



Universidad Autónoma de San Luis Potosí
FACULTAD DE INGENIERIA

**"CONDICIONES GEOHIDROLOGICAS EN EL
ESTADO DE BAJA CALIFORNIA SUR"**

TRABAJO RECEPCIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

I N G E N I E R O G E O L O G O

P R E S E N T A :

J. JESUS CASTILLO PALOMO

SAN LUIS POTOSI, S. L. P. 1995.



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI¹³
FACULTAD DE INGENIERIA
Dr. Manuel Nava No. 8 Zona Universitaria
Teléfonos: 13-11-86, 13-52-38, 13-63-35 y 13-82-22
Fax: (48) 13-09-24
78290, San Luis Potosí, S. L. P., México

DICIEMBRE 08, 1994.

Al Pasante Señor J. Jesús Castillo Palomo
P r e s e n t a.-

En atención a su solicitud de autorización de Temario, presentada por el Ing. Ramon Ortiz Aguirre, Asesor del Trabajo Recepcional que desarrollará Usted con el objeto de sustentar Examen Profesional en la Licenciatura de Ingeniero Geólogo. Me es grato comunicarle que en la Sesión de Consejo Técnico Consultivo celebrada el día 8 de Diciembre del presente año, fué aprobado el Temario propuesto:

"CONDICIONES GEOHIDROLOGICAS EN EL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA SUR"

TEMARIO:

- I.- INTRODUCCION
 - II.- MARCO FISICO
 - III.- AGUAS SUBTERRANEAS
 - IV.- CARACTERISTICAS DE LOS ACUIFEROS
 - V.- PERSPECTIVAS FUTURAS
 - VI.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
- BIBLIOGRAFIA.

Ruego a Usted tomar debida nota de que en cumplimiento con lo especificado por la Ley de Profesionas, debe prestar Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito indispensable para sustentar su Examen Profesional.

" MODOS ET CUNCTARUM RERUM MENSURAS AUDEBO "

ING. DAVID ATISHA CASTILLO
DIRECTOR DE LA FACULTAD

UNIVERSIDAD AUTONOMA
DE SAN LUIS POTOSI
FACULTAD DE INGENIERIA

INDICE

I.- INTRODUCCION

1.1.- ANTECEDENTES	1
1.2.- OBJETIVOS	2
1.3.- AGRADECIMIENTOS	3

II.- MARCO FISICO

2.1.- LOCALIZACION	5
2.2.- FISIOGRAFIA	6
2.3.- CLIMA	7
2.4.- HIDROGRAFIA	7
2.5.- GEOLOGIA	8

III.- AGUAS SUBTERRANEAS

3.1.- PUNTA EUGENIA	11
3.2.- EL VIZCAINO	12
3.3.- SAN IGNACIO	14
3.4.- LA PURISIMA	16
3.5.- MEZQUITAL SECO	18
3.6.- SANTO DOMINGO	19
3.7.- SANTA RITA	22
3.8.- LAS POCITAS - SAN HILARIO	23
3.9.- EL CONEJO - LOS VIEJOS	25
3.10.- MELITON ALBAÑEZ	26
3.11.- LA MATANZA	28
3.12.- AL 3.16 VALLES DEL SUROESTE	29
3.17.- CABO SAN LUCAS	32
3.18.- SAN JOSE DEL CABO	33
3.19.- CABO PULMO	35
3.20.- SANTIAGO	37
3.21.- SAN BARTOLO	39
3.22.- EL CARRIZAL	40
3.23.- SAN JUAN DE LOS PLANES	42
3.24.- LA PAZ	45
3.25.- EL COYOTE	47
3.26.- ALFREDO V. BONFIL	49
3.27.- TEPENTU	51

3.28.- LORETO	52
3.29.- SAN JUAN B. LONDO	54
3.30.- ROSARITO	55
3.31.- BAHIA CONCEPCION	57
3.32.- MULEGE	58
3.33.- SAN MARCOS - PALO VERDE	60
3.34.- SAN BRUNO	62
3.35.- SAN LUCAS	63
3.36.- SANTA AGUEDA	65
3.37.- SANTA ROSALIA	67
3.38.- LAS VIRGENES	68
3.39.- PARALELO 28	70

IV.- CARACTERISTICAS DE LOS ACUIFEROS

4.1.- DESCARGA NATURAL DE LOS ACUIFEROS.	72
4.2.- EXPLOTACION Y USO ACTUAL DE LOS ACUIFEROS	73
4.3.- NIVELES DEL AGUA SUBTERRANEA	74
4.4.- CALIDAD DEL AGUA SUBTERRANEA	75
4.5.- RECARGA DEL AGUA SUBTERRANEA.	78
4.6.- DISPONIBILIDAD DE AGUA SUBTERRANEA	79

V.- PERSPECTIVAS FUTURAS 81

VI.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1.- CONCLUSIONES	82
6.2.- RECOMENDACIONES	83

BIBLIOGRAFIA. 84

I.- INTRODUCCION

1.1.- ANTECEDENTES

La información que se ha obtenido respecto a los mantos acuíferos, contenida en los estudios realizados por la Comisión Nacional del Agua (CNA), por otras instituciones oficiales y académicas, por compañías particulares y por usuarios de ese recurso, representa un valioso acervo técnico. Pero su utilidad práctica ha sido limitada por la diversidad de métodos aplicados para su obtención y por estar expresada en una terminología poco accesible a los no especializados en la materia.

En el año de 1977 la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH) integró los resultados de las exploraciones y estudios geohidrológicos realizados hasta entonces, y los dio a conocer por medio de la publicación intitulada "Atlas Geohidrológico" que presenta una breve descripción general de los acuíferos estudiados en cada entidad federativa. Sin embargo, parte de los datos contenidos en ella fueron perdiendo su vigencia, debido a los cambios que las actividades humanas han provocado en las condiciones de recarga y explotación de los acuíferos.

Considerando lo anterior, en 1987 la SARH emprendió la actualización y la difusión del conocimiento de las condiciones geohidrológicas de nuestro territorio, con objeto de aportar las bases técnicas indispensables para orientar la planeación del desarrollo, por lo que toca a la disponibilidad de extraer agua en cantidad suficiente y de calidad adecuada para el abastecimiento permanente de los desarrollos proyectados. Tan importante tarea, que a partir de 1989 fue continuada por la Comisión Nacional del Agua (CNA), se está llevando a cabo mediante la publicación de documentos en que se describen los de cada entidad.

Baja California Sur es una entidad dotada de gran belleza y abundantes recursos naturales; más de 2,000 kilómetros de litoral, muy propicio para el desarrollo del turismo, un mar patrimonial de extensión ocho veces mayor que la propia superficie estatal, que ofrece condiciones favorables para la navegación y en el que abunda la pesca de altura y gran variedad de especies marinas; alrededor de medio millón de hectáreas de suelos cultivables; cerca de seis millones y medio de hectáreas de superficie de agostadero; ricos yacimientos de sal, fosforita, cobre, oro, plata y yeso, entre otros minerales.

Desafortunadamente, la explotación de tan vastos recursos y consecuentemente, el desarrollo económico de la entidad, se han visto drásticamente limitados por la escasez del recurso vital: el agua.

Como las lluvias y los escurrimientos superficiales son muy escasos y efimeros en el estado, y esporádicamente, son abundantes, aunque difícilmente aprovechables y hasta perjudiciales por su carácter torrencial, las únicas fuentes permanentes de agua se hallan en el subsuelo, a pesar de su lenta renovación. De lo anterior es fácil inferir el papel preponderante que ha desempeñado el agua subterránea en el desarrollo de la entidad, al sustentarlo cabalmente en todos sus sectores, no obstante su escasez y las características desventajosas de algunas de sus fuentes, como son sus dimensiones reducidas y su conexión con el mar.

En el presente trabajo se analiza la geohidrología de Baja California Sur; se describe su marco físico, posteriormente se tratan las componentes del ciclo hidrológico y se plantea el balance hidrometeorológico estatal como marco de referencia, seguidamente se presenta el tema medular que comprende los aspectos relativos a los acuíferos: localización y características; renovación y descarga natural; niveles, calidad, explotación y usos del agua subterránea; balance geohidrológico y rendimiento permanente. Finalmente, se plantean las conclusiones derivadas del material previamente expuesto y se emiten las recomendaciones pertinentes para la preservación y el aprovechamiento integral del recurso hidráulico subterráneo.

1.2.- OBJETIVOS

Recopilar la información existente en el estado desde el punto de vista geohidrológico; efectuar un tamizado, describiendo lo más significativo y de mayor importancia de cada una de las 39 cuencas que conforman Baja California Sur, puntualizando para cada una de ellas sus generalidades, delimitación geográfica, climatología, fisiografía, infraestructura hidráulica subterránea, profundidad y evolución del nivel estático, calidad química del agua y consideraciones pertinentes respecto a su funcionamiento.

Presentar de una forma clara y objetiva la importancia del recurso hidráulico subterráneo, que para el estado resulta ser indispensable, ya que es la única fuente garantizada para satisfacer la demanda del vital líquido en forma

permanente y sostenible en cada uno de las diferentes actividades y sus desarrollos.

Crear una conciencia para llevar a cabo un mejor uso y manejo del agua, a través de los programas federales y estatales encaminados a preservar el recurso agua en cantidad y calidad; tal es el caso del programa uso eficiente del agua y la energía eléctrica, cambio de sistemas de riego, mejoramiento de las redes del servicio público urbano, instalación de macromedidores, utilización de plantas de tratamiento de aguas residuales, etc.

1.3.- AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP), por su gran esfuerzo para preparar a jóvenes y muy en especial al Ing. David Atisha Castillo, Director de la Facultad de Ingeniería quien en su momento y desinteresadamente me apoyo en todo, al Ing. Ramón Ortiz Aguirre Jefe del Departamento de Extensión Académica quién amable y profesionalmente accedió a supervisar y asesorarme en el presente trabajo.

A las empresas Santa María de la Paz y Anexas, Industrial Minera México división Charcas S.L.P., Compañía Minera Las Cuevas, Técnicos Asesores y Constructores S.A. y Proyectos y Constructores S.A.; quienes me brindaron la oportunidad de poner en práctica mis conocimientos y adquirir la experiencia que me llevó a la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH) y ahora a la Comisión Nacional del Agua (CNA).

A mis superiores Ings. Pedro Castro Pérez y Adolfo Castillo Mendivil, Gerente Estatal y Subgerente de Administración del Agua de la Comisión Nacional del Agua en el estado de Baja California Sur quienes en todo momento me brindaron facilidades y me motivaron para la realización de este trabajo.

A mis compañeros de labores Ings. Miguel Valdéz Aragón, Edda Loera Pizarro y Luis López Yee; quienes con sus consejos, sugerencias y apoyo me auxiliaron para llevar a cabo el presente trabajo.

A la Gerencia de Personal de la Comisión Nacional del Agua, ya que con sus propuestas y programas motivaron para que cumpliera con esta obligación profesional y en particular a la Lic. Sonia Barrera García, Subgerente de Selección de Personal, quien siempre estuvo atenta sobre el avance del presente trabajo y nos apoyo en todo momento; al Ing. Ramón Cabrero Ramírez (C.N.A. en

S.L.P.) quien nos auxilió en el enlace con la facultad de Ingeniería para poner a consideración ante el Consejo el presente trabajo.

A mis padres Señores Carmelo y María del Carmen; quienes siempre me han apoyado en todo, a mis hermanos: María Elena, Francisco, Dionicio, María Teresa y Verónica Guadalupe, por la confianza que siempre me han tenido y su empeño en que yo me superara. A mi esposa María del Rosario, a mis hijos: Anabel, Abraham, Alejandro y Carmelo quienes con su cariño y comprensión me motivaron para que éste trabajo llegara a su feliz término.

II.- MARCO FISICO

En este capítulo se describe brevemente el marco físico del estado que nos ocupa, haciendo referencia a su localización geográfica, población y extensión superficial, así como a sus características climatológicas, fisiográficas y geológicas.

2.1.- LOCALIZACION POBLACION Y EXTENSION

El estado de Baja California Sur ocupa la mitad meridional de la península de Baja California, en la porción noroccidental de la República Mexicana y está comprendido entre los paralelos 22° 51' y 28° 00' de latitud norte, y entre los meridianos 109° 22' y 115° 03' de longitud oeste. Está limitado al norte por el estado de Baja California; el este, por el Golfo de California al sur y al oeste, por el Océano Pacífico. Tiene extensión superficial de 73,677 kilómetros cuadrados, incluyendo sus islas; políticamente dividido en cinco municipios, denominados: Mulegé Loreto, Comondú, La Paz y Los Cabos. Baja California Sur es una de las entidades con menor densidad demográfica. Su población total era de 317,764 habitantes en 1990; alrededor del 70% está concentrada en las cabeceras municipales, sólo en La Paz capital de la entidad, se encuentra más de 149,000 habitantes, y el 30% restante, diseminada en el medio rural.

La agricultura y la pesca son las actividades productivas en que se basa la economía del estado. Debido a la extrema escasez de aguas subterráneas y superficiales, en su mayoría se practica la agricultura de riego por bombeo, y en baja escala y no permanente el riego de parcelas mediante pequeños represas; en total, se benefician en la entidad unas 55,325 hectáreas, siendo el distrito de riego del valle de Santo Domingo el desarrollo más importante. También relevante es el sector turístico, que genera gran número de empleos y estimula diversas actividades conexas; las zonas turísticas principales se encuentran en la Región de los Cabos, en la ciudad de La Paz y en la zona de Loreto. La minería tiene cierta importancia, destacando los yacimientos de sal común de Guerrero Negro que son las salinas más extensas del mundo, y los de plata, cobre, oro, manganeso, yeso y fosforita.

El desarrollo estatal ha sido notablemente estimulado por la infraestructura de comunicaciones, en la que destacan: cinco transbordadores que conectan la entidad con el macizo continental, tres aeropuertos internacionales y la carretera transpeninsular (Figura No. 1).

2.2.- FISIOGRAFIA

EL estado de Baja California Sur está comprendido en la provincia fisiográfica "Baja California", según Raisz, E. 1959, la cual se subdivide en las subprovincias denominadas: "Horts del Sur", "Tierras Bajas" y "Colinas del Vizcaíno".

"Horts del Sur", tiene una superficie aproximada de 48,300 km² y abarca la porción nororiental de la entidad; en su relieve destaca una cordillera alargada y una gran meseta. La cordillera llamada "Sierra de la Giganta", tiene una alineación general noroeste - sureste y elevación media de 600 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.), con altura máxima algo mayor que 1000 m.s.n.m. en el volcán de Las Vírgenes: sus puntos más prominentes definen el parteaguas de la península, desde el cual se reparten los escurrimientos en dos vertientes: la occidental y la oriental, que descargan sus aguas al Océano Pacífico y al Golfo de California respectivamente. El drenaje superficial predominante es de tipo subparalelo, con corrientes de fuerte pendiente que han tallado profundos barrancos en forma de "V", entre las corrientes destacan los arroyos: El Salado, Santa Rosalía, Santa Agueda y El Quepo.

"Tierras Bajas" con una extensión superficial aproximada de 16,800 km², comprende las partes centro y sur occidental del estado, se caracteriza por su relieve plano o de pendiente suave y sus elevaciones mayores son del orden 200 m.s.n.m. Los tipos de drenaje que prevalecen en ella son: en sus partes altas, próximas a la sierra, el dendrítico, con cauces bien definidos, y en la planicie, el de tipo irregular, con cauces discontinuos y mal marcados. Esta subprovincia es cruzada por corrientes que nacen en la sierra de la Giganta y desembocan en el Océano pacífico, siendo las corrientes principales: El San Ignacio, La Purísima, Mezquital Seco, Santo Domingo, Las Bramonas, El Salado y El 130 - Las Pocitas.

"Colinas del Vizcaíno", se localiza en la porción noroccidental de la entidad y comprende una superficie de 8,300 km², dentro de la cual se encuentra la parte occidental del desierto del Vizcaíno. En su relieve destacan las sierras de San José de Castro y Santa Clara, cuyas elevaciones máximas varían entre 560 y 929 m.s.n.m. La pendiente topográfica regional es suave hacia el oriente y fuerte hacia el poniente. La red de drenaje superficial es de tipo dendrítico intermitente;

las corrientes de la vertiente occidental son de corto desarrollo y desembocan al Océano Pacífico, mientras que las de la vertiente oriental transitan por el desierto Vizcaíno, donde sus cauces desaparecen en los terrenos arenosos antes de llegar a la costa. El arroyo Placeres es la única corriente bien definida. (figura No. 2)

2.3.- CLIMA

La temperatura media anual oscila entre los 18.4°C y los 24.0°C, la precipitación pluvial media anual es de 180.0 mm. Los meses de mayor incidencia de lluvias son de Julio a Octubre, que resultan torrenciales, copiosas y de corta duración; en los meses de Diciembre, Enero y parte de Febrero llueve con menor intensidad pero por tiempos más prolongados, siendo éstas las que caracterizan al invierno.

Por esta condición de temperatura y precipitación descritas y según la clasificación de Köppen, modificada por Enriqueta García (1964) para nuestro país., Baja California Sur queda en su mayor parte dentro de la zona correspondiente al clima seco, encontrándose dos tipos: El Seco Estepario (bs), con mayor humedad y el Seco Desértico (bw) con menor humedad; solamente una pequeña zona localizada en el extremo sur, en las partes más altas de las montañas corresponde a un Clima Templado (c) pues presenta menor temperatura y mayor humedad que el resto del estado.

La escasa precipitación pluvial, el relieve orográfico, la baja permeabilidad y la pendiente del suelo impide la formación de corrientes superficiales de importancia ocasionando un escurrimiento rápido de las precipitación al mar, encontrándose así que las corrientes que se presentan son principalmente de carácter intermitente (arroyos), sin embargo se cuenta con algunos que tienen caudales permanentes como el de San Ignacio, la Purísima y Mulegé cuyo gasto promedio varía de 100 a 150 litros por segundo (l.p.s.). (figura No. 3)

2.4.-HIDROGRAFIA

La serranía Sudcaliforniana que recorre a lo largo el estado divide el territorio en dos vertientes; la vertiente ancha que corresponde al Océano Pacífico, la vertiente estrecha que envía sus aguas al Golfo de California. Así, la vertiente occidental presenta corrientes de curso alargado debido a la lejanía que hay entre el

parteaguas de la sierra y la costa, encontrándose algunas de importancia, a diferencia de la vertiente oriental que por ser angosta en su mayor parte no cuenta con corrientes de importancia, generalmente son pequeños torrentes que por sus fuertes pendientes desembocan rápidamente en el mar.

Esta situación es distinta en Los Cabos, debido a que ahí la vertiente oriental cuenta con una mayor área de captación hacia el Golfo de California y presenta corrientes de mayor longitud que la occidental.

De acuerdo a las regiones hidrológicas a Baja California Sur le corresponden las siguientes:

Región 2 (centro - oeste) .- Se encuentra formada por los arroyos San Ignacio, San Benito, San José de Gracia, San Miguel y San Raymundo.

Región 3 (suroeste).- Presenta corrientes más largas, las más importantes son: El Mezquital, San Gregorio, Cadegomo, Pabellón, Comondú, San Venancio, Santo Domingo, Salado, Caracol, Guadalupe, Matancitas, Boca del Carrizal, La Muela ó Cañada Honda, San Jacinto y Candelaria.

Región 5 (centro - este).- Representada por pequeñas corrientes conocidas con los nombres de arroyos de: Poderma, Santa Agueda, San Bruno, Magdalena y Mulegé.

