugar y de otro al mismo tiempo. El material de cantos rodados que se utilizara para la producción de grava se envía a trituradoras aledañas, ya que en la localidad no existe infraestructura para este fin.



Fotografía 51. Banco activo producción de grava y arena como subproducto

Localidad Puente Ocho de Octubre, LP-035, (Activo-Arena-grava), se localiza a 4.6 km en línea recta al S13°W de la cabecera municipal. El arroyo presenta 70% de arena de grano medio a grueso, grava y cantos rodados 20% y limos 10%, producto de la erosión de roca granítica, (fotografía 52). Tiene una longitud de 2500 m, con un ancho de 500 m y un espesor de 2 m, para un **potencial de 2'500,000 m³**.

La grava se puede obtener por medio de criba o mediante trituración de los cantos rodados, los cuales no son aprovechados actualmente, ya que los concesionarios trabajan la riolita y no el granito porque dicen que no sirve para grava. Su uso está en la construcción en general. Este material se encuentra apilado junto con arena sucia que se utiliza como relleno.



Fotografía 53. Banco activo sobre el arroyo El Cajoncito conteniendo producción de arena.

Localidad Los Tesitos, LP-044, (Activo-Grava), se localiza a 7.5 km en línea recta al S15°E de la cabecera municipal. Son terrazas aluviales compuestas por conglomerado polimíctico, mal clasificado con clastos que varían del tamaño de grava a cantos rodados o mayores de 50 cm, en una matriz areno-arcillosa, (fotografía 52). Tiene una longitud de 500 m, con un ancho de 500 m y un espesor de 10 m, para un **potencial de 2'500,000 m³**.

Producen grava $\frac{3}{4}$ 90 m³ al día, pero cuentan con equipo para producir hasta 350 m³ por día, como subproducto obtienen arena la cual contiene mucha arcilla y que se puede utilizar como relleno, pero no tiene mercado y solo se comercializa cuando se requiere, este material será utilizado para rellenar las áreas ya explotadas para amortiguar el impacto ambiental en la localidad.



Fotografía 53. Banco activo, producción de grava, se observa equipo de trituración y criba hechiza.

Localidad Arroyo San Jacinto, LP-066, (Prospecto-Arena), se localiza a 102 km en línea recta al S79°E de la cabecera municipal. El arroyo está constituido en 85% por una arena arcillo-limosa de grano medio a grueso, 10% de limo y arcilla y esporádica grava en 5%; estos materiales son producto de la erosión de roca granítica. Se presenta con una longitud de 4000 m, con un ancho de 150 m y un espesor de 2 m, para un **volumen potencial de 1'200,000 m³**.

Su uso principal está en la construcción en general. En sus márgenes se presentan terrazas compuestas por conglomerados, los cuales en su momento se pueden utilizar en la producción de grava mediante trituración, igual que las rocas graníticas que afloran en otras zonas de sus márgenes, (fotografía 54).



Fotografía 54. Arena para la construcción, Arroyo San Jacinto.

Localidad Arroyo El Gaspareño, LP-067, (Prospecto-Arena), se localiza a 107.6 km en línea recta al S80°E de la cabecera municipal. El material del arroyo, producto de la erosión de rocas graníticas, está constituido en 90% por una arena arcillo-limosa de grano medio a grueso, 8% de limo y arcilla y esporádica grava en un 2%. Se presenta con una longitud de 3500 m, con un ancho de 150 m y un espesor de 2 m, para un **volumen potencial de 1'050,000 m³**. Su principal uso está en la construcción en general. En las márgenes del arroyo se presentan terrazas continentales compuestas por conglomerado polimíctico, los cuales en su momento se pueden utilizar en la producción de grava mediante trituración y/o selección por cribas y como subproductos arena, (fotografía 55).



Fotografía 55. Arena para la construcción, Arroyo San Jacinto

Localidad El Cardonal, LP-032, (Abandonado-Grava), se localiza a 4.8 km en línea recta al S68°E de la cabecera municipal. Son terrazas aluviales compuestas por conglomerado polimíctico, moderadamente clasificado con clastos que varían del tamaño de grava a cantos rodados, en una matriz areno-arcillosa, (fotografía 56). Tiene una longitud de 600 m, con un ancho de 200 m y un espesor de 7 m, para un **potencial de 840,000 m³**.

Actualmente está abandonado pero puede reactivarse en cualquier momento debido al buen potencial que presenta la localidad. Se extraía grava mediante selección por criba, pero se puede utilizar una trituradora y así incrementar su potencial. En el área se observa aún la tolva y otros implementos utilizados en la extracción. Es probable que el material se enviara a las trituradoras aledañas a la ciudad de La Paz.



Fotografía 56. Banco de grava activo, producción intermitente

Localidad Arroyo El Cajoncito, LP-014, (Prospecto-Arena), se localiza a 8 km en línea recta al N88°E, de la cabecera municipal. El material del arroyo está compuesto en 90% por una arena limo-arcillosa de grano medio a grueso, mal clasificada e inmadura, limo y arcilla en 5% y grava y cantos rodados en 5%.

Se presenta con una longitud de 2000 m, con un ancho de 200 m y un espesor de 2 m, para un **volumen potencial de 800,000 m³**. Su principal uso está en la

construcción en general. Aguas abajo existen explotaciones de este recurso por varios concesionarios, (Fotografía 57).



Fotografía 57. Arena para la construcción arroyo El Cajoncito, aledaño a La Paz.

Localidad Arroyo El Cajoncito1, LP-015, (Activo-Arena), se localiza a 7.1 km en línea recta al S01°E de la cabecera municipal. Consiste de un banco de arena limo-arcillosa grano medio a grueso, mal clasificada e inmadura, con un contenido de 95% arena y 5% de grava y cantos rodados de 1 m. Presenta una longitud de 2500 m, con un ancho de 120 m y un espesor de 2 m, para un **potencial de 600,000 m³**.

El banco está siendo explotado actualmente por medio de una planta para cribado en la producción de arena. Este material primeramente es pasado por cribas hechizas donde se separa la grava, cantos y bloques esporádicos, para luego alimentar a la criba para la obtención del producto final. El material de grava, cantos y bloques pueden ser utilizados en la producción de grava mediante trituración y así de esta manera aprovechar todos los recursos de la localidad, (fotografía 58).