Región 6 (sureste).- Las corrientes bien definidas están representadas por los arroyos El Cajoncito y el Datilar que desembocan en la Ensenada de La Paz; San Bartolo, Buenos Aires, Santiago y San José del Cabo que desembocan en el Golfo de California. (figura No. 4)

2.5.- GEOLOGIA

En Baja California Sur se definen dos terrenos tectono-estratigráficos, denominados: "Vizcaíno" y "Alisitos". se encuentran en la entidad rocas de edad y composición muy variadas, que fueron producto de procesos geológicos acaecidos desde el Triásico, hace unos 240 millones de años (m.a.), hasta el Reciente. A continuación se enumeran las rocas que conforman la secuencia estratigráfica generalizada, indicando las localidades donde afloran:

Las rocas más antiguas datan del Triásico al Cretácico Superior y están expuestas, principalmente, en las porciones sur y noroccidental del estado. Las del



CALIFORNIA
CALIFORNIA SUR

113°

112°

111°

El Arco

GUILLERMO PRIETO

DESIERTO VIZCAINO

DIAZ ORDAZ

SAN FRANCISCO

LAGUNITAS 1

MESA LOS PICACHOS

SANTA CLARA

MESA SANTA CLARA

PUNTA ABREU

PUNTA MALCOMB

PUNTA DELGADITO

PUNTA SANTO DOMINGO

PUNTA PEQUENA

LA BOCANA

PUERTO SAN ANDRESITO

LA POZA GRANDE

Boca La Soledad

ADOLFO LOPEZ MATEOS

ISLA MAGDALENA

CABO SAN LAZARO

PUNTA HUCHEZ

CABO CORSO

CABO REDONDO

ISLA SANTA MARGARITA

ISLA LA CRECIENTE

A'

PUNTA TRINIDAD

VALLE EL AZUL

VOLCAN EL AZUL

VOLCAN LAS VIRGENES

San Ignacio

San José Magdalena

PUNTA CONCEPCION

PUNTA SANTA TERESA

PUNTA SAN ANTONIO

ISLA CORDONADOS

ISLA EL CA

ISLA DANZANTE

ISLA M

ISLA ULTIMA AGUA

C. RODRIGO

CIUDAD CONSTRUCCION

ISLA MAGDALENA 1

ISLA MAGDALENA 2

ISLA MAGDALENA 3

ISLA MAGDALENA 4

ISLA MAGDALENA 5

ISLA MAGDALENA 6

ISLA MAGDALENA 7

ISLA MAGDALENA 8

ISLA MAGDALENA 9

ISLA MAGDALENA 10

ISLA MAGDALENA 11

ISLA MAGDALENA 12

ISLA MAGDALENA 13

ISLA MAGDALENA 14

ISLA MAGDALENA 15

ISLA MAGDALENA 16

ISLA MAGDALENA 17

ISLA MAGDALENA 18

P
A
C
I
F
I
C
O

111°

AHERMOSILLO

110°

SIMBOLOS GEOLOGICOS

	CONTACTO GEOLOGICO		ANTICLINAL
	FALLA NORMAL		SINCLINAL
	FALLA NORMAL INFERIDA		FALLA DE TRANSCURRENCIA
	FALLA INVERSA		POZO EXPLORATORIO DE PEMEX
	LINEA DE SECCION A-A'		POZO EXPLORATORIO SARH

SIMBOLOS CONVENCIONALES

	ASENTAMIENTOS HUMANOS		CORRIENTE DE AGUA PERENNE
	CAPITAL DE ESTADO, CABECERA MUNICIPAL		CORRIENTE DE AGUA INTERMITENTE
	CARRETERA PAVIMENTADA DE MAS DE DOS CARRILES		CANAL
	CARRETERA PAVIMENTADA FEDERAL, ESTATAL		CUERPO DE AGUA
	TERRACERIA		CURVA DE NIVEL ACOTADA EN METROS (CURVA PRINCIPAL) 500
	VIA DE FERROCARRIL		CURVA DE NIVEL ORDINARIA
			LIMITE ESTATAL

NOTA:
 ESTE PLANO FUE COMPILADO A PARTIR DE LAS CARTAS TOPOGRAFICAS A ESCALAS 1:1000 000 y 1:250 000 DEL INEGI.
 LOS LIMITES ESTATALES FUERON TOMADOS DE LAS CARTAS ESTATALES DE LA SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES, 1987.
 EQUIDISTANCIA DE CURVAS DE NIVEL 250 METROS
 EDICION E IMPRESION DIGITALIZACION DE DATOS S.A. DE C.V.

GOLFO DE CALIFORNIA (MAR DE CORTES)



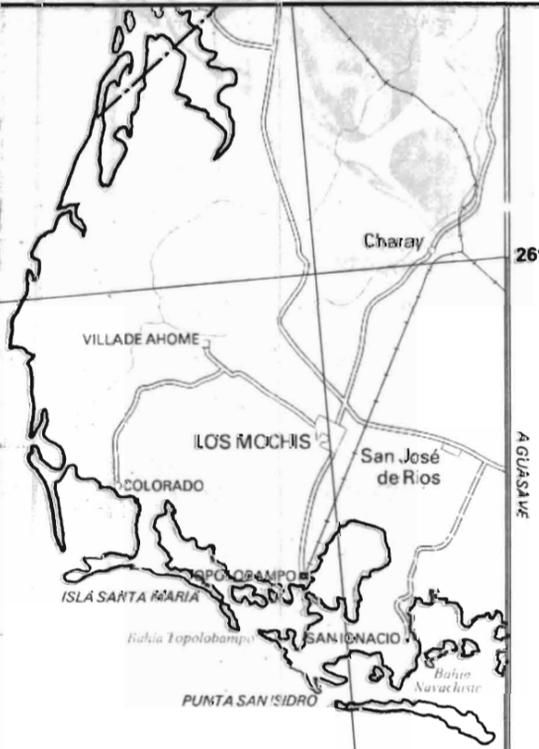
SIMBOLOS GEOLOGICOS

- CONTACTO GEOLOGICO
- FALLA NORMAL
- FALLA NORMAL INFERIDA
- FALLA INVERSA
- LINEA DE SECCION A-A'
- ANTICLINAL
- SINCLINAL
- FALLA DE TRANSCURRENCIA
- POZO EXPLORATORIO DE PEMEX
- POZO EXPLORATORIO SARH

SIMBOLOS CONVENCIONALES

- ASENTAMIENTOS HUMANOS
- CAPITAL DE ESTADO, CARECERA MUNICIPAL
- CARRETERA PAVIMENTADA DE MAS DE DOS CARRILES
- CARRETERA PAVIMENTADA FEDERAL, ESTATAL
- TERRACERIA
- VIA DE FERROCARRIL
- CORRIENTE DE AGUA PERENNE
- CORRIENTE DE AGUA INTERMITENTE
- CANAL
- CUERPO DE AGUA
- CURVA DE NIVEL ACOTADA EN METROS (CURVA PRINCIPAL)
- CURVA DE NIVEL ORDINARIA
- LIMITE ESTATAL

NOTA:
 ESTE PLANO FUE COMPILADO A PARTIR DE LAS CARTAS TOPOGRAFICAS A ESCALAS 1:1000 000 Y 1:250 000 DEL INEGI.
 LOS LIMITES ESTATALES FUERON TOMADOS DE LAS CARTAS ESTATALES DE LA SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES, 1987.
 EQUIDISTANCIA DE CURVAS DE NIVEL 250 METROS
 EDICION E IMPRESION DIGITALIZACION DE DATOS S.A. DE C.V.

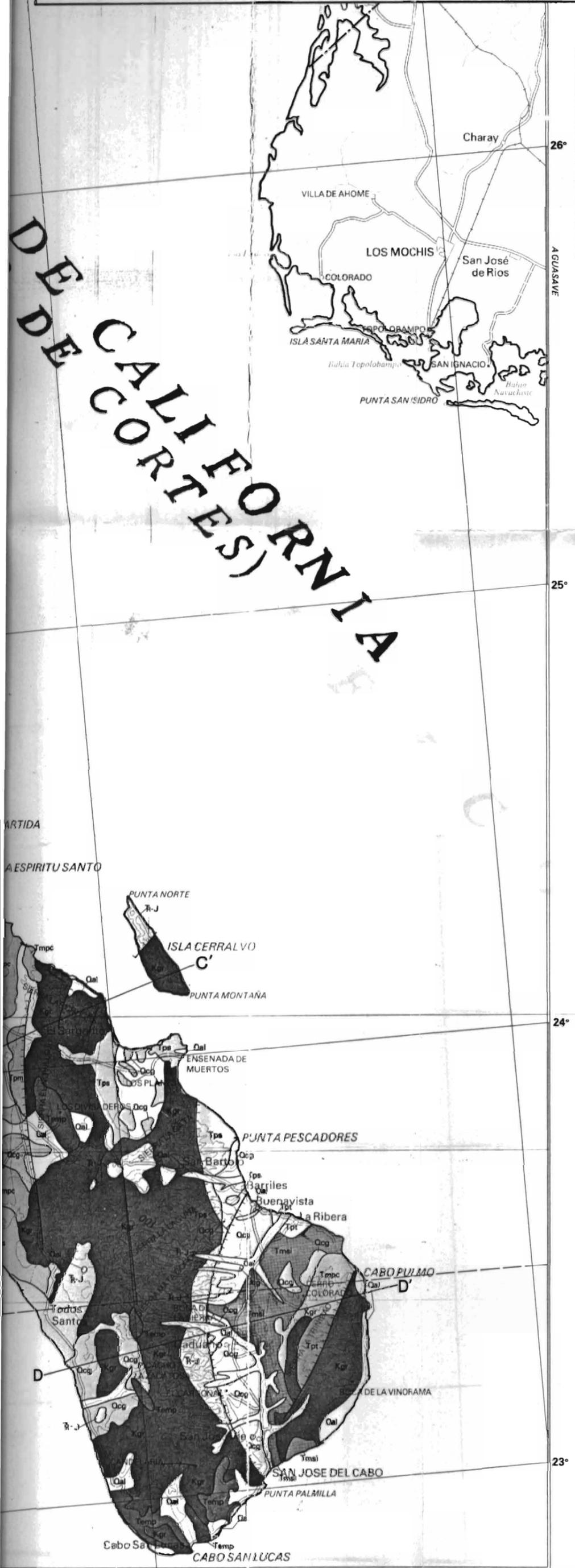


BAJA CALIFORNIA
 (ESTADO DE CALIFORNIA)

L E Y E N D A

EDAD	LITOLOGIA	CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS		
CUATERNARIO	HOLO-CENO Qal Qcg GRAVAS, LIMOS Y ARCILLAS CONGLOMERADOS MAL CLASIFICADOS.	PERMEABILIDAD ALTA. CONSTITUYEN LOS PRINCIPALES ACUIFEROS DEL ESTADO, PRINCIPALMENTE DE LAS ZONAS COSTERAS.		
	PLEIS-TOCENO Qpb BASALTO.	PERMEABILIDAD MEDIA. EN LAS PARTES ALTAS DE LAS ZONAS DE RECARGA Y EN LAS PARTES BAJAS PUEDEN CONSTITUIR ACUIFEROS DE BAJO RENDIMIENTO.		
CENOZOICO	PLIOCENO	Tps LUTITAS BENTONITICAS CON NODULOS DE MATERIAL FERRUGINOSO, LENTES DE YESO, ARENISCAS Y CONGLOMERADOS FM: SALADA, AFLORA AL N. DE LORETO, DE BAHIA BALLENAS Y VILLA INSURGENTES; ARGILITAS ARENOSAS CON INTERCALACIONES DE CONGLOMERADO FM: ALMEJA, AFLORA AL NORTE DE PUNTA MORRO HERMOSO.	PERMEABILIDAD DE MEDIA A BAJA. CONSTITUYEN ACUIFEROS DE BAJO RENDIMIENTO.	
		Tpt LUTITAS, LIMOLITAS Y ARENISCAS. FM: TRINIDAD.	PERMEABILIDAD DE MEDIA A BAJA. CONSTITUYEN ACUIFEROS LOCALES DE BAJO RENDIMIENTO.	
		Tmpc AGLOMERADOS VOLCANICOS, TOBAS PUMITICAS, ARGILITAS, BASALTOS, ARENISCAS, TOBAS LITICAS Y CONGLOMERADOS. FM: COMUNDA.	PERMEABILIDAD DE MEDIA A BAJA. EN LAS ZONAS TOPOGRAFICAS ALTAS FUNCIONAN COMO ZONA DE RECARGA. EN LAS PARTES BAJAS CONSTITUYEN ACUIFEROS POBRES.	
		Tmv ANDESITAS, DACITAS Y RIOLITAS	PERMEABILIDAD MUY BAJA. FUNCIONA COMO BARRERA AL FLUJO DEL AGUA SUBTERRANEA.	
		Tmsi ARENISCAS Y LUTITAS BENTONITICAS FMS: SAN IGNACIO Y SAN RAYMUNDO.	PERMEABILIDAD BAJA. PUEDEN CONSTITUIR ACUIFEROS DE MUY BAJO RENDIMIENTO.	
	MIOCENO	MIOCENO SUPERIOR	Tmm AGLOMERADOS, ARENISCAS Y ARCILLAS. FMS: LAZORRA, ZACARIAS, SANTA CLARA Y SAN JOAQUIN. AFLORAN AL SUR DE PUNTA EUGENIA Y AL PONIENTE DE SAN IGNACIO.	PERMEABILIDAD VARIABLE. FORMA ACUIFEROS DE BAJO RENDIMIENTO EN DONDE PREDOMINAN LAS ARCILLAS Y MEJORA DONDE ABUNDAN LAS ARENAS Y ARENISCAS.
			Tmt LUTITAS SILICICAS CON ABUNDANTES ESCAMAS DE PECES, CON INTERCALACIONES DE DIATOMITAS Y ARENISCAS FM: MONTEFREY AFLORA AL SE. DE LA CUENCA PURISIMA-IRAY-MAGDALENA. LUTITAS DIATOMACEAS CON ABUNDANTES ESCAMAS DE PECES CON INTERCALACION DE SILICE Y PEDERNAL FM: SAN GREGORIO AFLORA EN LOS ARROYOS PURISIMA Y SAN GREGORIO.	PERMEABILIDAD DE BAJA A MUY BAJA. FORMANDO ACUIFEROS LIMITADOS DE BAJO RENDIMIENTO.
		MIOCENO INFERIOR	Tmte LIMOLITAS, CONGLOMERADOS SON INTERCALACIONES DE ARENISCAS Y ARCILLA FM: MALARRIHO. AFLORA AL ORIENTE DE PUNTA EUGENIA. LUTITAS INTERSTRATIFICADAS CON ARENISCAS Y MARGAS. FM: SAN DOMINGO, AFLORA EN LA CUENCA PURISIMA-IRAY-MAGDALENA.	PERMEABILIDAD MUY BAJA. FUNCIONA COMO BARRERA AL FLUJO DEL AGUA SUBTERRANEA.
			Tmp PORFIDOS DACITICOS. AFLORA AL NORTE DE CABO SAN LUCAS.	PERMEABILIDAD NULA. FUNCIONA COMO BARRERA AL FLUJO DEL AGUA SUBTERRANEA.
			Tmve LUTITAS ARENOSAS, LIMOLITAS Y ARENISCAS CON INTERCALACIONES DE LUTITAS. FM: VALLE.	PERMEABILIDAD MUY BAJA. FORMAN ACUIFEROS DE MUY BAJO RENDIMIENTO.
CRETACICO	CAMPAÑANO - TURONIANO	Tmvi GRANITOS Y TONALITAS AFLORAN EN LA SIERRA DE LAS SAUCES, SIERRA DEL CERRALVO Y SIERRA LA LAGUNA O VICTORIA.	PERMEABILIDAD NULA. FUNCIONA COMO BARRERA AL FLUJO DEL AGUA SUBTERRANEA.	
		Tmva LUTITAS, ARENISCAS, LIMOLITAS, CONGLOMERADOS. FM: EUGENIA.	PERMEABILIDAD DE BAJA A NULA. PUEDE CONTENER AGUA EN ALGUNOS LENTES O ESTRATOS CONGLOMERADOS. PERO EN GENERAL SE CONSIDERA CON BAJAS POSIBILIDADES ACUIFERAS.	
	ALBIANO	Tmva GRANULACAS, LUTITAS, ARENISCAS, BASALTOS INTERCALADOS, ESQUELETOS DE GRUCOFANO Y SERPENTINA.	PERMEABILIDAD NULA. FUNCIONA COMO BARRERA AL FLUJO DEL AGUA SUBTERRANEA.	
		Tmva GRANITO GNEISICO; ESQUISTOS DE BIOTITA Y CUARZO, ESQUISTOS RICACEOS DE CLORITA, CUARZO Y BERICITA, GNEIS DE BIOTITA Y CORBIERTA. SE INTIENE EL COMPLEJO OFIOLITICO QUE SE LOCALIZA EN SIERRA DE SAN JOSE DE	PERMEABILIDAD NULA. FUNCIONA COMO BARRERA AL FLUJO DEL AGUA SUBTERRANEA.	
		Tmva (Symbol for Albian stage)		

DE CALIFORNIA



M E S O Z O I C O
 T R I A S I C O
 J U R A S I C O
 C R E T A C I O
 P A L E O C E N O
 E O C E N O
 C E N O M A N I A N O
 - A L B I A N O - T U R O N I A N O
 C A M P A N I A N O
 - T U R O N I A N O

Tmv	ANDESITAS, DACITAS Y RIOLITAS	PERMEABILIDAD MUY BAJA. FUNCIONA COMO BARRERA AL FLUJO DEL AGUA SUBTERRANEA.
Tmsi	ARENISCAS Y LUTITAS BENTONITICAS FMS: SAN IGNACIO Y SAN RAYMUNDO.	PERMEABILIDAD BAJA. PUEDEN CONSTITUIR ACUIFEROS DE MUY BAJO RENDIMIENTO.
Tmm	AGLOMERADOS, ARENISCAS Y ARCILLAS. FMS: LA ZORRA, ZACARIAS, SANTA CLARA Y SAN JOAQUIN. AFLORAN AL SUR DE PUNTA EUGENIA Y AL PONIENTE DE SAN IGNACIO. LUTITAS SILIFICADAS CON ABUNDANTES ESCAMAS DE PECES, CON INTERCALACIONES DE DIATOMITAS Y ARENISCAS FM: MONTERREY AFLORA AL SE. DE LA CUENCA PURISIMA-IRAY-MAGDALENA LUTITAS DIATOMACEAS CON ABUNDANTES ESCAMAS DE PECES CON INTERCALACION DE SILICE Y PEDERNAL FM: SAN GREGORIO AFLORA EN LOS ARROYOS PURISIMA Y SAN GREGORIO	PERMEABILIDAD VARIABLE. FORMA ACUIFEROS DE BAJO RENDIMIENTO EN DONDE PREDOMINAN LAS ARCILLAS Y MEJORA DONDE ABUNDAN LAS ARENAS Y ARENISCAS.
Tebt	LUTITAS, MARGAS, ARENISCAS Y CALIZAS. FM: BATEQUE AFLORA AL N. DE BAHIA BALLENAS Y LA LAGUNA SAN IGNACIO ARENISCAS, CONGLOMERADOS Y LUTITAS FM: TEPETATE AFLORA EN LA CUENCA PURISIMA-IRAY-MAGDALENA	PERMEABILIDAD DE BAJA A MUY BAJA. FORMANDO ACUIFEROS LIMITADOS DE BAJO RENDIMIENTO
Temp	LIMOLITAS, CONGLOMERADOS CON INTERCALACIONES DE ARENISCAS Y ARCILLA FM: MALARRIMO, AFLORA AL ORIENTE DE PUNTA EUGENIA LUTITAS INTERES TRATIFICADAS CON ARENISCAS Y MARGAS. FM: SANTO DOMINGO, AFLORA EN LA CUENCA PURISIMA-IRAY-MAGDALENA	PERMEABILIDAD MUY BAJA. FUNCIONA COMO BARRERA AL FLUJO DEL AGUA SUBTERRANEA.
Temp	PORFIDOS DACITICOS, AFLORA AL NORTE DE CABO SAN LUCAS	PERMEABILIDAD NULA. FUNCIONA COMO BARRERA AL FLUJO DEL AGUA SUBTERRANEA.
Kev	LUTITAS ARENOSAS, LIMOLITAS Y ARENISCAS CON INTERCALACIONES DE LUTITAS FM. VALLE	PERMEABILIDAD MUY BAJA. FORMAN ACUIFEROS DE MUY BAJO RENDIMIENTO.
Kr	GRANITOS Y TONALITAS AFLORAN EN LA SIERRA DE LAS CRUCES, ISLA CERRALVO Y SIERRA LA LAGUNA O VICTORIA.	PERMEABILIDAD NULA. FUNCIONA COMO BARRERA AL FLUJO DEL AGUA SUBTERRANEA.
Kme	LUTITAS, ARENISCAS, LIMOLITAS, CONGLOMERADOS. FM. EUGENIA.	PERMEABILIDAD DE BAJA A NULA. PUEDE CONTENER AGUA EN ALGUNOS LENTES O ESTRATOS CONGLOMERADOS, PERO EN GENERAL SE CONSIDERA CON BAJAS POSIBILIDADES ACUIFERAS.
J-K	GRAUVACAS, LUTITAS, ARENISCAS, BASALTOS INTERCALADOS, ESQUISTOS DE GLAUCOFANO Y SERPENTINA.	PERMEABILIDAD NULA. FUNCIONA COMO BARRERA AL FLUJO DEL AGUA SUBTERRANEA.
T-h	GRANITO GNEISICO, ESQUISTOS MICACEOS DE CLORITA, CUARZO Y SERICITA, GNEIS DE BIOTITA Y CORDIERITA, SE INCLUYE EL COMPLEJO OFIOLITICO QUE SE LOCALIZA EN SIERRA DE SAN JOSE DE CASTRO E ISLAS DE MARGARITA Y MAGDALENA.	PERMEABILIDAD NULA. FUNCIONA COMO BARRERA AL FLUJO DEL AGUA SUBTERRANEA.
T-h	BASALTOS ESPELITICOS, PEDERNAL, ARENISCAS, MILONITAS SERPENTINIZADAS, CALIZAS, BRECHAS Y CONGLOMERADOS CALCAREOS. FM. SAN HIPOLITO.	PERMEABILIDAD NULA. FUNCIONA COMO BARRERA AL FLUJO DEL AGUA SUBTERRANEA.

ESCALA 1 : 1 000 000



U.A.S.L.P.
 FACULTAD DE INGENIERIA
 AREA CIENCIAS DE LA TIERRA

PLANO GEOLOGICO

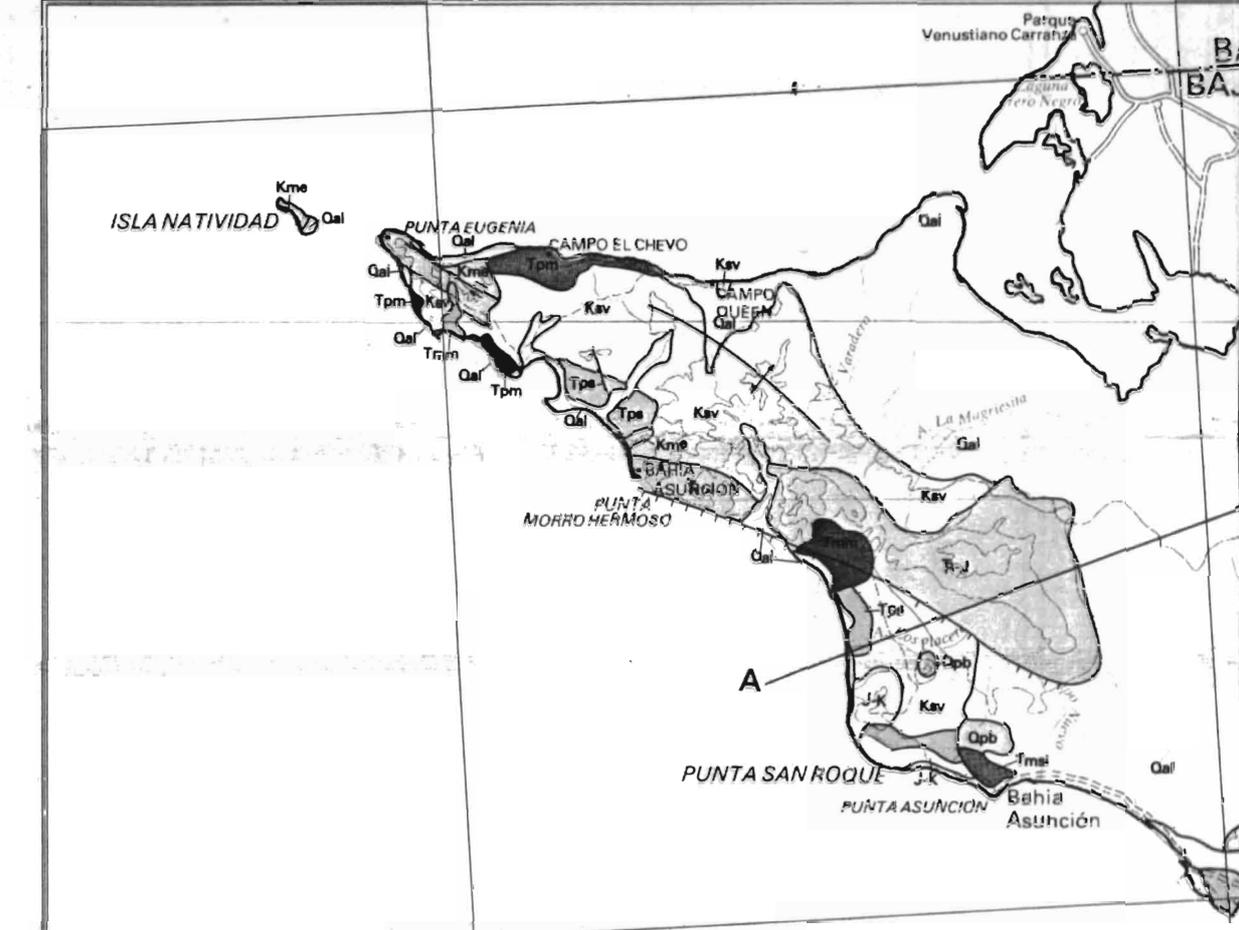
T.RECEPCIONAL
 J.JESUS CASTILLO P.

FECHA
 MAYO DE 1995

FIG. No.
 5

115°

AENSENADA 114°



27°

26°

Triásico Superior (230 - 208 m.a.) están representadas por basaltos, pedernales, areniscas, calizas y conglomerados calcáreos, que afloran en punta San Hipólito. De edad Triásico - Jurásico (230 - 145 m.a.) son los granitos, esquistos, cuarcitas y ofiolitas, expuestos en la Sierra de la Victoria y en las islas Margarita y Cerralvo. Grauvacas areniscas, lutitas, basaltos, pedernales, esquistos y serpentinas, que datan del intervalo Jurásico - Cretácico (160 -120 m.a.), pueden observarse al oriente de la Bahía de San Cristóbal y al poniente del desierto del Vizcaíno. Al Cretácico (113-91 m.a.) corresponden las lutitas, areniscas, limolitas y conglomerados expuestos en Punta Eugenia, al noroeste de la zona del Vizcaíno.

Siguen en la secuencia estratigráfica las rocas del Cenomaniano - Turoniano (96-88 m.a.): granitos, dacitas, basaltos y tonalitas, que afloran en la porción sur del estado, y las lutitas, areniscas y limolitas, que en la parte noroccidental del mismo sobreyacen a las rocas jurásicas y cretácicas, cubriendo parcialmente a las rocas antes referidas, se encuentran las originadas durante el período Terciario. Limolitas, conglomerados, areniscas, lutitas y margas, del Paleoceno (66 - 57 m.a.), expuestos en Punta Eugenia, y al sur de Santa Rita; también del Paleoceno datan las rocas que constituyen la Sierra de La Victoria (diques dacíticos). El este de las localidades Punta San Hipólito y San Ignacio, se observan lutitas, margas, areniscas y calizas del Eoceno (57 - 36 m.a.).

Del Mioceno Inferior y Medio (23-11 m.a.) son las lutitas silicificadas con abundantes, escamas de peces e intercalaciones de diatomitas y areniscas expuestas en Punta Magdalena, al sureste de San Ignacio, al norte de Punta Santo Domingo y al norte de Boca San Gregorio. Afloramientos de areniscas tobáceas y lutitas bentónicas, que datan del Mioceno Medio y Superior (15 -5.5 m.a.), se encuentran en las cuencas del Vizcaíno y de Purísima-Iray-Magdalena; andesitas, dacitas y riolitas del Mioceno Superior (11-5 m.a.) afloran al norte de Bahía Ballenas.

Rocas originadas durante el intervalo Mioceno-Plioceno (11-1 m.a.), formadas por aglomerados volcánicos, tobas, ignimbritas, basaltos, areniscas y conglomerados, forman la Sierra de la Giganta, que se extiende a lo largo de la entidad, desde su límite norte hasta las inmediaciones de la ciudad de La Paz; de la misma edad son las lutitas, limolitas y areniscas, que cubren a las rocas intrusivas en la zona de Santiago. Ampliamente distribuidas en la entidad se observan lutitas, yesos, areniscas, conglomerados y argilitas del plioceno (5-1 m.a.).

En la parte superior de la columna estratigráfica se encuentran los materiales aluviales: gravas, arenas, limos y arcillas, ampliamente expuestas en las partes bajas de las cuencas y que forman el tramo superior del relleno de los valles y planicies, localizados en las porciones septentrional y occidental del estado. (figura No. 5)

Por lo que se refiere a la estructura geológica, las cuencas de Vizcaino y de Iray-Magdalena, corresponden a dos depresiones tectónicas formadas durante el Permo-Triásico, como consecuencia de los movimientos orogénicos bajacalifornianos (orogenia sonoma), entre las cuales se levanta un pilar de rocas ofiolíticas paleozoicas de orientación normal a la de la península. Se estima que desde el Cretácico Tardío (Cenomaniano), en esta zona se da el movimiento convergente de la placa oceánica de Farallón y de la placa continental de Norteamérica, choque que provoca un mayor fallamiento, la aceleración del hundimiento del fondo, un gran aporte de terrígenos por erosión y la formación del relleno de espesor considerable, formado por sedimentos del Cretácico Superior y del Terciario Inferior. En la porción sur de la península, se extiende un batolito granítico, que constituye la Sierra de La Victoria y algunas montañas de menor elevación separadas de aquélla por la fosa tectónica de Santiago, cuya manifestación superficial es el valle del mismo nombre. El alineamiento y los flancos escarpados de las montañas formadas por el batolito, sugieren la existencia de fallas de gran desplazamiento.

III.- AGUAS SUBTERRANEAS

El estado de Baja California Sur desde el punto de vista hidrológico se encuentra dividido en 39 cuencas, (ver figura No.6) los acuíferos en explotación están ubicados principalmente en sedimentos granulares consolidados y no consolidados de edad Terciaria y del Reciente.

De acuerdo a los valores de extracción y de recarga se tienen que las condiciones geohidrológicas predominantes en las cuencas del estado son de sobreexplotación o de equilibrio, sin embargo a un existen algunas con pequeña disponibilidad. (figura No.7 y 8).

En general la profundidad de los niveles estáticos han descendido en la mayoría de los acuíferos en forma moderada. Con respecto a la calidad del agua subterránea ésta tiende a tener mayores concentraciones de sólidos totales disueltos conforme se aproximan las obras a las líneas de costas.

3.1.- PUNTA EUGENIA

GENERALIDADES.- La cuenca de Punta Eugenia ocupa una superficie aproximada de 4,003 km², se localiza al noroeste del estado, corresponde a la región hidrológica número 2 de la vertiente del Océano Pacífico. Limita al norte con la Bahía Sebastián Vizcaíno ubicada en el Océano Pacífico próxima a la Laguna Ojo de Liebre y al propio desierto de Vizcaíno al sur con Bahía Asunción, Bahía San Hipólito y Punta Abreojos ubicadas en el Océano Pacífico al este con el desierto de Vizcaíno y al oeste con el Océano Pacífico.

DELIMITACION GEOGRAFICA.- La cuenca se encuentra delimitada geográficamente de acuerdo a los siguientes vértices:

	latitud	Longitud
1.-	27°47'50"	114°43'14"
2.-	27°03'00"	113°38'24"
3.-	26°45'00"	113°32'42"
4.-	27°51'08"	115°04'30"

Siguiendo con la línea de costa hasta cerrar en el vértice No. 1.

CLIMATOLOGIA.- La precipitación media anual es de 80 mm/año la cual aporta un volumen de 320.24 Mm³/año. Existen dos períodos de lluvias importantes uno de Julio a Diciembre y otro de Enero a Marzo. La temperatura media anual es de 19.5°C. La evaporación promedio anual es superior a los 2,000 mm.

FISIOGRAFIA.- se compone por una larga y estrecha planicie y por las sierras prominentes orientales que comprende la mayor parte de la cuenca.

INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA SUBTERRANEA.- En la cuenca solo se cuenta con tres norias para el uso de abrevadero. El nivel estático esta influenciado por los efectos de mareas, ya que los pozos se encuentran localizados cerca de la línea de la costa.

PROFUNDIDAD AL NIVEL ESTATICO.- Este dato se desconoce así como las evoluciones del mismo.

CALIDAD QUIMICA DEL AGUA SUBTERRANEA.- En épocas de estiaje aumenta los solidos disueltos totales por influencia de las mareas, no se tiene un registro con referencia a la calidad de la misma.

CONSIDERACIONES.- Con la información geohidrológica se puede afirmar que hay una pequeña disponibilidad en virtud de que la explotación es casi nula, por lo que se considera que se encuentra subexplotada.

3.2.- EL VIZCAINO

GENERALIDADES.- La cuenca de Vizcaino ocupa una superficie aproximada de 10,588 km², se localiza en la porción noroeste del estado, corresponde a la región hidrológica No. 2 de la vertiente del Océano Pacífico.

DELIMITACION GEOGRAFICA.- Se encuentra delimitada geográficamente de acuerdo a los siguientes vértices:

	latitud	longitud
1.-	27°47'50"	114°43'14"
2.-	27°01'02"	113°45'00"
3.-	27°35'54"	113°00'45"
4.-	28°00'00"	112°59'00"
5.-	28°00'00"	114°04'20"

Siguiendo con la línea de costa hasta cerrar en el vértice No. 1.

CLIMATOLOGIA.- Las condiciones climatológicas que prevalecen en el área han propiciado el desarrollo de una región desértica en la cual la vegetación esta compuesta por matorrales, mezquites, cardones, uña de gato y hachones que invaden las dunas. Las precipitaciones pluviales se encuentran irregularmente distribuidas y por lo general ocurren entre los meses de Enero a Marzo y de Julio a Diciembre, la precipitación media anual es de 108 mm la cual aporta un volumen de 1,143.50 Mm³/año. y su temperatura media anual es de 19.5°C., con láminas de evaporación media anual superiores a 2,000 mm.

FISIOGRAFIA.- El área se ha dividido en tres grandes unidades fisiográficas; la región central del desierto del Vizcaíno, al norte y oriente las sierras prominentes y sur y suroeste las sierras bajas.

HIDROGEOLOGIA.- Figuran 12 unidades hidrogeológicas de las cuales 2 son permeables, 2 semipermeables y ocho impermeables. Dentro de las unidades permeables tenemos a los depósitos aluviales recientes y a los depósitos eólicos. De los semipermeables tenemos a las areniscas y conglomerados. Las unidades impermeables corresponden a: la formación Comundú, rocas intrusivas graníticas, esquistos, el Cretácico sedimentario y metamórfico, basalto, y depósitos lacustres y palustres.

INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA SUBTERRANEA.- a la fecha se reportan 209 aprovechamientos de los cuales 131 son pozos, correspondiendo 111 a uso agrícola, 15 a agua potable, 1 abrevadero y 4 industriales, así como 78 norias correspondiendo 14 a uso agrícola, 60 para abrevadero y 4 de uso industrial.

PROFUNDIDAD DEL NIVEL ESTÁTICO.- Esta varia de 10.40 a 49.20 metros con abatimientos de 0.0 a 1.10 metros anuales, en realidad el comportamiento del agua subterránea indica que en general el nivel estático ha disminuido por efecto de concentraciones en el bombeo y como resultado de una sobreexplotación del orden de los 2.9 Mm³/año.

CALIDAD QUIMICA DEL AGUA SUBTERRANEA.- La cantidad de sólidos totales disueltos, fluctúan de 412 a 2,254 p.p.m., las mayores concentraciones se observan en los límites costeros como Laguna Ojo de liebre hacia Guerrero Negro.

Según el diagrama de Piper, en las muestras representativas de la zona norte del valle de Vizcaíno, predominan las familias de aguas; sódica, magnésica-clorurada, y

sódica, magnésica-clorurada-bicarbonatada mientras que en la porción sur prevalece la familia de agua sódica, magnésica-bicarbonatada, clorurada. Con referencia a la clasificación de aguas para riego según el diagrama de Wilcox, de acuerdo a su conductividad se tienen aguas de salinidad media (C2) a altamente salinas (C3), y con respecto a la relación de absorción de sodio se tienen aguas bajas en sodio (S1) a media en sodio (S2), localmente se presentan aguas altas en sodio (S3), de lo que podemos concluir que las aguas de éste acuífero generalmente son agresivas y localmente incrustantes (disuelven y depositan el CaCo_3 , respectivamente).

CONSIDERACIONES.- Este acuífero es uno de los más importantes en el estado y es la segunda zona agrícola. De la información geohidrológica que se ha obtenido en el transcurso de los años, se ha observado que los niveles estáticos continúan descendiendo provocado por la sobreexplotación.

3.3.- SAN IGNACIO

GENERALIDADES.- La cuenca de San Ignacio ocupa una superficie aproximada de 11,187 km², se localiza en la porción noroeste del estado, corresponde a la región hidrológica No.2 de la vertiente del Océano Pacífico. Limita al norte con la cuenca de Las Vírgenes y del Vizcaíno, al sur con la cuenca La Purísima y el Océano Pacífico, al este con la cuenca de Santa Rosalía y al oeste con el Océano Pacífico.

DELIMITACION GEOGRAFICA.- Se encuentra delimitada geográficamente de acuerdo a los siguientes vértices:

	latitud	longitud
1.-	26°15'00"	112°31'39"
2.-	26°37'20"	112°07'13"
3.-	27°35'54"	113°00'45"
4.-	27°03'00"	113°38'24"
5.-	26°45'00"	113°32'42"

Siguiendo la línea de costa hasta cerrar con el vértice No.1

CLIMATOLOGIA.- La precipitación pluvial media anual es de 136 mm., correspondiendo a un volumen precipitado de 1,521 Mm³ anuales para toda la cuenca. El período invernal comprende los meses de Diciembre y Enero donde se verifica aproximadamente el 50% del total precipitado. Sin embargo, a lo largo del año ocurren chubascos ocasionales con una frecuencia totalmente errática; en las

partes elevadas de la cuenca el período de lluvias es más amplio que comprende de Agosto a Enero. La distribución de la temperatura media mensual y anual es muy homogénea en toda la cuenca, los meses más calurosos se presentan en Julio y Agosto, donde las temperaturas oscilan de 22.6°C a 29.1°C; las temperaturas máximas extremas registradas van de 40°C a 45°C, las temperaturas medias mensuales mínimas ocurren en el mes de Enero con valores de 13.5°C a 18.1°C y las mínimas extremas ocurren en el mismo mes con un orden de magnitud que va de 4°C a 0°C. Los datos de evaporación de las dos estaciones que registran, éste tipo de información, indican láminas de evaporación media anual superiores a 2,000 mm.

FISIOGRAFIA.- La zona montañosa esta representada por las prominencias topográficas de la sierra de la Giganta con alturas máximas de 2,050 m.s.n.m. en el volcán Tres Vírgenes, la orientación de los valles es perpendicular a la costa, con drenaje abundante en las partes altas, prosiguiendo su curso a través de canales de desagüe que forman el lecho del río de San Ignacio, hasta llegar al cono de deyección o parte inferior donde termina su curso, en éste caso la planicie costera y la laguna de San Ignacio.

HIDROGEOLOGIA.- Se reconocen 10 unidades hidrogeológicas que se agrupan por rangos de permeabilidad, delimitando 2 paquetes; permeable e impermeable.

Los abanicos aluviales y pie de monte que no constituyen acuíferos forma una unidad permeable, los depósitos fluviales mixtos poseen baja permeabilidad y constituyen localmente acuíferos. Los depósitos lacustres que se localizan alrededor de la laguna poseen una baja permeabilidad y mala calidad de agua. Los depósitos eólicos que constituyen pequeñas dunas poseen buena permeabilidad, sin embargo no son productores de agua. La formación Comondú que conforma la sierra de la Giganta no presenta condiciones de permeabilidad locales por fracturamiento aunque sufre cambios laterales muy marcados como el de las mesas basálticas, características que contribuyen en la formación del flujo subterráneo. Los conglomerados forman también una variación lateral de la formación Comondú compuesta de los fragmentos de basaltos y su interés es por encontrarse cerca de los basaltos permeables. La piedra pómez que constituye una roca porosa puede ser importante en las partes bajas de la cuenca. El complejo ígneo-sedimentario funciona por el lado occidental como zona de captación de escurrimientos superficiales que alimenta a la planicie. En síntesis el marco hidrogeológico se constituye en su mayor parte por unidades impermeables que funcionan como captadoras de agua de lluvia que es colectada por los principales arroyos.

INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA SUBTERRANEA.- A la fecha se han censado 45 aprovechamientos de los cuales 23 son pozos

correspondiendo 16 al uso agrícola, 5 de agua potable y dos industriales, así como 22 norias de las cuales 1 es de uso agrícola y 21 de abrevadero; se cuenta además con un manantial captando sus aguas mediante una pequeña presa para uso agrícola e industrial y para otros usos.

PROFUNDIDAD DEL NIVEL ESTÁTICO.- Esta varía de 16.70 a 97.4 metros, con abatimientos de 0.10 a 1.70 metros anuales. En realidad el comportamiento del agua subterránea en el acuífero indica que en general el nivel estático no ha descendido fuertemente, excepto en una zona denominada los Mártires colindante con el área agrícola del sur del Valle de Vizcaíno.

CALIDAD QUÍMICA DEL AGUA SUBTERRÁNEA.- La cantidad de sólidos totales disueltos fluctúan de 521 a 1,222 p.p.m., las mayores concentraciones se observan en la porción costera próxima a las partes bajas de la laguna.

CONSIDERACIONES.- Esta zona se considera en equilibrio, en virtud de que la extracción es un poco menor a la recarga, además de que se tienen abatimientos locales fuertes en la zona de los mártires, sin embargo el área de explotación está muy localizada, mientras que la gran mayoría de la cuenca está prácticamente sin aprovecharse.

3.4.- LA PURÍSIMA

GENERALIDADES.- La cuenca de La Purísima ocupa una superficie aproximada de 4,966 km², se localiza en la porción noroccidental del estado, corresponde a la región hidrológica No.3 de la vertiente del Océano Pacífico. Limita al norte con las cuencas de: San Ignacio, Mulegé y Bahía Concepción, al sur con la de Mezquital Seco, el este con las de Rosarito y San Juan B. Londó, y al oeste con el Océano Pacífico.

DELIMITACIÓN GEOGRÁFICA.- Se encuentra delimitada geográficamente de acuerdo a los siguientes vértices:

	latitud	longitud
1.-	26°15'00"	112°31'39"
2.-	26°37'20"	112°97'13"
3.-	26°25'38"	111°43'03"
4.-	26°04'46"	111°32'42"
5.-	25°46'38"	112°06'27"

Siguiendo la línea de costa hasta cerrar con el vértice No. 1

CLIMATOLOGIA.- Las condiciones climáticas que prevalecen en el área han propiciado el desarrollo de un paisaje desértico en el cual la vegetación esta compuesta por matorrales y cactáceas. Las precipitaciones pluviales se presentan en dos períodos importantes; el primero de Julio a Octubre con el mayor aporte y el segundo de Diciembre a Enero. La precipitación media anual para toda la cuenca es de 134 mm., correspondiendo a un volumen precipitado de 673.44 Mm³ anuales y su temperatura media anual es de 22°C.

FISIOGRAFIA.- En la zona se pueden considerar dos unidades principales: planicie costera y zona montañosa. La planicie costera ocupa una franja angosta que bordea la costa del Océano Pacífico, mientras que la zona montañosa ocupa la mayor parte de la cuenca.

HIDROGEOLOGIA.- Se consideran tres unidades desde el punto de vista hidrogeológico y se describen como: 1ª que es la principal por ser permeable y se encuentra constituida por los depósitos fluviales que ocupan los cauces de los arroyos, con poco espesor en general; 2ª los depósitos eólicos, recientes y antiguos así como las dunas pero carecen de importancia por su poco espesor y cercanía a la playa y 3ª las formaciones sedimentarias terciarias que afloran en el área (San Ignacio, San Raymundo, Monterrey, Tepetate) y formación Comondú (volcánica), constituyen la porción montañosa de la zona y representan las barreras y el basamento impermeable.

INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA SUBTERRANEA.- Se reportan un total de 45 aprovechamientos correspondiendo a 10 pozos y 35 norias, los primeros utilizados con fines agrícola y agua potable y las norias para abrevadero y uso doméstico rural; existe además un manantial el cual es captado por una presa reguladora para uso agrícola principalmente.

PROFUNDIDAD DEL NIVEL ESTATICO.- Esta fluctúa desde 6.70 hasta 45.90 metros corresponden los más someros a las obras construidas en los cauces de los arroyos. Debido a su poca importancia como zona productora y su baja explotación, no se han realizado campañas piezométricas regulares.

CALIDAD QUIMICA DEL AGUA SUBTERRANEA.- La calidad en general presenta concentraciones de 352 a 2,048 p.p.m. de sólidos totales disueltos y es utilizada en todos los usos requeridos de la zona, no se llevan campañas regulares de muestreo de aguas subterráneas en ésta cuenca debido a su baja explotación, en general la mayor demanda es cubierta por el agua del manantial.

CONSIDERACIONES.- Esta cuenca es una de las de mayor extensión en el estado, pero debido a la baja permeabilidad de los materiales geológicos que la conforman y la escasa precipitación pluvial trae como consecuencia un valor bajo de recarga, sin embargo no se ha realizado en ella una explotación importante, siendo la extracción menor que la recarga, por lo que actualmente se encuentra subexplotada.

3.5.- MEZQUITAL SECO

GENERALIDADES.- la cuenca de Mezquital Seco ocupa una superficie aproximada de 1,332 km², se localiza en la porción centro occidental del estado, corresponde a la región hidrológica No.3 de la vertiente del Océano Pacífico. Limita al norte con las cuencas de; La Purísima y San Juan B. Londó, al sur y el este con la de Santo Domingo, y al oeste con el Océano Pacífico.

DELIMITACION GEOGRAFICA.- Esta delimitada geográficamente de acuerdo a los siguientes vértices:

	latitud	longitud
1.-	25°46'38"	112°06'27"
2.-	26°04'46"	111°32'42"
3.-	25°56'08"	111°32'30"
4.-	25°40'00"	112°06'00"

Siguiendo la línea de costa hasta cerrar con el vértice No.1

CLIMATOLOGIA.- Las condiciones climatológicas que prevalecen en el área han propiciado el desarrollo de un paisaje desértico en el cual la vegetación esta compuesta por matorrales y cactáceas. Las precipitaciones pluviales se presentan en dos períodos importantes; el primero de Julio a Octubre, con el mayor aporte y el segundo de Diciembre a Enero. La precipitación media anual para toda la cuenca es de 120 mm, correspondiendo a un volumen precipitado de 159.84 Mm³ anuales y su temperatura media anual de 22°C.

FISIOGRAFIA.- En la zona se pueden considerar dos unidades principales; planicie costera y zona montañosa, la primera ocupa una franja angosta que bordea la costa del Océano Pacífico, mientras que la segunda ocupa las partes altas que son la mayor parte de la cuenca.

HIDROGEOLOGIA.- Se tienen 4 zonas hidrogeológicas: 1ª 1a Zona permeable y se encuentra constituida por los depósitos fluviales que ocupan los cauces de los arroyos, con poco espesor en general, 2ª Los depósitos eólicos, recientes y antiguos carecen de importancia por su poco espesor y cercanía a la playa, 3ª La formación Salada que se considera semipermeable y 4ª Las formaciones sedimentarias terciarias que afloran en el área (San Ignacio, San Raymundo, Monterrey, Tepetate) y formación Comondú (volcánica) constituyen la porción montañosa de la zona y representan las barreras y el basamento impermeable.

INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA SUBTERRANEA.- Se reportan un total de 15 aprovechamientos correspondiendo a 7 pozos y 8 norias, los primeros utilizados con fines agrícolas y agua potable y el resto como abrevadero y uso doméstico rural.

PROFUNDIDAD DEL NIVEL ESTATICO.- Esta fluctúa desde 10.00 hasta 59.00 metros corresponden los más someros a las obras construidas en los cauces de los arroyos. Debido a su poca importancia como zona productora y su baja explotación, no se han realizado campañas piezométricas regulares.

CALIDAD QUIMICA DEL AGUA SUBTERRANEA.- La calidad en general presenta concentraciones de 422 a 1,296 p.p.m. de sólidos totales disueltos y es utilizada en todos los usos requeridos de la zona, no se llevan campañas regulares de muestreo de aguas subterráneas en ésta cuenca debido a su baja explotación.

CONSIDERACIONES.- Debido a la baja permeabilidad de los materiales geológicos que la conforman y la escasa precipitación pluvial trae como consecuencia un valor bajo de recarga, sin embargo no se ha realizado en ella una explotación importante, siendo la extracción igual que la recarga, por lo que actualmente se encuentra en equilibrio.

3.6.- SANTO DOMINGO

GENERALIDADES.- En la cuenca de Santo Domingo ocupa una superficie aproximada de 11,848 km², se localiza en la porción centro occidental del estado, corresponde a la región hidrológica No.3 de la vertiente del Océano Pacífico. Limita al norte con las cuencas de, Mezquital Seco y Loreto, al este con, Tepentú, al sur con Santa Rita y al oeste con el Océano Pacífico.

La cuenca de Santo Domingo esta delimitada geográficamente de acuerdo a los siguientes vértices:

	latitud	longitud
1.-	24°33'00"	111°45'00"
2.-	25°04'00"	111°00'00"
3.-	25°35'00"	111°18'00"
4.-	25°56'08"	111°32'30"
5.-	25°48'00"	111°46'00"
6.-	25°40'00"	112°06'00"

Siguiendo la línea de costa hasta cerrar con el vértice No.1

CLIMATOLOGIA.- El régimen de lluvia que predomina es ciclónico, cuya ocurrencia es errática, los meses de Agosto a Septiembre contribuyen con un promedio del 50% del total anual precipitado.

El aporte de lluvia invernal corresponde a los meses de Enero y Diciembre. La precipitación pluvial media anual es de 147 mm. correspondiendo a un volumen precipitado de 1,741.65 Mm³ anuales, la temperatura media anual es de 21.9°C y se distribuye sobre la cuenca en general, en forma homogénea.

FISIOGRAFIA.- La cuenca se localiza fisiográficamente dentro de las provincias: llanura costera Iray-Purísima y Sierra Volcánica de Baja California. la primera, conocida también como Llano de la Magdalena, se encuentra constituida por sedimentos marinos y continentales de edad Terciaria, cubiertos por reducidos espesores de depósitos fluviales y eólicos, que en conjunto constituyen la llanura costera de Baja California. La segunda es la parte montañosa constituida por la Sierra Volcánica, que se caracteriza por las prominencias topográficas de la Sierra de la Giganta.

HIDROGEOLOGIA.- Las condiciones de funcionamiento hidrogeológico del área están dadas de la siguiente manera; al oriente de la cuenca, las sierras impermeables funcionan como área colectora del agua de lluvia, la cual transporta por medio de su drenaje hacia el valle.

En la parte oriental de la planicie costera, se localizan los materiales de pie de monte, los cuales funcionan como zonas de infiltración y recarga; por lo tanto, los materiales del Terciario que se identifican con la formación Salada, junto con los rellenos del reciente, trabajan como una sola unidad hidrogeológica, cuya permeabilidad va de regular a baja; el conjunto de rellenos del Terciario y Reciente descansan sobre un lecho de arcilla que hace las veces de basamento. hacia la línea de costa se tienen materiales impermeable como arcillas y

arcillas-arenosas, que posiblemente sirven como una barrera que ha evitado la intrusión de agua de mar en forma mas pronunciada.

INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA SUBTERRANEA.- Se reportan un total de 786 aprovechamientos correspondiendo a 747 pozos y 39 norias, los primeros utilizados con fines agrícolas, agua potable e industrial el resto para abrevadero y uso doméstico rural.

PROFUNDIDAD DEL NIVEL ESTÁTICO.- Las profundidades al nivel estático fluctúan desde 11.20 hasta 71.90 mts., en ésta zona se tienen los mayores abatimientos de todo el estado (2.4 m/año) como consecuencia de la severa y prolongada sobreexplotación a que ha sido sometido el acuífero.

CALIDAD QUIMICA DEL AGUA.SUBTERRANEA- La calidad del agua subterránea en general presenta concentraciones de 416 a 5,764 p.p.m. de sólidos totales disueltos y es utilizada en todos los usos requeridos en la zona. A pesar de los severos abatimientos sufridos en la cuenca, no se ha tenido una franca invasión de agua de mar, debido a la presencia de un alto estructural paralelo a la línea de costa, llamado alto de Magdalena, localizándose las mayores concentraciones de sales en zonas adyacentes a las desembocaduras de los dos arroyos principales, los cuales han erosionado la mencionada estructura.

Según el diagrama de Piper, en las muestras representativas del valle de Santo Domingo, la familia de agua predominante, es mixta-bicarbonatada, clorurada, con tendencia a la sodicidad. Con referencia a la clasificación de aguas para riego según el diagrama de Wilcox, de acuerdo a su conductividad se tienen aguas de salinidad altamente salinas (C3) a muy altamente salinas (C4), y con respecto a la relación de absorción de sodio se tienen aguas bajas en sodio (S1) a media en sodio (S2), localmente se presentan aguas muy altas en sodio (S4), de lo que podemos concluir que las aguas de éste acuífero generalmente son incrustantes y localmente agresivas (depositan y disuelven el CaCo_3 , respectivamente).

CONSIDERACIONES.- Es el principal acuífero, así como la primer zona agrícola del estado, se ha venido sobreexplotando sistemáticamente a través de varios años, por lo que presenta serios problemas de abatimiento y contaminación.

3.7.- SANTA RITA

GENERALIDADES.- La cuenca de Santa Rita ocupa una superficie aproximada de 1,869 km² se localiza en la porción centro occidental del estado, corresponde a la región hidrológica No. 3 de la vertiente del Océano Pacífico. Limita al norte con la cuenca de Santo Domingo, al sur con las Pocitas-San Hilario, al oeste con el Océano Pacífico y al este con la Sierra de la Giganta.

DELIMITACION GEOGRAFICA.- La cuenca de Santa Rita esta delimitada geográficamente de acuerdo a los siguientes vértices:

	latitud	longitud
1.-	24°33'00"	111°45'00"
2.-	25°03'00"	110°54'54"
3.-	24°55'38"	110°46'57"
4.-	24°22'38"	111°30'00"

Siguiendo la línea de costa hasta cerrar con el vértice No.1

CLIMATOLOGIA.- La precipitación media anual es de 104 mm/año la cual aporta un volumen de 194.37 Mm³/año. Existen dos periodos de lluvias importantes uno en Agosto a Septiembre y otro en Diciembre a Enero. La temperatura media es de 22°C, los meses de mayor temperatura corresponden al período de verano que comprende de Julio a Septiembre, es Agosto el más caluroso con temperaturas máximas de 42 a 44 °C, el periodo invernal presenta temperaturas más bajas, comprende Diciembre a Febrero con temperaturas mínimas extremas de 1 a 3 °C.

La evaporación promedio anual es superior a los 2,000 mm.

FISIOGRAFIA.- Se compone en su mayor parte por un largo arroyo que descarga sus aguas sobre la zona costera próxima a Puerto Chale en Bahía Santa María, frente a la Isla Margarita ubicada en el Océano Pacífico.

INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA SUBTERRANEA.- En la cuenca solo se cuenta con 18 aprovechamientos de los cuales 8 son pozos correspondiendo 4 a uso agrícola, 2 de agua potable y 2 para uso de abrevadero, así como 10 norias donde una es para uso agrícola y 9 para uso de abrevadero.

PROFUNDIDAD DEL NIVEL ESTÁTICO.- la profundidad del nivel estático no se conoce, ni las evoluciones del mismo.

CALIDAD QUÍMICA DEL AGUA SUBTERRÁNEA.- Se desconoce la calidad de la misma.

CONSIDERACIONES.- Con la información geohidrológica que se ha obtenido se puede estimar que hay disponibilidad pero debe ser considerada en equilibrio en virtud de la baja disponibilidad.

3.8.- LAS POCITAS - SAN HILARIO

GENERALIDADES.- La cuenca de las Pocitas-San Hilario ocupa una superficie aproximada de 2,772 km², se localiza en la porción centro occidental del estado, corresponde a la región hidrológica No.3 de la vertiente del Océano Pacífico. Limita al norte con la cuenca de Santa Rita, al sur con el Conejo-Los Viejos al este con Alfredo V. Bonfil, y Océano Pacífico y al oeste con Santa Rita y Océano Pacífico

DELIMITACION GEOGRÁFICA.- La cuenca de las Pocitas-San Hilario esta delimitada geográficamente de acuerdo a los siguientes vértices:

	latitud	longitud
1.-	24°12'50"	111°13'39"
2.-	24°25'46"	110°50'06"
3.-	24°25'38"	110°46'57"
4.-	24°22'38"	111°30'00"

Siguiendo la línea de costa hasta cerrar con el vértice No.1

CLIMATOLOGIA.- El clima de la región es de tipo desértico, con una precipitación pluvial media anual de 159 mm, la cual aporta un volumen de 440.75 Mm³/año, el régimen de lluvias es de tipo intermedio manifestándose durante el verano y el invierno, principalmente en los meses de Septiembre a Diciembre, la temperatura media anual es del orden de los 22°C, por lo que se considera de tipo cálido extremo.

FISIOGRAFIA.- La zona se encuentra localizada en la provincia fisiográfica conocida como Llanura Costera de Baja California, dentro de la subprovincia Purísima-Iray, la cual se caracteriza por la presencia de sierras de mediana altura en

las que afloran sedimentos Terciarios marinos, encontrándose hacia las partes mas bajas y planas rellenos aluviales.

HIDROGEOLOGIA.- Desde el punto de vista hidrogeológico se diferencian ocho formaciones geológicas que son: 1ª La formación Tepetate de acuerdo a su composición arenosa así como por su espesor y extensión de tipo superficial se constituye como un acuífero regional, aunque debido a la escasez de infiltración se califica como pobre, además la calidad del agua es muy variable; 2ª Formación Monterrey, sumamente arcillosa, de carácter impermeable; 3ª Formación San Isidro presenta buena permeabilidad debido a los materiales que la componen (arenas, gravas, areniscas); 4ª Formación Comondú, de origen volcánico tiene permeabilidad media (secundaria, supeditada al fracturamiento); 5ª Formación Trinidad, receptor y transmisor de agua a las formaciones inferiores (arenas y areniscas de grano medio a fino); 6ª Formación Salada, permeable, compuesta por areniscas de grano medio a fino con pequeñas intercalaciones de arcilla y contenido de fósiles; 7ª Cuaternario Basáltico, cubre a la Formación Comondú, sirve como receptora y transmisora de agua hacia las formaciones inferiores. 8ª Terrazas Marinas, materiales de acarreo, rellenos aluviales.- presentan buenas permeabilidades, pero por su ubicación, poca extensión y espesor no tienen gran importancia geohidrológica.

INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA SUBTERRANEA.- Se reportan un total de 93 aprovechamientos correspondiendo a 10 pozos 8 agrícolas, uno de agua potable y uno de abrevadero y 83 norias, 8 agrícolas, una de agua potable y 74 de abrevadero.

PROFUNDIDAD DEL NIVEL ESTATICO.- Las profundidades del nivel estático fluctúan desde 9.5 hasta 22.4 m.

Se obtuvo un valor puntual de 0.5 mts. de abatimiento anual, mientras que en la mayor parte de la cuenca se han tenido en forma general recuperaciones.

CALIDAD QUIMICA DEL AGUA SUBTERRANEA.- La calidad del agua subterránea presenta concentraciones de 480 a 5,000 p.p.m. de sólidos totales disueltos y es utilizada en todos los usos requeridos en la zona, encontrándose las menores concentraciones en la porción oriental de la cuenca.

CONSIDERACIONES.- Esta cuenca se encuentra en equilibrio debiéndose reservar para actividades turística, pesqueras o pecuarias que se puedan desarrollar en el área. el valor de recarga es bajo debido a las características topográficas, geológicas y climatológicas prevaecientes, aunque su explotación también es de poca cuantía.

3.9.- EL CONEJO - LOS VIEJOS

GENERALIDADES.- La cuenca de el Conejo-los Viejos ocupa una superficie aproximada de 2,069 km², se localiza en la porción sur occidental del estado, corresponde a la región hidrológica No.3 de la vertiente del Océano Pacífico. Limita al norte con la cuenca de las Pocitas-San Hilario y Alfredo V. Bonfil, al este con Alfredo V. Bonfil y Melitón Albañez, al sur con Océano Pacífico y al oeste con Océano Pacífico y las Pocitas-San Hilario.