Fotografía 58. Banco activo de arena, arroyo El Cajoncito

Localidad Arroyo La Tinaja, LP-068, (Prospecto-Arena), se localiza a 116 km en línea recta al S80°E de la cabecera municipal. Consiste 85% de una arena limo-arcillosa de grano medio a grueso, 10% de limo y arcilla, y 5% de grava y rodados. Se presenta en una longitud de 2300 m, con un ancho de 100 m y un espesor de 2 m, para un **potencial de 460,000 m³**. En algunas zonas presenta bloques de roca granítica hacia sus márgenes, los cuales pueden ser utilizados en la construcción de muros de contención, bardas y cimentación de casas. El uso principal de estos materiales está en la construcción en general, (Fotografía 59).



Fotografía 59. Arroyo donde se muestra arena y rodados de roca granítica.

Localidad Las Lagunillas, LP-056, (Activo-Arena), se localiza a 86 km en línea recta al S81°E de la cabecera municipal. Consiste de un banco de arena de grano medio a grueso en un 80%, 15% de limo y arcilla y 5% de cantos rodados, observándose también mayores de 50 cm de roca granítica principalmente. Tiene una longitud de 1200 m, con un ancho de 150 m y un espesor de 2 m, para un **potencial de 360,000 m³**. De este banco se extrae arena la cual es cernida para quitar los materiales gruesos como grava y cantos rodados mediante cribas hechizas, los cantos y bloques aunque escasos, pueden ser utilizados en mampostería en bardas, cimentación y muros de contención, (fotografía 60).



Fotografía 60. Banco de arena activo, con esporádicos rodados de granito

Localidad **Arroyo La Tinaja 2, LP-048, (Prospecto-Grava)**, se localiza a 46.3 km en línea recta al N29°W de la cabecera municipal. Sobre el cauce del arroyo se observa 35% de grava y cantos, 60% de arena y 5% de limo; la grava y cantos son de origen volcánico. Tiene una longitud de 2000 m, con un ancho de 80 m y un espesor de 2 m, para un **volumen potencial de 320,000 m³**.

Estos materiales se pueden utilizar, mediante trituración, en la producción de grava de diferentes diámetros para utilizarse en la industria de la construcción, arena como subproducto, estos materiales se utilizan poco en la construcción ya que se presentan contaminados por arcilla y limo, además de que es necesario utilizar más volumen debido al tamaño de grano que es más fino que el producto

de la erosión de rocas graníticas elevando los costos, pero sí pueden ser utilizados como relleno, (fotografía 61).



Fotografía 61. Arroyo en donde se observa grava de diferente tamaño y arena

Localidad El Barril, LP-038, (Prospecto-Grava), se localiza a 8 km en línea recta al N30°E de la cabecera municipal. Son terrazas continentales, constituidas por conglomerado polimíctico, semiconsolidado, mal clasificado con clastos que varían desde el tamaño de guijarros a mayores de 30 cm en una matriz areno-limosa, presentándose con baja expresión morfológica. Tiene una longitud de 800 m, con un ancho de 150 m y un espesor de 2 m, para un **potencial de 240,000 m³**. Estas terrazas se pueden utilizar para la producción de gravas ya sea por selección con criba o por medio de trituración y sus subproductos como relleno y revestimiento de caminos vecinales, (fotografía 62).



Fotografía 62. Se pueden observar grava y cantos

Localidad Las Tunas, LP-063, (Activo-Arena-grava), se localiza a 93 km en línea recta al S81°E de la cabecera municipal. Consiste de arena limo-arcillosa conglomerática de grano medio a grueso, semiconsolidada; en un 80% y con 15% de grava y cantos rodados. Tiene una longitud de 400 m, con un ancho de 200 m y un espesor de 3 m, para un **volumen potencial de 240,000 m³**. En su momento se utilizó para construcción de muros de represas y como relleno. Puede ser utilizada para la producción de grava mediante clasificación por criba y por trituración de los materiales gruesos, (fotografía 63).



Fotografía 63. Banco de arena abandonado.

Localidad Arroyo Cachimba, LP-020, (Prospecto-Grava), se localiza a 21.5 km en línea recta al N09°E de la cabecera municipal. Son terrazas continentales, constituidas por conglomerado polimítico, semiconsolidado, mal clasificado con clastos que varían del tamaño de grava a mayores de 30 cm en una matriz arenolimsa, presentándose con baja expresión morfológica a lo largo de la línea de costa, (fotografía 64). Tiene una longitud de 500 m, con un ancho de 150 m y un espesor de 3 m, para un **potencial de 225,000 m³**.

Estas terrazas se pueden utilizar para la producción de grava ya sea por selección con criba o por medio de trituración. En áreas aledañas se observan indicios de antiguas tolvas que se utilizaban en las extracciones anteriores.



Fotografía 64. Material apilado que puede ser utilizado de inmediato.

Localidad Punta Prieta 1, LP-037, (Abandonado-Grava), se localiza a 9 km en línea recta al N08°E de la cabecera municipal. El banco está compuesto por 55% de arena limo-arcillosa, y 45% de grava y cantos rodados, (fotografía 65). Tiene una longitud de 1400 m, con un ancho de 80 m y un espesor de 2 m, para un **volumen potencial de 224,000 m³**. Actualmente esta localidad no se encuentra trabajando, pero existe gran cantidad de material apilado, principalmente grava, cantos rodados y bloques, que son utilizados en la producción de grava mediante selección en criba como por trituración. Su uso principal está en la construcción.



Fotografía 65. Banco de grava abandonado, observándose material apilado.

Localidad Rancho San Miguel, LP-009, (Activo-Grava) se localiza a 10.5 km en línea recta al N05°E de la cabecera municipal. Sobre el arroyo se observa 80% de grava, cantos rodados y bloques, 15% de arena y 5% de limo y arcilla. Presenta una longitud de 1100 m, con un ancho de 100 m y un espesor de 2 m, para un **volumen potencial de 220,000 m³**.