DELIMITACION GEOGRAFICA.- La cuenca de el Conejo-Los Viejos esta delimitada geográficamente de acuerdo a los siguientes vértices:

	latitud	longitud
1.-	24°12'50"	111°13'39"
2.-	24°25'46"	110°50'06"
3.-	24°05'27"	110°35'15"
4.-	23°47'35"	110°42'27"

Siguiendo la línea de costa hasta cerrar con el vértice No.1

CLIMATOLOGIA.- El clima de la región es de tipo desértico, con una precipitación pluvial media anual de 123 mm, la cual aporta un volumen de 254.48 Mm³/año, el régimen de lluvias es de tipo intermedio manifestándose durante el verano y el invierno, principalmente en los meses de Septiembre a Diciembre. La temperatura media anual es del orden de los 22°C, por lo que se considera de tipo cálido extremo.

FISIOGRAFIA.- la zona se encuentra localizada en la provincia fisiográfica conocida como llanura costera de baja California, enclavada además en las subprovincias conocidas como Sierra de la Giganta y Purísima-Iray, esta última se caracteriza por la presencia de sierras de mediana altura en las que afloran sedimentos Terciarios marinos, encontrándose hacia las partes más bajas y planas rellenos aluviales.

HIDROGEOLOGIA.- Desde el punto de vista geohidrológico se distinguen siete unidades que son: 1ª La formación Tepetate de acuerdo a su composición arenosa así como por su espesor y extensión de tipo superficial se constituye como un acuífero regional, aunque debido a la escasez de infiltración se califica como pobre, además la calidad del agua es muy variable; 2ª Formación Monterrey, sumamente arcillosa, de carácter impermeable; 3ª Formación San Isidro, presenta buena permeabilidad debido a los materiales que la componen (arenas,

gravas, areniscas); 4ª Formación Comondú, de origen volcánico tiene permeabilidad media (secundaria, supeditada al fracturamiento); 5ª Formación Salada, permeable, compuesta por areniscas de grano medio a fino con pequeñas intercalaciones de arcilla y contenido de fósiles; 6ª Cuaternario Basáltico, cubre a la Formación Comondú, sirve como receptora y transmisora de agua hacia las formaciones inferiores, y 7ª Terrazas Marinas, materiales de acarreo, rellenos aluviales presentan buenas permeabilidades, pero por su ubicación, poca extensión y espesor no tienen gran importancia geohidrológica.

INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA SUBTERRANEA.- Se reportan un total de 48 aprovechamientos correspondiendo a 21 pozos; 12 agrícolas, 3 de agua potable y 6 de abrevadero y doméstico, 27 norias; 2 agrícolas y 25 de abrevadero y doméstico.

PROFUNDIDAD DEL NIVEL ESTÁTICO.- Las profundidades al nivel estático fluctúan para esta zona desde 9.0 hasta 57.90 metros. Se obtuvo un valor máximo de 0.5 mts. de abatimiento anual, mientras que en la mayor parte de la cuenca se han tenido en forma general recuperaciones.

CALIDAD QUIMICA DEL AGUA SUBTERRANEA.- La calidad del agua subterránea presenta concentraciones de 500 a 3,500 p.p.m. de sólidos totales disueltos y es utilizada en todos los usos requeridos en la zona, encontrándose las menores concentraciones en la porción oriental de la cuenca.

CONSIDERACIONES.- Esta cuenca se encuentra en equilibrio debiéndose reservar para actividades turística, pesqueras o pecuarias que se puedan desarrollar en el área. el valor de recarga es bajo debido a las características topográficas, geológicas y climatológicas prevalecientes, aunque su explotación también es de poca cuantía.

3.10.- MELITON ALBAÑEZ

GENERALIDADES.- La cuenca de Melitón Albañez ocupa una superficie aproximada de 751 km² se localiza en la porción sur occidental del estado, corresponde a la región hidrológica No. 3 de la vertiente del Océano Pacífico Limita al norte con la cuenca de El Conejo-Los Viejos y Alfredo V. Bonfil, al sur con la cuenca de El Carrizal y el Océano Pacífico, al oeste con El Conejo-Los Viejos y al este con el parteaguas del Valle la Paz.

DELIMITACION GEOGRAFICA.- La cuenca de Melitón Albañez esta delimitada geográficamente de acuerdo a los siguientes vértices:

	latitud	longitud
1.-	23°47'35"	110°42'27"
2.-	24°05'27"	110°35'15"
3.-	23°51'18"	110°20'30"
4.-	23°38'10"	110°28'26"

Siguiendo la línea de costa hasta cerrar con el vértice No.1

CLIMATOLOGIA.- La precipitación media anual es de 165 mm. la cual aporta un volumen de 123.915 Mm3/año. Existen dos periodos de lluvias importantes uno de Agosto a Septiembre y otro de Diciembre a Enero La variación de la temperatura fluctua entre 21 a 24°C, los meses de mayor temperatura corresponden al periodo de verano que comprende de Julio a Septiembre es Agosto el mas caluroso con temperaturas máximas de 42 a 44°C el periodo invernal presenta temperaturas mas bajas, comprende Diciembre a Febrero con temperaturas mínimas extremas de 1 a 3°C. la evaporación promedio anual es superior a los 2,000 mm.

FISIOGRAFIA.- La zona se encuentra localizada en la provincia fisiográfica conocida como llanura costera de Baja California, dentro de la subprovincia Purísima-Iray, la cual se caracteriza por la presencia de sierras de mediana altura en las que afloran sedimentos terciarios marinos, encontrándose hacia las partes mas bajas y planas rellenos aluviales.

INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA SUBTERRANEA.- En la cuenca se cuenta con 13 aprovechamientos de los cuales 7 son pozos correspondiendo 5 a uso agrícola, 1 de agua potable y 1 para el uso de abrevadero, asi como 6 norias de uso agrícola.

PROFUNDIDAD DEL NIVEL ESTATICO.- La profundidad del nivel estático varia de 3.60 a 54.50 mts. no se conocen las evoluciones del mismo.

CALIDAD QUIMICA DEL AGUA SUBTERRANEA.- Se desconoce la calidad de la misma.

CONSIDERACIONES.- Con la información geohidrológica que se ha obtenido se puede estimar que hay una disponibilidad mínima, por lo que se considera como una zona en equilibrio.

3.11.- LA MATANZA

GENERALIDADES.- La cuenca de La Matanza ocupa una superficie aproximada de 305 km² se localiza en la porción sur occidental del estado, corresponde a la region hidrológica No. 3 de la vertiente del Océano Pacífico. Limita al norte con la cuenca de El Carrizal, al sur y al este con la cuenca de Cañada Honda, y al oeste con el Océano Pacífico

DELIMITACION GEOGRAFICA.- La cuenca de La Matanza esta delimitada geográficamente de acuerdo a los siguientes vértices:

	latitud	longitud
1.-	23°37'20"	110°26'00"
2.-	23°41'28"	110°23'00"
3.-	23°43'27"	110°11'18"
4.-	23°40'40"	110°06'03"
5.-	23°32'35"	110°18'36"

Siguiendo la línea de costa hasta cerrar con el vértice no.1

CLIMATOLOGIA.- La precipitación media anual es de 224 mm/año la cual aporta un volumen de 68.32 Mm³/año. Existen dos periodos de lluvias importantes uno de Agosto a Septiembre y otro de Diciembre a Enero La temperatura media anual es de 22°C, los meses de mayor temperatura corresponden al período de verano que comprende de Julio a Septiembre, es Agosto el mas caluroso con temperaturas máximas de 42 a 44°C, el período invernal presenta temperaturas mas bajas, comprende Diciembre a Febrero con temperaturas mínimas extremas de 1 a 3°C. La evaporación promedio anual es superior a los 2,000 mm.

FISIOGRAFIA.- La zona se encuentra localizada en la provincia fisiográfica conocida como llanura costera de Baja California, dentro de la subprovincia Purísima-Iray, la cual se caracteriza por la presencia de sierras de mediana altura en las que afloran sedimentos Terciarios marinos, encontrándose hacia las partes mas bajas y planas rellenos aluviales.

INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA SUBTERRANEA.- En la cuenca se cuenta con 35 aprovechamientos de los cuales 19 son pozos correspondiendo 17 a uso agrícola, 1 de agua potable y 1 para el uso de abrevadero, así como 16 norias donde 5 son para uso agrícola y 11 para uso de abrevadero.

PROFUNDIDAD DEL NIVEL ESTÁTICO.- La profundidad del nivel estático varía de 5.60 a 36.50 metros, las evoluciones fluctúan de 0.0 a 0.10 metros anuales.

CALIDAD QUÍMICA DEL AGUA SUBTERRÁNEA.- se desconoce la calidad de la misma.

CONSIDERACIONES.- Con la información geohidrológica que se ha obtenido se puede afirmar que en el hay disponibilidad pero debe ser considerada en equilibrio para la extracción de aguas subterráneas hasta no definir más de las características acuíferas.

3.12 al 16.- VALLES DEL SUROESTE

GENERALIDADES.- Los Valles del Suroeste se encuentran agrupados en cinco pequeñas subcuencas y ocupan una superficie aproximada de 1,830 km², se localiza en la porción meridional del estado, en la región hidrológica No.3 de la vertiente del Océano Pacífico, correspondiendo:

486 km² a Cañada Honda
174 km² a Todos Santos
344 km² a Pescadero
491 km² a Plutarco Elías Calles
335 km² a Migriño.

Limita al norte con la cuenca de La Matanza, Carrizal y Los Planes, al este con San Bartolo, Santiago y San José, al sur con Cabo San Lucas y al oeste con el Océano Pacífico.

DELIMITACION GEOGRÁFICA.- La cuenca de los valles del suroeste está delimitada geográficamente de acuerdo a los siguientes vértices:

3.12.- Cañada Honda:

	latitud	longitud
1.-	23°32'35"	110°18'36"
2.-	23°40'40"	110°06'03"
3.-	23°42'28"	110°02'00"
4.-	23°39'50"	109°59'45"
5.-	23°33'16"	109°58'57"
6.-	23°32'44"	110°07'30"
7.-	23°27'41"	110°15'27"

3.13.- Todos Santos.

	latitud	longitud
1.-	23°27'41"	110°15'27"
2.-	23°32'44"	110°07'30"
3.-	23°30'57"	110°03'45"
4.-	23°23'35"	110°12'54"

3.14.- Pescadero:

1.-	23°23'35"	110°12'54"
2.-	23°23'16"	109°58'57"
3.-	23°20'59"	109°57'54"
4.-	23°20'15"	110°11'06"

3.15.- Plutarco Elías Calles:

1.-	23°20'15"	110°11'06"
2.-	23°20'59"	109°57'54"
3.-	23°12'57"	109°57'09"
4.-	23°03'33"	110°06'36"

3.16.- Migriño:

1.-	23°03'33"	110°06'36"
2.-	23°12'57"	109°57'09"
3.-	23°06'49"	109°54'54"
4.-	22°58'46"	110°04'48"

CLIMATOLOGIA.- De acuerdo a la clasificación de köppen, el clima de la región es de tipo desértico, con lluvia en verano y otoño, la lámina de lluvia media anual que se precipita sobre el área es de 324 mm., la cual aporta un volumen de 592.92 Mm³/año, la temperatura media anual es de 22°C.

FISIOGRAFIA.- El área se encuentra situada dentro de las provincias fisiograficas conocidas como llanuras costeras de Baja California, subprovincia de Iray-Purísima y la provincia sierras de Baja California subprovincia de La Paz (cristalina). presenta una forma alargada del orden de 90 km.de largo, con una anchura máxima de 35 km.

La subprovincia Iray-Purísima se manifiesta como una secuencia de sedimentos Terciarios de composición arcillo-arenosa cubiertos generalmente por pequeños depósitos de tipo fluvial. La subprovincia La Paz (cristalina) se presenta como

un gran macizo de rocas ígneas intrusivas de composición granítica y granodiorítica y un complejo metamórfico (esquistos) las cuales forman además el basamento regional.

HIDROGEOLOGIA.- Se distinguen en el área cinco unidades hidrogeológicas:

1ª Complejo ígneo intrusivo-metamórfico, la composición granítica y esquistosa de estas rocas que forman el basamento regional sobre el cual se encuentran depositadas todas las demás formaciones, hace que se presente con características impermeables.

2ª Formación Salada, constituida por sedimentos de origen marino, representados por arenas, areniscas y algunas arcillas calcáreas, de acuerdo a su posición y características geohidrológicas se considera como una unidad semipermeable o de baja permeabilidad.

3ª Terrazas Fluviales, constituidas por materiales arenosos de grano grueso, tienen buena permeabilidad, aunque presentan niveles de saturación bajas debido a que forman altos topográficos, sin embargo ayudan a la recarga de una forma vertical

4ª Depósitos de Talud, están constituidos por materiales gruesos y permeables, no forman acuíferos debido al desnivel tan pronunciado que presenta impidiendo el almacenamiento de agua de lluvia, propicia solo pequeñas recargas de tipo vertical a los acuíferos inferiores.

5ª Cuaternario Fluvial-Aluvial, estos sedimentos de edad Pleistocénica reciente formados por materiales granulares (arenas, limos, gravas y arcillas), los cuales provienen de los materiales de acarreo transportados por los arroyos en épocas de lluvia, depositados en los pequeños valles, constituyen la principal unidad permeable de la zona, en la cual se encuentran emplazadas parte de los aprovechamientos.

INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA SUBTERRANEA.- Se reportan un total de 98 aprovechamientos correspondiendo a 17 pozos; 11 agrícolas, 3 de agua potable, 2 de abrevadero y doméstico y uno industrial. y 81 norias; 40 agrícolas 1 de agua potable y 40 abrevadero y doméstico.

PROFUNDIDAD DEL NIVEL ESTÁTICO.- Las profundidades al nivel estático fluctúan para Cañada Honda desde 4.90 hasta 23.0 metros, Todos Santos desde 4.00 hasta 34.50 metros, Pescadero desde 2.7 hasta 22.3 metros, Plutarco Elías Calles desde 1.3 hasta 17.3 metros. y Migriño desde 3.0 hasta 7.0 metros.

Los abatimientos medios anuales observados varían de 0.0 mts. hasta 0.6 mts., encontrándose el mayor en Cañada Honda y los menores en Pescadero.

CALIDAD QUIMICA DEL AGUA SUBTERRANEA.- La calidad del agua subterránea presenta concentraciones de 300 a 2,500 p.p.m. de sólidos totales disueltos y es utilizada en todos los usos requeridos en la zona, encontrándose los valores mayores cerca de la línea de costa.

CONSIDERACIONES.- Estos valles debido a su colindancia con la línea de costa están expuestos a ser intrusionados con agua de mar, en Cañada Honda y Plutarco Elías Calles ha rebasado ligeramente la extracción a la recarga por lo que se consideran sobreexplotados, en Todos Santos, Pescadero y Migriño la extracción aun es menor a la recarga considerándose en equilibrio en virtud de su baja disponibilidad y el peligro potencial de contaminación por intrusión salina.

3.17.- CABO SAN LUCAS

GENERALIDADES.- La cuenca de Cabo San Lucas ocupa una superficie aproximada de 481 km² se localiza en la porción sur del estado, corresponde a la región hidrológica No. 6 en las confluencias del golfo de California y el Océano Pacífico. Limita al norte con la cuenca de San José del Cabo y Migriño, al sur con el Océano Pacífico, al este con el Golfo de California y al oeste con la cuenca de Migriño y el Océano Pacífico

DELIMITACION GEOGRAFICA.- La cuenca de Cabo San Lucas esta delimitada geográficamente de acuerdo a los siguientes vértices:

	latitud	longitud
1.-	22°58'46"	110°04'48"
2.-	23°06'49"	109°54'54"
3.-	23°01'46"	109°43'12"
4.-	22°52'30"	111°55'12"

Siguiendo la línea de costa hasta cerrar con el vértice no.1

CLIMATOLOGIA.- La precipitación media anual es de 260 mm/año la cual aporta un volumen de 125.06 Mm³/año. Existen dos periodos de lluvias importantes uno en Agosto a Septiembre y otro en Diciembre a Enero La variación de la temperatura fluctúa entre 21 a 24°C, los meses de mayor temperatura corresponden al período de verano que comprende de Julio a Septiembre es

Agosto el mas caluroso con temperaturas máximas de 42 a 44°C, el período invernal presenta temperaturas mas bajas, comprende Diciembre a Febrero con temperaturas mínimas extremas de 1 a 3°C. La evaporación promedio anual es superior a los 2,000 mm.

FISIOGRAFIA.- Se compone en su mayor parte por una Sierra Granítica la cual es cortada por una serie de arroyos los cuales descargan sus aguas sobre las confluencias del Océano Pacífico y el Golfo de California.

INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA SUBTERRANEA.- En la cuenca solo se cuenta con 28 aprovechamientos de los cuales 10 son pozos correspondiendo 1 a agua potable y 9 para uso turístico, así como 18 norias donde 11 son para uso de abrevadero y 7 para uso turístico.

PROFUNDIDAD DEL NIVEL ESTATICO.- la profundidad del nivel estático no se conoce ni las evoluciones del mismo.

CALIDAD QUIMICA DEL AGUA SUBTERRANEA.- Se desconoce la calidad de la misma.

CONSIDERACIONES.- Aún cuando la extracción es menor a la recarga y se utiliza básicamente para servicios, por su baja disponibilidad y su condición de acuífero costero se considera en equilibrio.

3.18.- SAN JOSE DEL CABO

GENERALIDADES.- La cuenca de San José del Cabo ocupa una superficie aproximada de 1,235 km² se localiza al sur del estado, corresponde a la región hidrológica No. 6 de la vertiente del Golfo de California. Limita al norte con la cuenca de Santiago, al sur con la cuenca de Cabo San Lucas y confluencia del Mar de Cortez y Océano Pacífico, al oeste con la Sierra de la Victoria, y al este con la Sierra de la Trinidad.

DELIMITACION GEOGRAFICA.- La cuenca de San José esta delimitada geográficamente de acuerdo a los siguientes vértices:

	latitud	longitud
1.-	23°01'46"	109°43'12"
2.-	23°06'49"	109°54'54"
3.-	23°47'49"	109°59'42"
4.-	23°19'46"	109°34'21"
5.-	23°03'49"	109°39'27"

Siguiendo la línea de costa hasta cerrar con el vértice No. 1

CLIMATOLOGIA.- La precipitación media es de 404 mm/año, la cual aporta un volumen de 498.94 Mm³/año. son los meses de Julio a Agosto cuando se precipita el 90% del total anual, los valores máximos se presentan en Septiembre y los mínimos de Abril a Mayo. Las temperaturas medias anuales van de 19.6 a 23.9°C y las máximas de 40 a 49°C y mínimas de 0 a 1°C, las mayores temperaturas se registran de Junio a Septiembre y las menores ocurren en Enero. La evaporación media anual es de 2,000 mm. al igual que el resto del estado.

FISIOGRAFIA.- Se le ubica en una subprovincia de Baja California conocida como El Batolito de Los Cabos en la que se conforma un graben delimitado al occidente por el Pilar Tectónico de la Sierra de La Victoria y al oriente por la Sierra de La Trinidad, es característico que arroyos perpendiculares a la Sierra de La Victoria intercepten terrazas que han sido totalmente erosionadas por fuertes avenidas y que desembocan en el cauce principal del arroyo San José, adyacente a la Sierra de La Trinidad hasta desembocar en el estero de San José del Cabo.

HIDROGEOLOGIA.- De la interpretación de sondeos eléctricos verticales se consideran seis grupos de materiales que varían en su permeabilidad; Una Unidad "A" de arenas y gravas de características permeables no saturada; Unidad "B" de arenas, gravas y arcillas saturadas con permeabilidad baja; Unidad "C" de arenas de grano fino a grueso y gravas sin contenido de arcillas permeables y saturadas; Unidad "D" constituida por un granito alterado y material granular depositado de características impermeable; Unidad "E" conformado por el granito sano a profundidad en el cual descansan todas las unidades anteriores y una Unidad "F" de arenas y gravas saturadas con agua de alto contenido de sales muy cerca de los límites costeros.

INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA SUBTERRANEA.- En la cuenca se cuenta con 143 aprovechamientos de los cuales 50 son pozos correspondiendo 24 para uso agrícola, 20 para agua potable, 1 de abrevadero y 5

industrial, así como 93 norias correspondiendo 28 para uso agrícola, 5 para agua potable, 59 para uso de abrevaderos y 1 industrial.

PROFUNDIDAD DEL NIVEL ESTÁTICO.- La profundidad del nivel estático varía de 1.1 a 29.0 metros con abatimientos que fluctúan de 0.0 a 1.2 metros.