Este potencial se puede incrementar al explotar las terrazas aluviales aledañas. Tiene una producción de 300 a 350 m³ de grava ³/₄ al día, como subproducto se obtiene arena, que se utiliza como relleno.

Su principal uso está en la construcción en general, (fotografía 66).



Fotografía 66. Banco de grava-arena activo con gran cantidad de rodados los cuales son triturados para producción de grava.

Localidad Arroyo Grande, LP-065, (Prospecto-Arena), se localiza a 85 km en línea recta al S81°E de la cabecera municipal. El material del arroyo presenta 80% de una arena de grano fino a medio, limo 15% y 5% de grava y cantos rodados, producto de la erosión de rocas graníticas, (fotografía 67).

Tiene una longitud de 2000 m, con un ancho de 50 m y un espesor de 2 m, para un **volumen potencial de 200,000 m³**. Estos materiales se pueden utilizar en la industria de la construcción. Hacia sus márgenes se presenta roca granítica, la

que en su momento se podrán utilizar en la elaboración de bardas y muros de contención.



Fotografía 67. Arroyo con arena y esporádicos rodados, localidad Arroyo Grande.

Localidad Cañada La Leña, LP-005, (Activo-Grava-arena), se localiza a 14.7 km en línea recta al N29°E de la cabecera municipal.

El lecho del arroyo está constituido por 60% de arena arcillo-limosa de grano medio a grueso, 40% de grava y cantos rodados. Tiene una longitud de 500 m, con un ancho de 150 m y un espesor de 2 m, **para un volumen potencial de 150,000 m³**.

Este potencial puede incrementarse considerablemente tomando en cuenta las terrazas aluviales constituidas por conglomerado al margen del cauce del arroyo.

Actualmente tiene una producción de grava de $\frac{3}{4}$ y para sello de $\frac{3}{8}$, con una producción de 100 m³ por día. Se observa que se deja mucho material grueso sobre el lecho del arroyo, el cual debería ser aprovechado para los mismos fines. Sus principales usos están en la construcción en general y como sello en carreteras (fotografía 68).



Fotografía 68. Banco activo localidad La Leña

Localidad El Cajoncito 1, LP-070, (Prospecto-Arena), se localiza a 111 km en línea recta al S80°E del palacio municipal. El arroyo presenta 90% de una arena de grano medio a muy grueso, 5% de limo y arcilla y 5% de grava y cantos rodados; este material es producto de la erosión de roca granítica.

Tiene una longitud de 1500 m, con un ancho de 50 m y un espesor de 2 m, para un **volumen potencial de 150,000 m³**. Estos materiales se pueden utilizar en la construcción en general, y tendrán su mercado hacia los Cabo, debido a la cercanía con éstos.

Localidad El Cajoncito, LP-069, (Prospecto-Arena), se localiza a 112 km en línea recta al S80°E de la cabecera municipal. El arroyo presenta 95% de arena limo-arcillosa de grano medio a grueso, 5% de limo y arcilla, producto de la erosión de rocas graníticas. Tiene una longitud de 1300 m, con un ancho de 50 m y un espesor de 2 m, para un **volumen potencial de 130,000 m³**.

Estos materiales se pueden utilizar en la construcción en general y tendrán su mercado hacia los Cabo debido a la cercanía con estos, (fotografía 69).



Fotografía 69. Arroyo El Cajoncito conteniendo arena limo-arcillosa.

Localidad La Palma, LP-025, (Prospecto-Arena), se localiza a 22.5 km en línea recta al S67°E de la cabecera municipal.

El arroyo presenta 70% de una arena de grano medio a grueso, grava 15% y limo 15%, estos materiales son producto de la erosión de roca granítica. Tiene una longitud de 1000 m, con un ancho de 50 m y un espesor de 2 m, para un **potencial de 100,000 m³**.

Este se puede incrementar al explotar las terrazas aluviales de sus márgenes, constituidas por areniscas conglomeráticas semiconsolidadas, éstas se presentan aguas abajo ya que aguas arriba son rocas graníticas las que se presentan hacia sus márgenes, además existe gran cantidad de material apilado listo para triturarse o clasificarse mediante criba.

Su uso principal está en la construcción en general, (fotografía 70).



Fotografía 70. Localidad Arroyo San Nicandro

Localidad Arroyo Las Tarabillas, LP-041, (Prospecto-Grava), se localiza a 53.1 km en línea recta al N40°W de la cabecera municipal. Sobre el cauce del arroyo presenta 40% de arena, 50% grava y 10% bloques (fotografía 71), producto de la erosión de rocas volcánicas, los cuales pueden ser utilizados en la producción de grava tanto selectivamente por medio de criba y/o por trituración. Tiene una longitud de 1000 m, con un ancho de 50 m y un espesor de 2 m, para un **potencial de 100,000 m³**. Su uso principal está en la construcción en general.



Fotografía 71. Arroyo Las Tarabillas conteniendo grava y arena, al norte de San Juan de La Costa.

Localidad Arroyo Los Núñez, LP-006, (Prospecto-Arena Grava), se localiza a 13.6 km en línea recta al N48°E de la cabecera municipal. El material del arroyo está constituido en 90% por arena de color beige de grano medio a grueso, con presencia de cantos rodados en un 10%, los cuales pueden ser utilizados para triturarlos para obtención de gravas, hacia sus márgenes se presenta granito de color blanco, estructura compacta y textura equigranular, que se puede utilizar para sacar bloques y trabajarlos como roca dimensionable, además se observan bastante rodados y bloques que se pueden utilizar también en la construcción de muros de contención y bardas. Tiene una longitud de 1000 m, con un ancho de 50 m y un espesor de 2 m, para un **volumen potencial de 100,000 m³**, (fotografía 72).