CALIDAD QUÍMICA DEL AGUA SUBTERRÁNEA.- La cantidad de sólidos totales disueltos fluctúan de 205 a 2,006 p.p.m., las mayores concentraciones se tienen en los aprovechamientos que se localizan en las proximidades del límite costero.

Según el diagrama de Piper, en las muestras representativas del valle de San José del Cabo, las familias de aguas predominantes, son mixta-bicarbonatada y cálcica, sódica-bicarbonatada. Con referencia a la clasificación de aguas para riego según el diagrama de Wilcox, de acuerdo a su conductividad se tienen aguas de salinidad media (C2) a altamente salinas (C3), y con respecto a la relación de absorción de sodio se tienen aguas bajas en sodio (S1) localmente de salinidad media (S2), de lo que podemos concluir que las aguas de éste acuífero generalmente son incrustantes y localmente agresivas (depositan y disuelven el CaCO_3 , respectivamente).

CONSIDERACIONES.- Esta cuenca con entrada en operación del segundo acueducto Santa Anita-Cabo San Lucas, alcanzar el equilibrio entre la recarga y la extracción, actualmente la primera es aun un poco mayor que la segunda. Es uno de los pocos acuífero en el estado en el que la demanda para uso público urbano rebasa al uso agrícola. Por su vecindad con la línea de costa se deberá tener cuidado para evitar la intrusión salina.

3.19.- CABO PULMO

GENERALIDADES.- La cuenca de Cabo Pulmo ocupa una superficie aproximada de 832 km² se localiza al sur del estado, corresponde a la región hidrológica No. 6 de la vertiente del Golfo de California. Limita al norte, sur y este con el Golfo de California, y al oeste con la Sierra de Santiago y La Trinidad.

DELIMITACION GEOGRÁFICA.- La cuenca de Cabo Pulmo esta delimitada geográficamente de acuerdo a los siguientes vértices:

	latitud	longitud
1.-	23°03'49"	109°39'27"
2.-	23°35'52"	109°34'30"
3.-	23°27'08"	109°26'06"
4.-	23°14'11"	109°26'33"

Siguiendo la línea de costa hasta cerrar con el vértice No. 1

CLIMATOLOGIA.- La precipitación media anual es de 275 mm/año, la cual aporta un volumen de 228.80 Mm³/año, son los meses de Julio a Agosto cuando hay mayores precipitaciones. los valores máximos se presentan en Septiembre y los mínimos de Abril a Mayo. La temperatura media anual es de 24°C y las máximas de 40 a 44°C y mínimas de 1 a 3.5°C, las mayores temperaturas se registran de Junio a Septiembre y las menores ocurren en Enero. La evaporación media anual es de 2,100 mm/año.

FISIOGRAFIA.- Esta caracterizada por un bajo topográfico en forma de planicie orientada de norte a sur y desarrollado entre las Sierras La Trinidad y San Lorenzo, con elevaciones que van de los 650 a los 1,900 msnm., exhibiendo un parteagua agudo debido a las diferencias litológicas que los constituyen.

HIDROGEOLOGIA.- Se exponen nueve unidades cinco son permeables y cuatro impermeables: dentro las unidades permeables se identifican a los Depósitos de arenas y gravas correspondientes a los depósitos fluviales, rellenos aluviales que constituyen los pie de montes, depósitos eólicos que conforman dunas, depósitos lacustres formadas por capas delgadas de arcillas y arenas depositadas en lagunas marginales y depósitos litorales reducidas a la zona de playa comprendida entre la baja y alta marea; entre las unidades impermeables se colocan a las formaciones Salada-Trinidad, Comondú y el Complejo Cristalino si bien en este último y en sus zonas de alteración por intemperismo y fracturamiento pueden almacenar pequeñas cantidades de agua.

INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA SUBTERRANEA.- En la cuenca se cuenta con 42 aprovechamientos de los cuales 4 son pozos correspondiendo 2 para uso de abrevadero y 2 industrial, así como 38 norias correspondiendo 37 para uso de abrevadero y 1 industrial.

PROFUNDIDAD DEL NIVEL ESTATICO.- La profundidad del nivel estático no se conoce ni tampoco sus abatimientos anuales. A la fecha se determina que la extracción al acuífero no se ha incrementado, habiendo disponibilidad de agua subterránea.

CALIDAD QUIMICA DEL AGUA SUBTERRANEA.- La cantidad de sólidos totales disueltos fluctúan de 475 a 6,918 p.p.m., las mayores concentraciones se tienen en los aprovechamientos que se localizan en las proximidades del límite costero.

CONSIDERACIONES.- El futuro desarrollo de esta cuenca es básicamente turístico, ya que sus características no permiten el desarrollo de la agricultura y la actividad pecuaria y la pesquera son muy incipiente, por su situación de baja disponibilidad y acuífero costero es muy susceptible de ser intrusionado por el agua de mar, actualmente se considera en equilibrio.

3.20.- SANTIAGO

GENERALIDADES.- La cuenca de Santiago ocupa una superficie aproximada de 777 km², se localiza en la porción sur del estado, corresponde a la región hidrológica No.6 de la vertiente del Golfo de California. Limita al norte con el Golfo de California y San Bartolo, al sur con la cuenca de San José del Cabo, al este con el Mar de Cortes y Cabo Pulmo y al oeste con la Sierra de La Laguna.

DELIMITACION GEOGRAFICA.- La cuenca de Santiago esta delimitada geográficamente de acuerdo a los siguientes vértices:

	latitud	longitud
1.-	23°35'52"	109°34'30"
2.-	23°19'46"	109°34'21"
3.-	23°27'49"	109°59'42"
4.-	23°36'08"	109°57'18"
5.-	23°39'41"	109°42'09"

Siguiendo la línea de costa hasta cerrar con el vértice No. 1

CLIMATOLOGIA.- La precipitación media anual es de 404 mm/año, los meses de mayor lluvia son Julio a Octubre, observándose la mayor en Septiembre, aportando un volumen de 313.91 Mm³/año. El clima de la región es desértico sin embargo se encuentra afectado en gran parte por las corrientes marinas que originan vientos frescos que soplan del noroeste constantemente, la temperatura media anual es de 22°C. La evaporación media anual es de 2,000 mm, disminuyendo hacia la parte alta de la cuenca.

FISIOGRAFIA.- Forma una planicie alargada en dirección norte-sur, delimitada al norte por el Golfo de California, al oeste por las Sierras de La Laguna, San Lorenzo y San Lázaro que juntas forman la Sierra de la Victoria cuyas cimas sobrepasan los 1600 msnm. y al este por los Cerros del Mangle, Venado y el Cochi que forman la Sierra de La Trinidad con alturas de mas de 600 m. la mitad septentrional esta disectada por el arroyo de Santiago.

HIDROGEOLOGIA.- Las unidades de interés en la cuenca son; Complejo Igneo Metamórfico que forma el basamento cristalino sobre el que descansan toda la secuencia de rocas sedimentarias marinas, La Formación Comondú que descansa discordante a las rocas cristalinas y a los sedimentos arcillosos de La Trinidad, en conjunto estas tres unidades conforman una unidad impermeable no constituyéndose en acuífero. La Formación Salada; esta unidad por su contenido de arena y amplia extensión en la cuenca descansando en forma horizontal sobre los sedimentos arcillosos de La Trinidad podría tener posibilidades acuíferas, los depósitos fluviales constituyen el actual acuífero en explotación.

INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA SUBTERRANEA.- En la cuenca se han localizado 72 aprovechamiento de los cuales 38 son pozos correspondiendo 26 a uso agrícola, 7 agua potable, uno de abrevadero y 4 turísticos, 34 son norias correspondiendo 5 para uso agrícola, 26 para abrevadero y 3 para uso turístico.

PROFUNDIDAD DEL NIVEL ESTATICO.- La profundidad del nivel estático varia de 3.2 a 34.5 metros, presentándose abatimientos de 0.0 a 1.4 metros anuales.

CALIDAD QUIMICA DEL AGUA SUBTERRANEA.- La cantidad de sólidos totales disueltos, fluctúan de 367 a 1,052 p.p.m., las mayores concentraciones se observan en los límites costeros sobre los aprovechamientos que se encuentran cerca del poblado de La Rivera.

Según el diagrama de Piper, en las muestras representativas del valle de Santiago, la familia de agua predominante es, cálcica, sódica-bicarbonatada, clorurada. Con referencia a la clasificación de aguas para riego según el diagrama de Wilcox, de acuerdo a su conductividad se tienen aguas de salinidad media (C2) a altamente salinas (C3), y con respecto a la relación de absorción de sodio se tienen aguas bajas en sodio (S1) localmente de salinidad media (S2), de lo que podemos concluir que las aguas de éste acuífero generalmente son incrustantes (depositan el CaCo3).

CONSIDERACIONES.- Esta cuenca esta actualmente subexplotada teniéndose valores de extracción por debajo de la recarga, es explotada

básicamente en usos agrícolas, por sus atractivos turísticos se considera que en el mediano plazo esta actividad tendrá un gran desarrollo.

Es el acuífero con mayor disponibilidad en el estado, sin embargo por su vecindad con el Golfo de California se deberá tener cuidado para evitar la intrusión de agua de mar.

3.21.- SAN BARTOLO

GENERALIDADES.- La cuenca San Bartolo ocupa una superficie aproximada de 834 km² se localiza al sureste del estado de Baja California Sur, corresponde a la región hidrológica No. 6 de la vertiente del Golfo de California. Limita al norte con el Golfo de California, al sur con la cuenca de Santiago, al este con el Golfo de California y el oeste con la cuenca de Los Planes.

DELIMITACION GEOGRAFICA.- La cuenca San Bartolo está delimitada geográficamente de acuerdo a los siguientes vértices:

	latitud	longitud
1.-	23°39'41"	109°42'09"
2.-	23°36'08"	109°57'18"
3.-	24°02'03"	109°53'32"
4.-	24°47'44"	109°42'09"

Siguiendo la línea de costa hasta cerrar con el vértice No. 1

CLIMATOLOGIA.- La precipitación media anual es de 314 mm, son los meses de Julio a Agosto cuando hay mayores precipitaciones, los valores máximos se presentan en Septiembre y los mínimos de Abril a Mayo, aportando un volumen de 261.87 Mm³/año. La temperatura media anual es de 22°C, por su régimen pluviométrico y su temperatura está clasificada como un área seca a desértica, con lluvias de verano muy escasas. La evaporación media anual es de 2,000 mm.

FISIOGRAFIA.- Se encuentra en las provincias fisiográficas del sur de Baja California, en las sierras de La Paz o región de Los Cabos formadas por un grupo de montañas graníticas de las cuales la más importante es la sierra de San Lázaro.

HIDROGEOLOGIA.- Se localizan cinco zonas hidrogeológicas en dirección norte-sur, el límite occidental con una franja de 5 a 10 kilómetros de anchura lo forman rocas graníticas y metamórficas totalmente impermeable, una segunda

área triangular con su vértice hacia el sur y en dirección a Los Planes compuesta de rocas clásticas sedimentarias continentales permeables, una tercera al oriente y contigua a la anterior zona en dirección norte-sur se encuentra una franja de rocas graníticas y algunas metamórficas totalmente impermeables, una cuarta formando el límite oriental en las inmediaciones del Golfo se observa una franja de rocas sedimentarias que se extienden hacia Los Barriles y Buena Vista de características impermeables, y una quinta formando el límite sur del área en dirección este-oeste rocas graníticas que sirven de parteaguas con la cuenca de Santiago totalmente impermeables.

INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA SUBTERRANEA.- En la cuenca se cuenta con 22 aprovechamientos de los cuales 6 son pozos correspondiendo 2 para el uso de agua potable y 4 industrial, así como 16 norias correspondiendo: 1 para uso agrícola, 2 para agua potable, 4 industrial, y 9 para abrevadero.

PROFUNDIDAD DEL NIVEL ESTATICO.- La profundidad del nivel estático no se conoce ni tampoco sus abatimientos.

A la fecha se determina que la extracción al acuífero no se ha incrementado por lo que existe una disponibilidad.

CALIDAD QUIMICA DEL AGUA SUBTERRANEA.- la cantidad de salidos totales disueltos, fluctúan de 336 a 1,627 p.p.m., las mayores concentraciones se tienen en los aprovechamientos que se localizan en las proximidades del límite costero.

CONSIDERACIONES.- El futuro desarrollo de ésta cuenca es básicamente turístico, ya que sus características no permiten el desarrollo de la agricultura y la actividad pecuaria y la pesquera son muy incipiente, por su situación de baja disponibilidad y acuífero costero es muy susceptible de ser intrusionado por el agua de mar, considerándosele en equilibrio.

3.22.- EL CARRIZAL

GENERALIDADES.- La cuenca El Carrizal ocupa una superficie aproximada de 558 km² se localiza al suroeste del estado, corresponde a la región hidrológica No. 3 de la vertiente del Océano Pacífico. Limita al norte con la cuenca de La Paz, al sur con la cuenca de La Matanza, al oeste con Melitón Albañez y el Océano Pacífico y al este con la cuenca de Los Planes.

DELIMITACION GEOGRAFICA.- La cuenca El Carrizal esta delimitada geográficamente de acuerdo a los siguientes vértices:

	latitud	longitud
1.-	23°37'20"	110°26'00"
2.-	23°41'28"	110°23'00"
3.-	23°41'30"	110°19'20"
4.-	23°43'27"	110°11'18"
5.-	23°40'40"	110°06'03"
6.-	23°42'28"	110°02'00"
7.-	23°52'27"	110°06'03"
8.-	23°47'03"	110°18'03"
9.-	23°51'18"	110°20'30"
10.-	23°38'10"	110°28'26"

CLIMATOLOGIA.- la precipitación media es de 311 mm/año, aportando un volumen de 173.53 Mm³/año., son los meses de Julio a Diciembre cuando se precipita el 90% del total anual, los valores máximos se presentan en Agosto y los mínimos en Abril a Mayo. Las temperaturas medias anuales van de 19.6 a 23.9°C y las máximas de 40 a 49°C y mínimas de 0 a 1°C, las mayores temperaturas se registran de Junio a Septiembre y las menores ocurren en Enero.

La evaporación va de 1,691.1 a 2,367.6 mm/año, siendo el promedio anual de 1,507 mm.

FISIOGRAFIA.- Se ubica en la llanura costera de Iray-Purísima, esta compuesta por pequeñas mesetas de bordes escarpados y lomas suaves formadas por sedimentos arcillo-arenosos y en una pequeña porción continental, se encuentra drenada por el arroyo del carrizal con salida hacia el Océano Pacífico a través de una pequeña depresión.

HIDROGEOLOGIA.- Hidrogeológicamente se reconocen seis paquetes los cuales se agrupan de acuerdo a su permeabilidad en cuatro unidades como sigue: depósitos fluviales-aluviales y de litoral que son altamente permeables y permiten la libre circulación del agua subterránea constituyéndose en el acuífero, areniscas-limolitas-conglomerados de baja permeabilidad, formación Comodú con volcánicos y piroclásticos, su importancia esta limitada debido a su permeabilidad secundaria, la última unidad esta constituida de granitos, granodioritas, tonalitas, esquistos y gneises de naturaleza impermeable que

funcionan como colectoras de agua de lluvia para trasmitirla a los materiales permeables.

INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA SUBTERRANEA.- En la cuenca se cuenta con 83 aprovechamientos de los cuales 48 son pozos correspondiendo 39 para uso agrícola, 2 para agua potable, 6 de abrevadero y uno industrial, así como 35 norias para el uso de abrevadero.

PROFUNDIDAD DEL NIVEL ESTATICO.- La profundidad del nivel estático varía de 19.6 a 65.5 metros con abatimientos que fluctúan de 0.0 a 1.4 metros.

El comportamiento del agua subterránea en el acuífero indica que en general el nivel estático ha descendido, sin embargo la extracción es menor a la recarga.

CALIDAD QUIMICA DEL AGUA. SUBTERRANEA- La cantidad de sólidos totales disueltos, fluctúan de 385 a 3,774 p.p.m.

Según el diagrama de Piper en las muestras representativas del valle el Carrizal, la familia de aguas predominantes es mixta-bicarbonatada, clorurada y con referencia a la clasificación de aguas para riego según el diagrama de Wilcox, de acuerdo a su conductividad se tiene aguas de bajas salinidad (C1) a altamente salinas (C3), y con respecto a la relación de absorción de Sodio se tienen aguas medias en sodio (S2) a altas en sodio (S3). de lo que podemos concluir que las aguas de este acuífero generalmente son incrustantes y localmente agresivas (depositan y disuelven el CaCO_3 , respectivamente)

CONSIDERACIONES.- Con la información geohidrológica que se ha obtenido se ha observado que los niveles han descendido, aunque los valores de extracción no han superado al valor de recarga anual. esto se debe probablemente a la concentración del bombeo en una área reducida, por lo que se considera como una zona en equilibrio.

3.23.- SAN JUAN DE LOS PLANES

GENERALIDADES.- La cuenca de San Juan de los Planes ocupa una superficie aproximada de 998 km² se localiza al sureste del estado, corresponde a la región hidrológica No. 6 de la vertiente del Golfo de California. Limita al norte con el Golfo de California, al sur con las cuencas de El Carrizal y Cañada Honda. este con la cuenca de San Bartolo y al oeste con la cuenca de El Coyote y de La Paz

DELIMITACION GEOGRAFICA.- La cuenca de los planes esta delimitada geográficamente de acuerdo a los siguientes vértices:

	latitud	longitud
1.-	24°11'35"	110°03'25"
2.-	24°04'40"	110°04'32"
3.-	24°03'15"	110°07'15"
4.-	23°52'27"	110°06'03"
5.-	23°42'28"	110°02'00"
6.-	23°39'50"	109°59'45"
7.-	23°47'33"	109°52'30"
8.-	24°02'03"	109°53'32"

Siguiendo la línea de costa hasta cerrar con el vértice No.1

CLIMATOLOGIA.- La precipitación media anual es de 284 mm., el régimen de lluvia es de verano y corresponde de Julio a Septiembre, el porcentaje de lluvia invernal varia del 10 al 15% de la lamina media anual el volumen aportado a la cuenca es de 283 Mm³/año.

Las temperaturas medias anuales van de 26.9 a 31.1°C y las máximas de 41 a 43.5°C y mínimas de 0 a 2°C, las mayores temperaturas se registran cerca de la costa y las menores sobre el parteaguas de la cuenca. los meses mas frios corresponden al periodo invernal Diciembre-Febrero.

Los valores de evaporación son superiores a los 2,000 mm/año. lo que demuestra una fuerte deficiencia de humedad en la atmósfera, así como de la capa superior del suelo.

FISIOGRAFIA.- Se encuentra ubicada en la provincia fisiográfica sierra cristalina de la Baja California Sur, las prominencias topográficas del área están representadas por las altas sierras del occidente, en las porciones norte y sur, las elevaciones de las sierras descienden progresivamente hasta una altura topográfica media de 200 mts., con estas elevaciones contrastan las suaves pendiente de los depósitos de pie de monte que tienen su mayor expresión al norte y occidente del valle, transicionalmente cambian morfológicamente de taludes a terrazas erosionales que se confunden con un amplio valle aluvial. sobre la línea de costa, existen algunas lomas muy erosionadas de sedimentos marinos de la formación salada. el colector superficial más importante esta representado por el arroyo los planes.

HIDROGEOLOGIA.- Las condiciones hidrogeológicas de la cuenca están dadas de la siguiente manera: las sierras circundantes impermeables funcionan como áreas colectoras del agua de lluvia, la cual transporta por medio de su sistema de drenaje hacia el valle.

Sobre la planicie costera, los materiales de pie de monte que se localizan en la periferia del valle funcionan como zonas de infiltración y recarga. Los materiales arenos arcillosos que forman el acuífero presentan una permeabilidad de regular a baja, estos materiales se encuentran cubiertos por materiales aluviales recientes de buena permeabilidad. Hacia la línea de costa se tienen materiales impermeables como areniscas y conglomerados que sirven como una barrera que ha evitado en parte la intrusión de agua de mar.

INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA SUBTERRANEA.- En la cuenca se cuenta con 92 aprovechamientos de los cuales 55 son pozos correspondiendo 45 al uso agrícola, 4 para agua potable, 5 de abrevadero, y uno industrial, así como 37 norias donde 1 para agua potable y 36 para uso de abrevadero.

PROFUNDIDAD DEL NIVEL ESTÁTICO.- La profundidad del nivel estático varía de 13.5 a 56.7 mts. con abatimientos que fluctúan de 0.0 a 0.9 mts. El comportamiento del agua subterránea en el acuífero indica que en general el nivel estático ha descendido.