Fotografía 72. Arroyo Los Núñez conteniendo arena y en sus márgenes granito

Localidad Arroyo El Cajoncito 2, LP-045, (Activo-Arena), se localiza a 5.7 km en línea recta al S17°E de la cabecera municipal. Consiste de un banco con 95% de arena con poco limo grano medio a grueso y 5% de grava, cantos rodados y bloques de 1 m, productos de la erosión de roca granítica. Presenta una longitud de 1000 m, con un ancho de 50 m y un espesor de 2 m, para un **potencial de 100,000 m³**. Este potencial puede incrementarse debido a que solo se explota el ancho de 50 m, sin embargo, puede explotarse hasta los 100 m. Se extrae

solamente arena, la que es cernida mediante cribas hechas localmente para separar los materiales gruesos como grava, cantos y bloques, los que no son aprovechados, pudiendo ser utilizados en la producción de grava (rocas volcánicas) y las rocas graníticas en manpostería. Se usa principalmente en la construcción, (fotografía 73).



Fotografía 74. Banco activo de arena, la cual solo se criba para quitarle grava.

Localidad Arroyo San Porfirio, LP-013, (Prospecto-Grava), se localiza a 10.1 km en línea recta al N51°E de la cabecera municipal. El arroyo esta constituido por gravas y cantos en un 60% y arenas en un 40%, (fotografía 74). Tiene una longitud de 500 m, con un ancho de 100 m y un espesor de 2 m, para un **potencial de 100,000 m³**. Este puede incrementarse si se toma en cuenta parte de las terrazas aluviales compuestas por conglomerado polimíctico sobre sus márgenes del arroyo.

Actualmente esta abandonado, pero existe gran cantidad de material apilado listo para ser trituración y obtener gravas de diferentes medidas. En el lugar existe equipo de trituración desmontado, planta eléctrica, estas se instalaran en áreas aledañas a esta localidad.



Fotografía 74. Arroyo San Porfirio con gran contenido de grava y cantos rodados

Localidad El Coyote, LP-003, (Abandonado-Grava-arena), se localiza a 20 km en línea recta al N20°E de la cabecera municipal. El material está en terrazas aluviales compuesta por conglomerado polimíctico con clastos que varían desde el tamaño de grava hasta 30 cm, (fotografía 75) y sobre el cauce del arroyo el cual consiste de grava, cantos y bloques que por medio de cribado y triturado se obtenía grava.

Tiene una longitud de 300 m, con un ancho de 150 m y un espesor de 2 m, para un **volumen potencial de 90,000 m³**. En esta localidad existen las condiciones para que en cualquier momento se reactive el prospecto debido a que aún existe bastante material que puede ser extraído y triturado. Existe evidencia de los trabajos anteriores ya que hay una tolva. Su principal uso está en la construcción en general.



Fotografía 75. Terraza aluvial, localidad El Coyote

Localidad El Trampuchete, LP-055, (Activo-Arena), se localiza a 86.1 km en línea recta al S82°E de la cabecera municipal. Consiste 80% de una arena de grano medio a grueso, limo y arcilla en 15%, grava y cantos rodados en 5%. Presenta una longitud de 300 m, con un ancho de 150 m y un espesor de 2 m, para un **volumen potencial de 90,000 m³**. Se extrae solamente arena, la que se cierce mediante cribas hechizas para separar los materiales gruesos como grava, cantos y bloques, que no son aprovechados, pudiendo ser utilizados en mampostería o como cimientos, bardas y muros de contención. Su uso principal está en la construcción en general. Actualmente tienen una producción de 30 m³ por día, (fotografía 76).



Fotografía 76. Banco activo de arena localidad El Trampuchete

Localidad Arroyo Agua de Vázquez, LP-011, (Prospecto-Arena), se localiza a 16.3 km en línea recta al N46°E de la cabecera municipal. El arroyo presenta arena de color beige claro, grano medio a grueso, en un 95% y un 5% de grava fina, producto de la erosión de roca granítica, (fotografía 77).

Tiene una longitud de 400.0 m, con un ancho de 100.0 m y un espesor de 2.0 m, para un **potencial de 80,000 m³** En esta localidad se puede aprovechar la roca granítica que se encuentran hacia las márgenes del arroyo en la construcción de bardas y mampostería en general.



Fotografía 77. Localidad Arroyo Agua de Vázquez.

Localidad Rancho Los Crestones, LP-060, (Activo-Arena), se localiza a 90 km en línea recta al S79°E, Consiste de una arena limo-arcillosa de color rojiza, grano medio a grueso semicompacta, presenta 70% de arena, 20% limo y arcilla y 10% grava. Tiene una longitud de 200 m, con un ancho de 200 m y un espesor de 2 m, para un **potencial de 80,000 m³**. Este material es utilizado en el revestimiento y reparación de caminos vecinales que comunican a las diversas rancherías aledañas, así como en plantillas de desplante en construcción o simplemente como relleno y/o jardinería, (fotografía 78).



Fotografía 78. Banco activo de arena limo-arcillosa, para construcción y relleno.

Localidad Cañada Honda, LP-023, (Prospecto-Grava), se localiza a 20.3 km en línea recta al S61°E de la cabecera municipal. Son terrazas continentales, constituidas por conglomerado polimítico, semiconsolidado, mal clasificado con clastos que varían del tamaño de guijarros a mayores de 30 cm en una matriz areno-limosa, presentándose con baja expresión morfológica (fotografía 79). Tiene una longitud de 150 m, con un ancho de 80 m y un espesor de 5 m, para un **volumen potencial de 60,000 m³**. Estas terrazas se pueden utilizar para la producción de grava, ya sea por selección con criba o por medio de trituración, y sus subproductos como relleno y revestimiento de caminos vecinales.



Fotografía 79. Terraza aluvial, producción de grava y arena.

Localidad La Fortuna, LP-008, (Activo-Grava), se localiza a 9.8 km en línea recta al N37°E de la cabecera municipal. Se explota una terraza aluvial constituida por conglomerado polimíctico semiconsolidado, mal clasificado con clastos que varían del tamaño de grava a cantos rodados y esporádicos bloques. Presenta una longitud de 300 m, con un ancho de 100 m y un espesor de 2 m, para un **potencial de 60,000 m³**. Solamente se está trabajando la piedra para uso en construcción de muros, pudiéndose aprovechar para hacer grava mediante trituración y/o por selección en criba, otros usos pueden ser en la construcción de cimientos; (Fotografía 80).



Fotografía 80. Banco activo de grava, material apilado listo para triturarse.