CALIDAD QUIMICA DEL AGUA SUBTERRANEA.- La cantidad de sólidos totales disueltos fluctúan de 300 a 6,000 p.p.m., las mayores concentraciones se tienen en los aprovechamientos que se localizan en las proximidades del límite costero.

Según el diagrama de Piper en las muestras representativas del valle de San Juan de los Planes, la familia de aguas predominantes es clorurada-sódica con tendencia a bicarbonatada. Con referencia a la clasificación de aguas para riego según el diagrama de Wilcox, de acuerdo a su conductividad se tiene aguas de alta salinidad (C3) a muy altamente salinas (C4), y con respecto a la relación de absorción de sodio se tienen aguas desde bajas en sodio (S1) a muy altas en sodio (S4), de lo que podemos concluir que las aguas de este acuífero generalmente son incrustantes y localmente agresivas (depositan y disuelven el CaCO_3 , respectivamente).

CONSIDERACIONES.- El acuífero de los Planes es utilizado básicamente en la agricultura, ya que es una de las zonas importantes en esta actividad en el estado. Con la información geohidrológica que se ha obtenido se ha observado que

los niveles han descendido, sobrepasando los valores de extracción al valor de recarga anual. Por todo lo anterior expuesto, se considera zona sobreexplotada.

3.24.- LA PAZ

GENERALIDADES.- La cuenca de La Paz ocupa una superficie aproximada de 1,417 km² se localiza al sureste del estado, corresponde a la región hidrológica No. 6 de la vertiente del golfo de California. Limita al norte con la Bahía de La Paz ubicada en el Golfo de California, al sur con la cuenca El Carrizal y Cañada Honda, al este con la cuenca del Coyote y Los Planes y al oeste con la cuenca de Melitón Albañez y Alfredo V. Bonfil,

DELIMITACION GEOGRAFICA.- La cuenca de La Paz esta delimitada geográficamente de acuerdo a los siguientes vértices:

	latitud	longitud
1.-	24°08'35"	110°25'49"
2.-	23°57'45"	110°28'55"
3.-	23°51'18"	110°20'30"
4.-	23°47'03"	110°18'03"
5.-	23°52'27"	110°06'03"
6.-	24°03'15"	110°07'15"
7.-	24°04'40"	110°04'32"
8.-	24°09'40"	110°15'00"
9.-	24°21'11"	110°07'02"

Siguiendo la línea de costa hasta cerrar con el vértice No.1

CLIMATOLOGIA.- La precipitación media anual es de 248 mm, aportando un volumen de 351.41 Mm³/año., son los meses de Julio a Agosto cuando se precipita el 90% del total anual, los valores máximos se presentan en Septiembre y los mínimos de Abril a Mayo. Las temperaturas medias anuales van de 19.6 a 23.9°C y las máximas de 40 a 49°C y mínimas de 0 a 1°C, las mayores temperaturas se registran de Junio a Septiembre y las menores ocurren en Enero La evaporación media anual es de 2,000 mm al igual que el resto del estado.

FISIOGRAFIA.- Se ubica entre la llanura costera de Iray-Purísima y las sierras de La Paz, esta compuesta por un amplio valle que se extiende sobre una fosa de origen tectónico y del cual se caracterizan cuatro de sus corrientes principales: El

Cajoncito que constituye una subcuenca arenosa limitada lateralmente por una alta sierra y cerros atravesados, El Zacatal constituida por depósitos de pie de monte y con una estrecha zona de litoral, La Palma que nace desde el cerro del novillo que constituye un pilar tectónico de notable relieve y del que se extiende un amplio abanico que transiciona con una amplia zona de litoral, y El Novillo que rodea al cerro del mismo nombre a través del arroyo El Salto constituido por un amplio abanico, zonas de inundaciones y depósitos de pie de monte el cual continua extendiéndose a través de zonas totalmente escarpadas que simulan fallas estructurales hasta la zona costera.

HIDROGEOLOGIA.- Hidrogeológicamente se reconocen tres unidades. las formaciones cretácicas de origen ígneo intrusivo que se localizan en las sierras del flanco oriente que aparte de constituir la frontera del acuífero permite ser colectoras de agua de lluvia para transmitir las a las unidades de menores elevaciones topográficas, las secuencias de unidades sedimentarias del terciario y cuaternario que constituyen las unidades de interés acuífero, pues las unidades terciarias constituyen el basamento acuífero y los depósitos granulares que permiten la fácil circulación del agua subterránea, y por último las unidades de origen volcánico extrusivo que por su continuidad impermeable al subsuelo permiten modificar la dirección del flujo subterráneo hacia los cauces fluviales.

INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA SUBTERRANEA.- En la cuenca se cuenta con 167 aprovechamientos de los cuales 121 son pozos correspondiendo 72 para uso agrícola, 23 para agua potable, 20 de abrevadero y 6 industrial, así como 46 norias correspondiendo 6 para uso agrícola, 1 para agua potable, 37 para uso de abrevaderos y 2 industriales.

PROFUNDIDAD DEL NIVEL ESTÁTICO.- La profundidad del nivel estático varía de 9.5 a 67.5 mts. con abatimientos que fluctúan de 0.0 a 0.4 mts.

El comportamiento del agua subterránea en el acuífero indica que en general el nivel estático ha descendido.

CALIDAD QUIMICA DEL AGUA SUBTERRANEA.- La cantidad de sólidos totales disueltos fluctúan de 456 a 4,132 p.p.m., las mayores concentraciones se tienen en los aprovechamientos que se localizan en proximidades del límite costero.

Según el diagrama de Piper en las muestras representativas del valle de La Paz. la familia de aguas predominantes es mixta-bicarbonatada-clorurada y con referencia a la clasificación de aguas para riego según el diagrama de Wilcox, de acuerdo a su

conductividad se tienen aguas de salinidad media (C2) a muy altamente salinas (C4) y con respecto a la absorción de sodio se tienen aguas bajas en sodio (S1) a medias en sodio (S2) localmente muy altas en sodio (S4) de lo que podemos concluir que las aguas de este acuífero son incrustantes y agresivas (depositan y disuelven el $(CaCo_3)$)

CONSIDERACIONES.- Con la información geohidrológica que se ha obtenido se ha observado que los niveles han descendido como consecuencia de que los valores de extracción han superado al valor de la recarga anual, por lo que actualmente esta zona se encuentra sobreexplotada.

3.25.- EL COYOTE

GENERALIDADES.- La cuenca El Coyote ocupa una superficie aproximada de 321 km² se localiza al sureste del estado de Baja California Sur, corresponde a la región hidrológica No. 6 de la vertiente del Golfo de California. Limita al norte con el Golfo de California, al sur con la cuenca de La Paz, al este con la cuenca de Los Planes a al oeste con la cuenca de La Paz.

DELIMITACION GEOGRAFICA.- La cuenca El Coyote esta delimitada geográficamente de acuerdo a los siguientes vértices:

	latitud	longitud
1.-	24°11'35"	110°03'25"
2.-	24°04'40"	110°04'32"
3.-	24°09'40"	110°15'00"
4.-	24°21'11"	110°17'02"

Siguiendo la línea de costa hasta cerrar con el vértice No.1

CLIMATOLOGIA.- Presenta un clima seco a desértico, de semicálido a muy cálido y con régimen de lluvia en verano, la lluvia media anual es de 150 mm, los valores máximos se presentan en Septiembre y los mínimos en Abril y Mayo, dando un volumen de 48.15 Mm³/año.

La temperatura media anual tiende a permanecer constante variando de 23.3 a 23.7°C se observa que los valores máximos se presentan en Julio a Octubre con máximo en Agosto de 42°C. La evaporación que reportan estaciones

climatológicas anexas a esta cuenca fluctúan de 2,189 a 2,566.5 mm/año, siendo los meses de Abril a Septiembre los valores mas alto con máximo en Julio y los valores mas bajos ocurren de Diciembre a Enero.

FISIOGRAFIA.- Se encuentra ubicada en las subprovincias fisiográficas de la sierra de La Paz y de la llanura costera de Iray-Purísima, se encuentra flanqueado al este por rocas graníticas de regular elevación, al oeste por una pequeña sierra constituida de materiales volcánicos. Este valle sólo esta conformado por el arroyo El Coyote, el cual funciona con un régimen intermitente, inicia en los límites de la cuenca de La Paz sobre la subcuenca de El Cajoncito y atraviesa en forma longitudinal hasta desembocar en el Golfo de California.

HIDROGEOLOGIA.- En la cuenca se identifican escasas unidades de interés acuífera, el cuaternario lo constituyen los materiales fluviales y aluviales que constituyen lomerios y terrazas con espesores variables así como depósitos de cauces tributarios al arroyo el coyote, y es en éstos donde se localizan todas las obras de norias para capitación de aguas subterráneas, pues presenta permeabilidades favorables para conformar zonas de saturación en pequeños sitios, los materiales del terciario estan constituidos por areniscas, conglomerados, intercalaciones de arcillas y limolitas coronadas por conglomerados de fragmento en rocas ígneas y sedimentarias poco cementados, conformando todo el conjunto de roca una unidad impermeable, la formación Comondú esta integrada por un conjunto heterogéneo de rocas intrusivas, lávicas y piroclásticas pero de características totalmente impermeable y de los cuales descienden un sistema de drenaje dendrítico hacia el arroyo el coyote. la unidad granítica de edad cretácica representa el basamento rocoso sobre el que descansan las anteriores unidades constituye una unidad totalmente impermeable a profundidad, aunque por superficie presente un alto grado de fracturamiento.

INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA SUBTERRANEA.- En la cuenca se cuenta con 51 aprovechamientos de los cuales 6 son pozos correspondiendo 3 al uso agrícola y 3 de abrevadero, así como 45 norias donde 13 son de uso agrícola, 31 de abrevadero y uno industrial.

PROFUNDIDAD DEL NIVEL ESTATICO.- La profundidad del nivel estático varia de 5.9 a 21.3 mts. con abatimientos que fluctúan de 0.1 a 0.7 mts.

El comportamiento del agua subterránea en el acuífero indica que en general el nivel estático ha descendido. aunque la extracción del acuífero no se ha incrementado y esta por debajo de la recarga.

De acuerdo con el análisis de 1979 a la fecha se determina que la extracción al acuífero no se ha incrementado por lo que existe una disponibilidad.

CALIDAD QUIMICA DEL AGUA SUBTERRANEA.- la cantidad de sólidos totales disueltos, fluctúan de 442 a 16,303 p.p.m., las mayores concentraciones se tienen en los aprovechamientos que se localizan en las proximidades del límite costero así como en la zona de antiguas pequeñas lagunas dentro del valle.

CONSIDERACIONES.- Esta cuenca aunque su extracción es menor que la recarga se considera en equilibrio, en virtud de que es muy pequeña, de baja disponibilidad y tiene problemas de la calidad del agua. tiene una explotación muy escasa básicamente para actividades agrícolas, pecuarias y turísticas. todas ellas muy incipientes.

3.26.- ALFREDO V. BONFIL

GENERALIDADES.- La cuenca de Alfredo V. Bonfil ocupa una superficie aproximada de 1,130 km² se localiza en la porción centro sur-oriental del estado, corresponde a la región hidrológica No. 6 de la vertiente del Golfo de California. Limita al norte con la cuenca de Tepentú, al sur con la cuenca de La Paz, al oeste con la sierra de La Giganta, y al este con el Golfo de California.

DELIMITACION GEOGRAFICA.- la cuenca de Alfredo V. Bonfil esta delimitada geográficamente de acuerdo a los siguientes vértices:

	latitud	longitud
1.-	25°05'27"	110°46'54"
2.-	25°03'00"	110°54'54"
3.-	24°49'55"	110°43'48"
4.-	24°25'46"	110°50'06"
5.-	24°00'50"	110°28'21"
6.-	24°08'27"	110°25'49"

Siguiendo la línea de costa hasta cerrar con el vértice No.1

CLIMATOLOGIA.- La precipitación media anual es de 175 mm., aportando un volumen de 197.75 Mm³/año., son los meses de Julio a Agosto cuando hay mayores precipitaciones, los valores máximos se presentan en Septiembre y los mínimos de Abril a Mayo.

La temperatura media anual es de 22.5°C y las máximas pueden esperarse hasta 45°C y mínimas de 2°C, las mayores temperaturas se registran de Junio a Septiembre y las menores ocurren en Enero.

La evaporación media anual es de 2,300 mm.

FISIOGRAFIA.- presenta una geomorfología variada, desde grandes escarpes por la porción de la sierra de La Giganta. como de lomerios rumbo al Itsmo de La Paz. la sierra de La Giganta determina la angostura del área.

HÍDROGEOLOGIA.- Es posible distinguir tres unidades que pueden agruparse de la siguiente manera; las que actúan como barreras, zonas de recarga y las que se caracterizan como permeables con posibilidades de resultar acuíferas: dentro de las permeables tenemos el aluvión que llega a constituir el acuífero principal, así como a los depósitos fluviales que se comportan como acuíferos de poca capacidad. la formación Comondú, dentro de sus tobas, aglomerados y riolitas intercaladas con piroclásticos por su fracturamiento permiten la recarga del agua de la lluvia hacia los materiales permeables. la formación Comondú. en su facie impermeable constituye una barrera.

IFRAESTRUCTURA HIDRAULICA SUBTERRANEA.- En la cuenca se cuenta con 25 aprovechamientos de los cuales 9 son pozos correspondiendo 1 para uso agrícola, 1 para agua potable, 4 para uso de abrevadero y 3 industrial, así como 16 norias correspondiendo 1 para uso agrícola y 15 para uso de abrevadero.

PROFUNDIDAD DEL NIVEL ESTATICO.- La profundidad del nivel estático no se conoce ni tampoco sus abatimientos anuales. A la fecha se determina que la extracción al acuífero no se ha incrementado, siendo ésta ligeramente menor que la recarga.

CALIDAD QUIMICA DEL AGUA SUBTERRANEA.- La cantidad de sólidos totales disueltos fluctúan de 531 a 4,375 p.p.m., las mayores concentraciones se tienen en los aprovechamientos que se localizan en las proximidades del límite costero.

CONSIDERACIONES.- Actualmente esta cuenca esta siendo explotada básicamente para usos mineros y servicio de la empresa Rofomex, así como en la agricultura aunque esta se realiza en forma incipiente, por sus características no se podrá desarrollar la actividad agrícola en forma intensiva.

Por su situación de baja disponibilidad y acuífero costero es muy susceptible de ser intrusada por agua de mar, considerándose en equilibrio.

3.27.- TEPENTU

GENERALIDADES.- La cuenca de Tepentú ocupa una superficie aproximada de 548 km² se localiza en la porción centro oriental del estado, corresponde a la región hidrológica No. 6 en la vertiente del Golfo de California. Limita al norte con la cuenca de Loreto, al sur con la cuenca de Alfredo V. Bonfil, al oeste con la sierra de la Giganta y al este con el Golfo de California.

DELIMITACION GEOGRAFICA.- La cuenca de Tepentú esta delimitada geográficamente de acuerdo a los siguientes vértices:

	latitud	longitud
1.-	25°41'44"	111°12'54"
2.-	25°35'00"	111°18'00"
3.-	25°04'00"	111°00'00"
4.-	25°05'27"	110°46'54"

Siguiendo la línea de costa hasta cerrar con el vértice No.1

CLIMATOLOGIA.- La precipitación media anual es de 200 mm. la cual aporta un volumen de 109.60 Mm³/año.

Existen dos períodos de lluvias importantes uno en Agosto a Septiembre y otro en Diciembre a Enero.

La variación de la temperatura fluctúa entre 21 a 24°C, los meses de mayor temperatura corresponden al período de verano que comprende de Julio a Septiembre es Agosto el mas caluroso con temperaturas máximas de 42 a 44°C el período invernal presenta temperaturas mas bajas, comprende Diciembre a Febrero con temperaturas mínimas extremas de 1 a 3°C. La evaporación promedio anual es superior a los 2,000 mm.

FISIOGRAFIA.- Se compone en su mayor parte por una alta sierra, con una contrastante línea de costa bastante angosta.

INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA SUBTERRANEA.- En la cuenca se cuenta con 3 aprovechamientos de los cuales 2 son pozos correspondiendo 1 a uso agrícola y 1 a agua potable, así como 1 noria para uso de abrevadero.

PROFUNDIDAD DEL NIVEL ESTATICO.- La profundidad del nivel estático no se conoce ni las evoluciones del mismo.

CALIDAD QUIMICA DEL AGUA SUBTERRANEA.- Se desconoce la calidad de la misma.

CONSIDERACIONES.- Con la información geohidrológica que se ha obtenido se puede estimar que hay disponibilidad considerándose subexplotada en virtud de que es casi nula la explotación.

3.28.- LORETO

GENERALIDADES.- La cuenca de Loreto ocupa una superficie aproximada de 584 km², se localiza en la porción centro oriental del estado, corresponde a la región hidrológica No.6 de la vertiente del Golfo de California. Limita al norte con la cuenca de San Juan B. Londó y el Golfo de California, al sur con la sierra de La Giganta y la cuenca de Tepentú, al este con el Mar de Cortés y al oeste con la sierra de La Giganta.

DELIMITACION GEOGRAFICA.- La cuenca de Loreto esta delimitada geográficamente de acuerdo a los siguientes vértices:

	latitud	longitud
1.-	26°02'00"	111°19'30"
2.-	26°04'00"	111°31'57"
3.-	25°39'57"	111°16'31"
4.-	25°41'44"	111°12'54"

Siguiendo la línea de costa hasta cerrar con el vértice No.1

CLIMATOLOGIA.- Las condiciones climatológicas que prevalecen en el área han propiciado el desarrollo de una región desértica cuya temperatura media anual es de 21°C con una máxima de 40°C y una mínima de 5°C, por lo que se considera de tipo caluroso extrema; en cuanto a la precipitación media anual esta es de 175 mm aportando un volumen de 112.20 Mm³/año, presentándose las lluvias durante el otoño e invierno en forma de intervalos, siendo los meses en que mas llueve los

de Septiembre a Diciembre. la evaporación potencial de acuerdo a los datos recopilados es del orden de los 1,500 mm/año.

FISIOGRAFIA.- La cuenca se extiende en una región de sierras volcánicas pertenecientes a la sierra de La Giganta con un 75% de serranías y terrenos abruptos, con elevaciones de hasta 1,200 msnm y un 25% como zona costera con elevaciones promedio a los 50 msnm.

HIDROGEOLOGIA.- Los afloramientos de rocas existentes en la zona fueron agrupados en tres unidades geohidrológicas; la formación Comondú poco permeable a impermeable estando sujeta al grado de fracturamiento que pudiese presentar. los depósitos de terrazas y conglomerados con muy buena permeabilidad debido a la poca consolidación de estos y el Cuaternario aluvial con muy buena permeabilidad y en donde la mayor parte de las captaciones se encuentran.

INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA SUBTERRANEA.- En la cuenca se han localizado 34 aprovechamientos de los cuales 6 son pozos correspondiendo uno a uso de agua potable y cinco a uso turístico, 28 son norias correspondientes a uso de abrevadero.

También se cuenta con un acueducto que suministra agua para uso potable desde la cuenca de San Juan B. Londó.

PROFUNDIDAD DEL NIVEL ESTATICO.- La profundidad del nivel estático varía de 3.0 a 40.0 mts, presentándose abatimientos de 0.0 a 1.5 metros anuales. De 1981 a la fecha la extracción al acuífero ha disminuido, debido al abandono de pozos.

CALIDAD QUIMICA DEL AGUA SUBTERRANEA.- La cantidad de sólidos totales disueltos, fluctúan de 400 a 4,700 p.p.m., las mayores concentraciones se observan en los límites costeros sobre aprovechamientos que se encuentran cerca de la ciudad de Loreto.

CONSIDERACIONES.- Con la información geohidrológica que se ha obtenido en el transcurso de los años, se ha observado que los niveles estáticos, descendieron hasta ocasionar intrusión salina y forzar a disminuir extracciones.

Actualmente la cuenca está en equilibrio y es explotada básicamente en usos turísticos, en virtud de que sus características no permiten el desarrollo de la actividad agrícola.

Debido a que el agua es en general de mala calidad se tiene que conducir para consumo humano de la cuenca de San Juan B. Londó a una distancia aproximada de 40 km.

3.29.- SAN JUAN B. LONDO

GENERALIDADES.- La cuenca de San Juan B. Londó ocupa una superficie aproximada de 688 km², se localiza en la porción noreste del estado, corresponde a la región hidrológica No.6 de la vertiente del Golfo de California. Limita al norte con la cuenca de El Rosarito,, al este con el Golfo de California, al sur con la cuenca de Loreto y al oeste con la sierra de La Giganta.