Localidad Santa Lucia, LP-018, (Activo-Grava-arena) se localiza a 14.6 km en línea recta al N24°E de la cabecera municipal. El lecho del arroyo está constituido en 60% por arena arcillo-limosa de grano medio a grueso, con 40% de grava y esporádicos cantos rodados. Tiene una longitud de 1000 m, con un ancho de 50 m y un espesor de 1.2 m, para un **volumen potencial de 60,000 m³**.

En este banco se extrae material para base de carpeta asfáltica y para producción de grava, por medio de selección en criba hechiza, quedando mucho material sin utilizar (cantos y bloques), de los cuales se podría obtener grava mediante trituración, (fotografía 81).



Fotografía 81. Banco de grava-arena activo.

Localidad Santa Victoria, LP-019, (Prospecto-Arena-grava), se localiza a 14.2 km en línea recta al N20°E de la cabecera municipal. El arroyo presenta un 70% de arena limosa de grano fino a muy grueso, 25% de grava y rodados, los cuales se pueden aprovechar por selección por criba y por triturado en la producción de grava y un 5% de limo; la arena y el limo son producto de la erosión de roca granítica y la grava y rodados son producto de la erosión de roca volcánica. Tiene una longitud de 800 m, con un ancho de 35 m y un espesor de 2 m, para un **potencial de 56,000 m³**. Su principal uso está en la construcción en general (fotografía 82).



Fotografía 82. Arroyo con contenido de arena y grava, localidad Santa Victoria.

Localidad La Cañada de Las Yeguas, LP-012, (Abandonado-Grava), se localiza a 14.6 km en línea recta al N38°E de la cabecera municipal. El lecho del arroyo está constituido por 45% de arena arcillo-limosa de grano medio a grueso, 55% de grava y cantos rodados de 70 cm. Tiene una longitud de 1000 m, con un ancho de 20 m y un espesor de 2 m, para un **potencial de 40,000 m³**. Actualmente está abandonado debido a problemas de la tenencia de la tierra ya que estaba rentada y el dueño pidió la propiedad no cumpliendo el contrato pactado; y se está cambiando el equipo de trituración, (fotografía 83). Existe gran cantidad de material apilado listo para su retrabajo. Sus principales usos están en la construcción en general y en la elaboración de sello para carretera.



Fotografía 83. Banco de grava abandonado, gran cantidad de material quedó apilado listo para su retrabajo.

Localidad Arroyo El Cajoncito 3, LP-046, (Activo-Arena), se localiza a 4.4 km en línea recta al S31°E de la cabecera municipal. Se está explotando arena en otro nivel de un banco ya explotado. Consiste 95% de arena limosa y 5% de grava y cantos, los que son separados por medio de criba hechiza para utilizar solo la arena-limo. Tiene una longitud de 100 m, con un ancho de 100 m y un espesor de 4 m, para un **potencial de 40,000 m³**. Actualmente no se utiliza la grava y cantos rodados, donde estos últimos se podrían utilizar en la producción de grava, para

construir bardas, muros de contención y cimientos. Su uso principal está en la construcción (plantillas de desplante para conjuntos habitacionales, (fotografía 84).



Fotografía 84. Banco de arena activo, criba para quitar grava y rodados.

Localidad La Barrosa, LP-030, (Activo-Grava-arena), se localiza a 16.4 km en línea recta al S74°E de la cabecera municipal.

El lecho del arroyo esta constituido por 60% de arena arcillo-limosa de grano medio a grueso, con 40% de grava y cantos rodados. Tiene una longitud de 100 m, con un ancho de 100 m y un espesor de 2 m, para un **potencial de 20,000 m³**, el que se puede incrementar con la explotación de las terrazas aluviales aledañas a las márgenes del arroyo.

Se extrae grava, sello y base para carretera. Estos bancos son provisionales ya que solo se utilizan en la construcción del trama carretero de doble carril y son explotados por la misma compañía que realiza dicho construcción, (fotografía 85).



Fotografía 85. Banco Activo de grava-arena observándose equipo de trituración.

Localidad Playa Cachimba, LP-001, (Abandonado-Grava-arena), se localiza a 22.3 km en línea recta al N12°E de la cabecera municipal. Son terrazas aluviales constituidas por conglomerado polimíctico semiconsolidado, moderadamente clasificado hacia su base y mal clasificado hacia la cima, con clastos que varían del tamaño de grava a bloques en una matriz areno-arcillosa, (fotografía 86).

Tiene una longitud de 150 m, con un ancho de 25 m y un espesor de 4 m, para un **potencial de 15,000 m³**, que se puede incrementar con la extracción del material del cauce del arroyo.

En esta localidad existen las condiciones para que en cualquier momento se reactive, debido a que aún existe bastante material que puede ser extraído y triturado, la grava se puede obtener por medio selectivo con criba y los bloques y cantos por triturado. Existiendo evidencia de los trabajos anteriores. Su principal uso está en la construcción en general.



Fotografía 86. Terraza aluvial constituida por conglomerado, producción de grava y arena.

TABLA GENERAL DE LOCALIDADES MINERALES, MUNICIPIO LA PAZ, BCS.

	NOMBRE	C. UTM		SUBSTANCIA	POTENCIAL m ³	USOS	ACCESO DE CABECERA MUNICIPAL
		X	Y				
LP-001	Playa Cachimba	577073	2692576	conglomerado	15,000	En la construcción en general	26.0 km carretera y 5.5 km terracería
LP-002	San Jorge	575357	2687496	Toba-arenisca	450,000 350,000 Total 800,000	Roca dimensionable	11.0 Km carretera y 12.0 km de terracería
LP-003	El Coyote	577216	2689577	Conglomerado	90,000	En la construcción en general	11.0 km carretera y 15.0 km terracería
LP-004	Paredones Prietos	578086	2688364	Conglomerado	5'400,000	En la construcción en general	11.0 km carretera y 14.0 km terracería
LP-005	Cañada La Leña	577425	2683686	Grava-arena	150,000	En la construcción en general	11.0 km carretera y 9.5 km terracería
LP-006	Arroyo Los Nuñez	580827	2680062	Arena-grava	100,000	En la construcción en general	11.0 km carretera y 8 km terracería
LP-007	Laguna Seca	574608	2676710	Arcilla	75,000	Tabique, tabicón, loseta y jaboncillo	11.0 km carretera y 1.0 terracería
LP-008	La Fortuna	576354	2678569	Conglomerado	60,000	En la construcción en general	11.0 km carretera y 5.5 km terracería

LP009	Rancho San Miguel	571389	2681292	Grava	220,000	En la construcción en general	11.0 km carretera y 1.0 km terracería
LP-010	Punta Prieta	571176	2679552	Ignimbrita	4'500,000	Roca Dimensionable	10.0 km carretera y 1.5 km terracería
LP-011	Arroyo Agua de Vázquez	582078	2682144	Arena	80,000	En la construcción en general	9.0 km carretera y 10.0 km terracería
LP-012	Cañada de Las Yeguas	579411	2682319	Grava	40,000	En la construcción en general	9.0 km carretera y 10.0 km terracería
LP-013	Arroyo San Porfirio	5782005	2677091	Grava	140,000	En la construcción en general	9.0 km carretera y 3.0 km terracería
LP-014	Arroyo El Cajoncito	578432	2671298	Arena	800,000	En la construcción en general	6.5 km carretera y 3.0 km terracería
LP-015	Arroyo El Cajoncito 1	577486	2670535	Arena	600,000	En la construcción en general	6.5 km carretera y 1.5 km terracería
LP-016	Cerro San Juan	573828	2672068	Ignimbrita-toba	1'000,000	Roca Dimensionable	1.5 km terracería
LP-017	Cerro San Juan 1	573852	2672584	Riolita	6'000,000	Roca Dimensionable	2.0 km terracería
LP-018	Santa Lucia	576429	2684034	Grava-arena	60,000	En la construcción en general	11.0 km carretera y 10.0 km terracería
LP-019	Santa Victoria	575412	2684143	Arena-grava	56,000	En la construcción en general	11.0 km carretera y 10.0 km terracería
LP-020	Arroyo Cachimba	574009	2692686	Conglomerado	225,000	En la construcción en general	26.0 km carretera y 4.5 km terracería
LP-021	Las Playitas	583392	2652949	Granito	100,000	Roca dimensionable	20.0 km carretera y 12.0 km terracería
LP-022	El Brinquito	581641	2653297	Toba	1,200	Roca dimensionable	20.0 km carretera y 13.0 km terracería
LP-023	Cañada Honda	580506	2653462	Conglomerado	60,000	En la construcción en general	20.0 km carretera y 14.0 km terracería
LP-024	Tres Hermanas	579932	2650343	Gabro	225,000	Roca dimensionable	20.0 km carretera y 10.0 km terracería
LP-025	La Palma	579334	2650781	Arena	100,000	En la construcción en general	20.0 km carretera y 9.0 km terracería
LP-026	Tres Hermanas 1	580512	2650921	Esquisto	57,000	Roca Dimensionable	20.0 km carretera y 11.0 km terracería
LP-027	Cerro Los Pozos	576363	2659928	Riolita	2'625,000	Roca Dimensionable	8.0 km carretera y 4.5 km terracería
LP-028	Cerro Los Arquitos	576186	2656553	Riolita	8'000,000	Roca Dimensionable	8.0 km carretera y 4.5 km terracería
LP-029	Cerro San Andrés	577950	2655999	Riolita-toba	10'000,000	Roca Dimensionable	8.0 km carretera y 6.5 km terracería
LP-030	La Barrosa	576078	2655644	Grava-arena	200,000	En la construcción en general	8.0 km carretera y 6.0 km terracería
LP-031	Cerro Agua Escondida	572320	2666195	Riolita	20'000,000	Roca Dimensionable	4.0 km carretera

LP-032	El Cardonal	572210	2666570	Conglomerado	840,000	En la construcción en general	3.5 km carretera
LP-033	La Cantería	581436	2655670	Toba	135,000	Roca Dimensionable	8.0 km carretera y 10.0 km terracería
LP-034	Cerro San Andrés	579150	2655953	Conglomerado	4'000,000	En la construcción en general	8.0 km carretera y 7.5 km terracería
LP-035	Puente Ocho de Octubre	569451	2666423	Arena-grava	250'000,000	En la construcción en general	Dentro el cuadro urbano de La Paz
LP-036	Cerro El Mezquitito	572036	2663711	Conglomerado	4'000,000	En la construcción en general	Dentro el cuadro urbano de La Paz
LP-037	Punta Prieta 1	571674	2679885	Grava	224,000	En la construcción en general	14.0 km carretera
LP-038	El Barril	574414	2678030	Grava	240,000	En la construcción en general	11.0 km carretera
LC-039	La Cementera	572880	2678240	Riolita-toba	140'000,000	Roca Dimensionable	12.5 km carretera
LP-040	Puntas Las Animas	527028	2712618	Lutita	4,500	Roca Dimensionable	57.2km carretera y 21.0 km terracería
LP-041	Arroyo Las Tarabillas	529713	2704801	Grava	100,000	En la construcción en general	57.2km carretera y 10.0 km terracería
LP-042	Arroyo La Tinaja	529909	2694419	Toba	2'250,000	Roca Dimensionable	57.2 km carretera y 2.5 km terracería
LP-043	Arroyo El Sauce	528249	2693739	Arenisca	900,000	Roca Dimensionable	57.2 km carretera y 4.0 km terracería
LP-044	Los Tesitos	577629	2669118	Conglomerado	2'500,000	En la construcción en general	6.5 km carretera y 2.5 km terracería
LP-045	Arroyo El Cajoncito 2	575930	2669357	Arena	100,000	En la construcción en general	6.5 km carretera y 0.8 km terracería
LP-046	Arroyo El Cajoncito 3	574268	2668808	Arena	40,000	En la construcción en general	5.0 km carretera
LP-047	Arroyo La Tinaja 1	529366	2692689	Toba	225,000	Roca Dimensionable	57.2 km carretera y 4.8 km terracería
LP-048	Arroyo La Tinaja 2	529838	2693207	Grava	320,000	En la construcción en general	57.2 km carretera y 3.9 km terracería
LP-049	Arroyo La Tinaja 3	529871	2693717	Toba	225,000	Roca Dimensionable	57.2 km carretera y 3.4 km terracería
LP-050	Arroyo La Tinaja 4	530225	2694867	Toba	150,000	Roca Dimensionable	57.2 km carretera y 1.2 km terracería
LP-051	San Juan de la Costa	531175	2696480	Fosforita	402.3 millones de toneladas métricas	Fertilizantes	57.2 km carretera
LP-052	Cerro La Capilla	582583	2588589	Esquisto	156'000,000	Roca dimensionable	86.0 km carretera y 0.8 km terracería
LP-053	Punta Lobos	579192	2589443	Esquisto	12'000,000	Roca dimensionable	84.0 km carretera y 2.5 km terracería
LP-054	Los Viejos	581888	2585334	Esquisto	270'000,000	Roca dimensionable	90.0 km carretera y 2.0 km terracería

LP-055	El trampuchete	582509	2585546	Arena	90,000	En la construcción en general	90.0 km carretera y 1.0 km terracería
LP-056	Las Lagunillas	583804	2585930	Arena	360,000	En la construcción en general	90.0 km carretera y 0.4 km terracería
LP-057	Los Crestones	589850	2583423	Mármol	1'120,000	Cal viva, cal hidratada, cal hidráulica y cal química.	99.8 km carretera y 4.0 km terracería
LP-058	La Polar	589244	2581951	Oro y Cu	?		99.8 km carretera y 3.5 km terracería
LP-059	Cerro La Mojenera	590224	2583229	Esquisto	20'000,000	Roca dimensionable	99.8 km carretera y 4.0 km terracería
LP-060	Rancho los Crestones	589031	2582924	Arena	80,000	En la construcción en general	99.8 km carretera y 3.0 km terracería
LP-061	Arroyo El Diablo	588615	2582578	Arcilla	72,000	Fabricación de ladrillo y adobes	99.8 km carretera y 3.0 km terracería
LP-062	Salomón	589024	2578761	Au, Ag, Pb y Zn			99.8 km carretera y 5.0 km terracería
LP-063	Las Tunas	585973	2578808	Arena-grava	240,000	En la construcción en general	102.0 km carretera.
LP-064	Arroyo Santa Rosa	588049	2584332	Granito	6'000,000	En la construcción en general (mampostería)	97.0 km carretera y 3.5 km terracería
LP-065	Arroyo Grande	584076	2587041	Arena	200,000	En la construcción en general	88.8 km carretera y 1.0 km terracería
LP-066	Arroyo San Jacinto	590035	2569812	Arena	1'200,000	En la construcción en general	112.0 km carretera y 2.7 km terracería
LP-067	Arroyo El Gaspareño	589902	2564786	Arena	1'050,000	En la construcción en general	116.5 km carretera y 2.5 km terracería
LP-068	Arroyo La Tinaja	591500	2556500	Arena	460,000	En la construcción en general	125.5 km carretera
LP-069	El Cajoncito	589980	2560268	Arena	130,000	En la construcción en general	121.5 km carretera
LP-070	El Cajoncito 1	589611	2561392	Arena	150,000	En la construcción en general	120.0 km carretera
LP-071	Cerro El Palmar	586880	2570695	Esquisto	100'000,000	Roca dimensionable	110.3 km carretera
LP-072	La Capilla	582080	2589150	Esquisto	24'500,000	Roca dimensionable	86.5 km carretera y 0.75 km terracería
LP-073	Cerro Palos Verdes	488653	2711413	Lutita-arcilla	5'400,000	Roca dimensionable y la arcilla como fundente, industria cementera y cal.	124.0 km carretera y 8.0 km terracería
LP-074	La Bentonita	511840	2651114	Arcilla	22,500	Fabricación de ladrillos y tejas.	50.0 km carretera y 27.8 km terracería
LP-075	Valle Perdido	588872	2620101	Arcilla	15,750	Fabricación de ladrillos, tejas y absorbente de aceite	55.0 km carretera y 12.0 km terracería
LP-076	Valle Perdido 1	588330	2619888	Au, Ag, Pb, Zn y Cu			55.0 km carretera y 12.7 km terracería
LP-077	Valle Perdido 2	589438	2620432	Au, Ag, Pb, Zn y Cu			55.0 km carretera y 11.3 km terracería

LP-078	Cerro El Talayote	589360	2622128	Arcilla	24,500	Fabricación de ladrillos y tejas	55.0 km carretera y 10.0 km terracería
LP-079	Arroyo El Ocotillo	589664	2623693	Arcilla	40,000	Fabricación de ladrillos y tejas	55.0 km carretera y 8.3 km terracería
LP-080	Rancho El Otro Arroyo	591418	2624747	Arcilla	105,000	Fabricación de ladrillos y tejas	50.0 km carretera y 8.3 km terracería
LP-081	Aguas Los Cochis	589811	2583216	Arcilla	48,000	Fabricación de ladrillos, tejas, moldes para fundición y desengrasantes	99.8 km carretera y 4.0 km terracería

VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El programa para las áreas del municipio La Paz, fue desarrollado en su totalidad, **cubriéndose una superficie de 660 km²**, distribuidos en cuatro áreas:

San Juan de la Costa, 100 km²; La Paz-Punta Coyote-San Pedro, 400 km², Todos Santos-Pescadero, 100 km²; Ejido Plutarco Elías Calles, 60 km²

La superficie estudiada en el municipio La Paz solo corresponde al 3% de la superficie total que es de 20,275 km².

Como resultado de estos trabajos se detectaron y reconocieron un total de **81 localidades** con interés geológico-minero, de las cuales cuatro son de Minerales Metálicos (Au, Ag, Cu, Pb y Zn), 10 de Minerales No Metálicos (fosforita, caliza y arcilla), 27 de Roca Dimensionable (Toba-arenisca, ignimbrita, ignimbrita-toba, riolita, granito, gabro, esquisto, riolita-toba, lutita, toba, arenisca y caliza) y 40 de Agregados Pétreos (grava y/o arena).

VII.1. Las 4 localidades de **Minerales Metálicos** corresponden a 3 prospectos, 2 con obras aterradas y zanjas, en las que no se pudo estimar su potencial por no conocerse la profundidad de la mineralización de Au, Ag, Pb y Zn, y **una es un terrero con potencial de 7,500 m³**, así como la mina abandonada La Polar (Au, Ag, Cu, Pb, Zn, W y Mo) a la que tampoco se le determinó su potencial, debido a lo inaccesible de sus obras.

Se recomiendan se realice un estudio a detalle en las localidades LP-076 y LP-077 Valle Perdido 1 y 2 ya que se reportan valores interesantes de oro.

Con base a esto es factible recomendar un estudio a detalle en áreas aledañas a Valle Perdido ya que se observan otros terreros que pueden ser de interés.

VII.2. Entre los **Minerales No Metálicos**, destaca la localidad de **fosforita** San Juan de La Costa, con un **potencial estimado de 749 millones de m³**, con ley promedio de 18.5 % de P₂O₅, reservas indicadas con barrenación de 189 millones de toneladas, con espesor de 1.5 m, ley promedio de 15.19 % de P₂O₅, y que fue cerrado en el año 2001 debido a los daños causados por el huracán Juliette y actualmente en proceso de reapertura.

Se cuenta con una cantera de **caliza recristalizada (Mármol)** (Los Crestones) con **potencial de 1.1 millones de m³** que se utiliza como roca dimensionable en forma artesanal. En base a los resultados obtenidos de laboratorio esta roca. La roca corresponde a un mármol; con una resistencia a la compresión de 995 kg/cm², por lo cual puede ser utilizada como roca dimensionable., así mismo bajo proceso de calcinación puede ser aprovechada en la construcción como cal viva o como estabilizaciones en materiales para pavimentos y fabricación de vidrio, cal hidratada y cal hidráulica y como cal química y la muestra cruda tiene alto contenido de CaO₃ (96.97%) y bajo contenido de Fe₂O₃ e insoluble y puede ser utilizada en la industria siderúrgica, cementera, papelera, azucarera y en la obtención de carbonato de calcio precipitado, utilizado en la industria farmacéutica.

Se detectaron **9 prospectos de arcilla con un potencial conjunto de 3'042,750 m³**. Las cuales se recomiendan de acuerdo a sus pruebas de laboratorio para la fabricación de ladrillos y tejas; y alguna como la Localidad LP-081 para moldes de fundición, material desengrasante en pastas para gres, como arcilla formadora de suelos, La LP-073 puede ser de interés en la industria del cemento y en la fabricación de cal, y otras arcillas como las localidades LP-075 y LP-080 a temperaturas mayores a 950° C, alcanzan dureza de acero, por lo cual bajo a esa condición podría obtenerse un producto de alta calidad. La LP-78 reporta valores interesante de MgO (4.3-6.33%), lo cual se recomienda realizar un estudio a detalle.

VII.3. Para localidades de **Roca Dimensionable** se identificaron 22 prospectos con un **potencial de 337'225,000 m³**: de las cuales **2 son de riolita-toba con potencial conjunto de 150 millones de m³**, **4 de esquisto con 136.5 millones de m³**, **4 de riolita con 36.6 millones de m³**, **2 de lutita con 5.4 millones de m³**, **1 de ignimbrita con 4. 5 millones de m³**, **6 de toba con 3 millones de m³**, **1 de arenisca con 900,000 m³**, **1 de gabro con 225,000 m³** y **1 de granito con un potencial de 100,000 m³**. También hay **5 canteras en explotación, 3 de esquistos con un potencial de 446 millones de m³**, **1 de ignimbrita-toba con un millón de m³** y **una de toba-arenisca con 74,165 m³**, con un **potencial total de 447'074,165 m³**.

Por lo anterior se recomienda promover estos prospectos para su aprovechamiento, dada la demanda creciente de este recurso en el sector de la construcción.

VII.4. Entre las 40 localidades de **agregados pétreos** (arena y/o grava), destacan los **19 bancos en explotación con potenciales estimados desde 40,000 m³ y hasta 6 millones de m³**, y los **19 prospectos con potenciales de 1 a 6 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 19 prospectos para su aprovechamiento a corto plazo.

Con respecto a los bancos activos y prospectos tanto de rocas dimensionables y de agregados pétreos se recomienda implementar un programa de asistencia técnica, capacitación y financiamiento con la finalidad de fortalecer su actividad extractiva.

Se considera que hay extensas áreas para la prospección de todo tipo de sustancias minerales, ubicadas al norte y noroeste de la ciudad de La Paz, desde

el poblado Ley de Reforma Agraria Dos hasta Puerto Chale, y hacia el suroeste de la misma ciudad, desde El Carrizal hasta Conquista Agraria. (Figura 16).

Adicionalmente en este municipio se ubica el distrito minero El Triunfo-San Antonio con importancia por su potencial en la explotación de terreros y oro de placer. Así como el depósito de fosforita conocido como San Hilario, que ya fue estudiado y evaluado en la década de los setenta.

BIBLIOGRAFÍA

Álvarez, A. A., Rojas S. H., Schwennicke T., Romero, S. A. y De la O. B. F., 1999. Informe de la Cartografía Geológico-Minera y Geoquímica de la carta La Paz, Esc. 1: 250,000 G12-10-11, estado de Baja California Sur. Consejo de Recursos Minerales. (Inédito, convenio U.A.B.C.S. y C.R.M.). 102.

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, DF, 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.

Lozano, Fernando, 1976, Evaluación petrolífera de la península de Baja California, México: Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, v. 27, núm. 4-6, p. 106-303.

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., 2001, Informe de la carta geológico-minera San Juan de la Costa G12-D71, Escala 1: 50, 000, Estado de Baja California Sur. Consejo de Recursos Minerales. Inédito. P. 1-60.

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 DF. Secretaría de Comunicaciones y Transporte.

Universidad Autónoma de Baja California Sur y Consejo de Recursos Minerales, 1999, Informe de la Carta Geológica-Minera, Villa Constitución G12-7-8, escala 1:250,000, Baja California Sur. Convenio COREMI/UABCS.