DELIMITACION GEOGRAFICA.- La cuenca de San Juan B. Londó esta delimitada geográficamente de acuerdo a los siguientes vértices:

	latitud	longitud
1.-	26°03'16"	111°19'30"
2.-	26°00'49"	111°31'57"
3.-	26°18'32"	111°37'57"
4.-	26°20'51"	111°24'54"

Siguiendo la línea de costa hasta cerrar con el vértice No.1

CLIMATOLOGIA.- La precipitación media anual es de 125 mm., la cual aporta un volumen de 86 Mm³/año, las precipitaciones mas importantes se dan durante el verano en los meses de Julio a Octubre.

La temperatura media anual fluctúa de 22.5°C a 23.1°C, durante los meses de Julio a Septiembre se tienen las máximas temperaturas y las mínimas de Diciembre a Enero. La evaporación fluctúa de 1,796.8 mm a 1,911.2 mm anuales.

FISIOGRAFIA.- En la cuenca se distinguen 5 rasgos principales; la sierra de La Giganta con elevaciones hasta de 900 m.s.n.m. que contrasta con los niveles bajos del valle de San Juan B. Londó con elevaciones de 50 msnm a 20 msnm, así como cerros bajos y lomerios de regular elevación con pendiente suave.

HIDROGEOLOGIA.- A las unidades litológicas se les asigna un carácter de acuífero o de parcialmente confinante y quedan integradas como sigue: basamento granítico parcialmente confinante, formación Comondú con paquetes clásticos y volcánicos parcialmente confinante, grupo Salada como acuífero,

el Plio-Pleistoceno volcánico como parcialmente confinante, Pleistoceno y depósitos recientes como acuíferos.

INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA SUBTERRANEA.- En la cuenca se cuenta con 25 aprovechamientos de los cuales 20 son pozos correspondiendo 17 al uso agrícola y 3 de agua potable para el acueducto de Loreto, así como 5 norias para uso de abrevadero.

PROFUNDIDAD DEL NIVEL ESTATICO.- La profundidad del nivel estático fluctúa de 17.0 a 33.1 mts., a la fecha ha disminuido el numero de pozos así como la extracción por lo que en el acuífero existe disponibilidad sin embargo se tienen abatimientos hasta de 0.8 m/año.

CALIDAD QUIMICA DEL AGUA SUBTERRANEA.- La cantidad de sólidos totales disueltos fluctúan de 500 a 1,700 p.p.m. las mayores concentraciones se observan en los límites costeros sobre la zona de San Bruno.

Según el diagrama de Piper en las muestras representativas del valle de San Juan B. Londo, la familia de agua predominante es sódica-cloururada, bicarbonatada y con referencia a la clasificación de aguas para riego según el diagrama de Wilcox, de acuerdo a su conductividad se tienen aguas de alta salinidad (C3) a muy altamente salinas (C4), y con respecto a la relación de absorción de sodio predominan las aguas medias en sodio (S2) y localmente muy altas en sodio (S4), de lo que podemos concluir que generalmente las aguas de este acuífero son incrustantes y localmente agresivas (depositan y disuelven el CaCo_3)

CONSIDERACIONES.- En los últimos años los valores de extracción han disminuido siendo menor que la recarga, se considera en equilibrio en virtud de que es una reserva para el suministro de agua potable de la zona turística de Loreto-Puerto Escondido, en la cual La Federación invirtió para la recuperación de volúmenes mediante la compra de derechos de pozos.

3.30.- ROSARITO

GENERALIDADES.- La cuenca de Rosarito ocupa una superficie aproximada de 546 km² se localiza al noreste del estado, corresponde a la región hidrológica No. 6 de la vertiente del Golfo de California. Limita al norte con el Golfo de California y la cuenca de Bahía Concepción, al sur con la cuenca de San Juan B. Londó y la sierra de La Giganta, al oeste con la sierra de La Giganta y al este con el Golfo de California.

DELIMITACION GEOGRAFICA.- La cuenca del Rosarito esta delimitada geográficamente de acuerdo a los siguientes vértices:

	latitud	longitud
1.-	26°20'51"	111°24'54"
2.-	26°18'32"	111°38'06"
3.-	26°25'38"	111°43'03"
4.-	26°34'13"	111°34'03"
5.-	26°31'38"	111°27'36"

Siguiendo la línea de costa hasta cerrar con el vértice No.1

CLIMATOLOGIA.- La precipitación media anual es de 100 mm. la cual aporta un volumen de 54.60 Mm³/año.

Existen dos períodos de lluvias importantes uno de Julio a Diciembre y otro de Enero a Marzo, la temperatura media anual es de 22°C y la evaporación promedio anual es superior a los 2,000 mm.

FISIOGRAFIA.- Se compone principalmente por un arroyo y sierras de mediana altura así como de lomerios que dan un paisaje bastante irregular al terreno.

INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA SUBTERRANEA.- En la cuenca se cuenta con 10 aprovechamientos de los cuales son: un pozo de abrevadero, así como 9 norias del mismo uso.

PROFUNDIDAD DEL NIVEL ESTATICO.- La profundidad del nivel estático no se conoce ni las evoluciones del mismo.

CALIDAD QUIMICA DEL AGUA SUBTERRANEA.- se desconoce la calidad de la misma.

CONSIDERACIONES.- Con la información geohidrológica que se ha obtenido se puede afirmar que hay una pequeña disponibilidad en virtud de que la explotación es casi nula, por lo que se considera que se encuentra subexplotada.

3.31.- BAHIA CONCEPCION

GENERALIDADES.- La cuenca de Bahía Concepción ocupa una superficie aproximada de 1,184 km² se localiza al noreste del estado, corresponde a la región hidrológica No. 6 de la vertiente del Golfo de California. Limita al norte y al este con el Golfo de California, al sur y al oeste con la sierra de La Giganta.

DELIMITACION GEOGRAFICA.- La cuenca de Bahía Concepción esta delimitada geográficamente de acuerdo a los siguientes vértices:

	latitud	longitud
1.-	26°34'13"	111°34'03"
2.-	26°25'38"	111°43'03"
3.-	26°39'17"	111°00'09"
4.-	26°44'30"	111°57'00"
5.-	26°49'09"	112°01'07"
6.-	26°53'28"	111°56'06"
7.-	26°42'49"	111°54'18"
8.-	26°32'19"	111°44'24"
9.-	26°35'19"	111°40'21"
10.-	26°52'46"	111°50'33"
11.-	26°41'52"	111°33'36"

Siguiendo la línea de costa hasta cerrar con el vértice No.1

CLIMATOLOGIA.- La precipitación media anual es de 111 mm. la cual aporta un volumen de 131.424 Mm³/año.

Existen dos periodos de lluvias importantes uno de Julio a Diciembre y otro de Enero a Marzo.

La temperatura media anual es de 22°C.

La evaporación promedio anual es superior a los 2,000 mm.

FISIOGRAFIA.- Se compone por una larga y estrecha planicie costera y por las sierras prominentes tanto occidental como oriental que constituyen una bahía.

INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA SUBTERRANEA.- En la cuenca no se cuenta con aprovechamiento alguno.

PROFUNDIDAD AL NIVEL ESTATICO.- La profundidad del nivel estático no se conoce ni las evoluciones del mismo.

CALIDAD QUIMICA DEL AGUA SUBTERRANEA.- Se desconoce la calidad de la misma.

CONSIDERACIONES.- Con la información geohidrológica que se ha obtenido se puede afirmar que hay una pequeña disponibilidad en virtud de que la explotación es nula, por lo que se considera que se encuentra subexplotada.

3.32.- MULEGE

GENERALIDADES.- La cuenca de Mulegé ocupa una superficie aproximada de 688 km², se localiza en la porción nororiental del estado, corresponde a la región hidrológica No.5 de la vertiente del Golfo de California. Limita al norte con la cuenca de San Marcos-Palo Verde, al este con el Golfo de California o Mar de Cortes y cuenca de Bahía Concepción al sur con cuenca La Purísima, al oeste con la de San Ignacio.

DELIMITACION GEOGRAFICA.- La cuenca de Mulegé se encuentra delimitada geográficamente de acuerdo a los siguientes vértices:

	latitud	longitud
1.-	26°57'00"	112°00'00"
2.-	26°56'23"	112°11'11"
3.-	26°49'17"	112°13'41"
4.-	26°37'20"	112°07'13"
5.-	26°44'30"	111°57'00"
6.-	26°49'09"	112°01'07"
7.-	26°53'28"	111°56'06"

CLIMATOLOGIA.- Las condiciones climatológicas que prevalecen en el área han propiciado el desarrollo de un paisaje desértico en el cual la vegetación esta compuesta por matorrales y cactáceas. las precipitaciones pluviales se presentan en dos periodos importantes: el primero de Julio a Octubre con el mayor aporte y

el segundo de Diciembre a Febrero. la precipitación media anual para toda la cuenca es de 170 mm, la cual aporta un volumen de 116.96 Mm³/año y su temperatura media anual de 22.8°C.

FISIOGRAFIA.- La zona se encuentra drenada por el río Mulegé enclavado sobre la sierra de La Giganta constituida por rocas volcánicas de la formación Comondú.

HIDROGEOLOGIA.- En la zona se distinguen básicamente dos unidades: permeables e impermeables. las permeables, actúan como zonas de recarga y también como acuíferos, mientras que las impermeables hacen las veces de barreras.

El cuaternario aluvial presente; de mediana a alta permeabilidad constituyen el acuífero de Mulegé los depósitos fluviales son materiales muy permeables que contienen agua subterránea y actúan como zona de conducción entre los arroyos y el acuífero. la formación Salada cuando presenta mas arena que limo aumenta su permeabilidad pudiendo llegar a formar acuífero, pero en los límites del valle funciona como zona de recarga y la formación Comondú se la caracteriza como impermeable por lo que conforma el basamento, puede constituir acuíferos en las zonas en que ésta formación presenta fallas y fracturas.

INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA SUBTERRANEA.- Se censaron un total de 58 aprovechamientos de los cuales 34 son pozos; 29 de uso agrícola, 3 de agua potable, uno de abrevadero y uno industrial, así como 24 norias correspondiendo 12 al uso agrícola, 2 agua potable, 9 abrevadero y uno industrial. también se cuenta con un manantial que es captado por una presa para uso agrícola.

PROFUNDIDAD DEL NIVEL ESTATICO.- Las profundidades al nivel estático fluctúan desde 2.1 hasta 57.5 mts., con abatimientos medios anuales de 0.0 a 0.2 mts. provocados por una ligera sobreexplotación del acuífero.

CALIDAD QUIMICA DEL AGUA SUBTERRANEA.- La calidad del agua subterránea en general presenta concentraciones de 488 a 2,579 p.p.m. de sólidos totales disueltos, las mas altas se observan en la porción costera próxima al estero localizado en la parte baja del acuífero.

Según el diagrama de Piper en las muestras representativas la familia de aguas predominantes es magnésica, sódica, cálcica-cloururada, bicarbonatada, sulfatada y con referencia a la clasificación de aguas para riego según el diagrama de Wilcox, de acuerdo a su conductividad se tienen aguas altamente salinas (C3) a muy altamente salinas (C4), y respecto a la relación de absorción de sodio las aguas van de bajas

en sodio (S1) a medias en sodio (S2) localmente altas en sodio (S3) de lo que podemos concluir, que las aguas de este acuífero son incrustantes y localmente agresivas (depositan y disuelven el CaCo_3).

CONSIDERACIONES.- Este acuífero constituye una de las zonas agrícolas importantes del estado y es su actividad primordial. de la información geohidrológica que se ha obtenido, se ha observado que aun cuando el acuífero ha sido sobreexplotado existe una alta transmisividad que le permite recuperarse rápidamente por el agua de la precipitación.

3.33.- SAN MARCOS - PALO VERDE

GENERALIDADES.- La cuenca de San Marcos-Palo Verde ocupa una superficie aproximada de 981 km² se localiza al noreste del estado, corresponde a la región hidrológica No. 5 de la vertiente del Golfo de California. Limita al norte con la cuenca de San Bruno, al sur con la cuenca de Mulegé al oeste con la sierra de La Giganta, y al este con el Golfo de California.

DELIMITACION GEOGRAFICA.- La cuenca de San Marcos-Palo Verde esta delimitada geográficamente de acuerdo a los siguientes vértices:

	latitud	longitud
1.-	26°57'00"	112°00'00"
2.-	26°56'23"	112°11'11"
3.-	26°49'17"	112°13'41"
4.-	27°04'48"	112°31'48"
5.-	27°07'54"	112°04'21"

Siguiendo la línea de costa hasta cerrar con el vértice No.1

CLIMATOLOGIA.- La precipitación media anual es de 162 mm. la cual aporta un volumen de 159 Mm³/año. La temperatura media anual es de 22°C. siendo los meses de Junio, Julio y Agosto los de mas altas temperaturas. La evaporación promedio anual considerada es de 2,000 mm. como en el resto del estado.

FISIOGRAFIA.- La cuenca se compone de partes elevadas hacia el poniente, las cuales son de origen volcánico, localizándose las partes bajas hacia el oriente,

estas zonas bajas se presentan como líneas costeras, la elevación promedio de esta llanura es del orden de los 40 m.s.n.m.

HIDROGEOLOGIA.- De las cuatro unidades que en el área afloran, tres de ellas presentan características de permeabilidad para ser consideradas con posibilidades para producir caudales significativos dentro de las condiciones imperantes; el cuaternario aluvial y fluvial favorecen grandemente a la infiltración, los conglomerados y abanicos aluviales no favorecen el emplazamiento de obras de pozos debido al dren rápido por su altas pendientes, en las terrazas marinas su permeabilidad va de regular a buena dependiendo de la consolidación de éstos materiales así como de la cantidad de arcillas, aunque no se recomienda su perforación por la presencia de depósitos evaporíticos lo que originaría agua de mala calidad y la formación Comondú en la cual la infiltración es escasa a causa de la composición y naturaleza de sus materiales, por lo que se le considera impermeable en la mayoría de los casos y semipermeables cuando presenta fracturamiento.

INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA SUBTERRANEA.- En la cuenca se cuenta con 30 aprovechamientos de los cuales 18 son pozos correspondiendo 12 al uso agrícola, 4 de agua potable que abastecen al acueducto que lleva agua en bloque a Santa Rosalía, 1 abrevadero y 1 industrial, así como 12 norias correspondiendo 7 a uso agrícola y 5 a uso de abrevadero.

PROFUNDIDAD DEL NIVEL ESTÁTICO.- La profundidad del nivel estático varía de 4.4 a 57.0 mts. y se tiene un abatimiento medio anual de 0.0 a 0.2 mts.

El comportamiento del agua subterránea en el acuífero indica que en general el nivel ha descendido en forma moderada. Del año 1981 a la fecha se ha mantenido el número de pozos existiendo una pequeña disponibilidad.

CALIDAD QUIMICA DEL AGUA SUBTERRANEA.- La cantidad de sólidos totales disueltos fluctúan de 586 a 3,731 p.p.m., las mayores concentraciones se observan en los límites costeros.

CONSIDERACIONES.- Con la información geohidrológica que se ha obtenido se ha observado que los niveles han descendido en forma moderada pero aun los valores de extracción no han igualado la recarga anual, sin embargo por su condición de acuífero costero, bajos valores de recarga y la futura demanda de agua potable de la ciudad de Santa Rosalía se considera en equilibrio.

3.34.- SAN BRUNO

GENERALIDADES.- La cuenca de San Bruno ocupa una superficie aproximada de 163 km² se localiza al noreste del estado, corresponde a la región hidrológica No. 5 de la vertiente del Golfo de California. Limita al norte con la cuenca de San Lucas y Golfo de California, al sur con la cuenca de San Marcos-Palo Verde, al oeste con la sierra de La Giganta y la cuenca de San Lucas y al este con el Golfo de California y San Marcos-Palo Verde.

DELIMITACION GEOGRAFICA.- La cuenca de San Bruno esta delimitada geográficamente de acuerdo a los siguientes vértices:

	latitud	longitud
1.-	27°07'54"	112°04'21"
2.-	27°03'48"	112°09'36"
3.-	27°06'49"	112°17'06"
4.-	27°11'52"	112°11'24"

Siguiendo la línea de costa hasta cerrar con el vértice No.1

CLIMATOLOGIA.- La precipitación media anual es de 108 mm. la cual aporta un volumen de 17.6 Mm³/año. La temperatura media anual es de 22°C, siendo los meses de Junio, Julio y Agosto los de mas altas temperaturas. La evaporación promedio anual considerada es de 2,000 mm. como en el resto del estado.

FISIOGRAFIA.- La cuenca se compone de partes elevadas hacia el poniente, las cuales son de origen volcánico, localizándose las partes bajas hacia el oriente, estas zonas bajas se presentan como líneas costeras, la elevación promedio de esta llanura es del orden de los 40 m.s.n.m.

HIDROGEOLOGIA.- De las cuatro unidades que en el área afloran, tres de ellas presentan características de permeabilidad para ser consideradas con posibilidades para producir caudales significativos dentro de las condiciones imperantes; el cuaternario aluvial y fluvial favorecen grandemente a la infiltración, los conglomerados y abanicos aluviales no favorecen el emplazamiento de obras de pozos debido al dren rápido por su altas pendientes. en las terrazas marinas su permeabilidad va de regular a buena dependiendo de la consolidación de estos materiales así como de la cantidad de arcillas, aunque no se recomienda su perforación por la presencia de depósitos evaporíticos lo que originaria agua de mala calidad y la formación Comondú en la cual la

infiltración es escasa a causa de la composición y naturaleza de sus materiales, por lo que se le considera impermeable en la mayoría de los casos y semipermeables cuando presenta fracturamiento.

INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA SUBTERRANEA.- En la cuenca se cuenta con 17 aprovechamientos de los cuales 3 son pozos correspondiendo todos a uso agrícola, así como 14 norias correspondiendo 13 a uso agrícola y 1 a uso de agua potable.

PROFUNDIDAD DEL NIVEL ESTATICO.- La profundidad del nivel estático varía de 3.0 a 19.7 mts. y se tiene un abatimiento medio anual de 0.0 a 0.3 mts.

El comportamiento del agua subterránea en el acuífero indica que en general el nivel ha descendido en forma moderada. Del año 1981 a la fecha se ha mantenido el número de pozos existiendo disponibilidad en el acuífero.

CALIDAD QUIMICA DEL AGUA SUBTERRANEA.- La cantidad de sólidos totales disueltos fluctúan de 589 a 2,247 p.p.m., las mayores concentraciones se observan en los límites costeros.

CONSIDERACIONES.- Con la información geohidrológica que se ha obtenido se ha observado que los niveles han descendido en forma moderada pero aun los valores de extracción no han igualado la recarga anual, sin embargo por su condición de acuífero costero, bajos valores de recarga y la futura demanda de agua potable de la ciudad de Santa Rosalía se considera en equilibrio.

3.35.- SAN LUCAS

GENERALIDADES.- La cuenca de San Lucas ocupa una superficie aproximada de 167 km² se localiza al noreste del estado, corresponde a la región hidrológica No. 5 de la vertiente del Golfo de California. Limita al norte con la cuenca de Santa Agueda, al sur con la cuenca de San Bruno, al oeste con la sierra de La Giganta, y al este con el Golfo de California.

DELIMITACION GEOGRAFICA.- La cuenca de San Lucas esta delimitada geográficamente de acuerdo a los siguientes vértices:

	latitud	longitud
1.-	27°18'41"	112°13'30"
2.-	27°14'19"	112°20'51"
3.-	27°06'49"	112°17'06"
4.-	27°11'52"	112°11'24"

Siguiendo la línea de costa hasta cerrar con el vértice No.1

CLIMATOLOGIA.- La precipitación media anual es de 129 mm. la cual aporta un volumen de 21.5 Mm³/año. La temperatura media anual es de 22°C, siendo los meses de Junio, Julio y Agosto los de mas altas temperaturas. La evaporación promedio anual considerada es de 2,000 mm. como en el resto del estado.

FISIOGRAFIA.- La cuenca se compone de partes elevadas hacia el poniente, las cuales son de origen volcánico, localizándose las partes bajas hacia el oriente, estas zonas bajas se presentan como líneas costeras, la elevación promedio de esta llanura es del orden de los 40 m.s.n.m.

HIDROGEOLOGIA.- De las cuatro unidades que en el área afloran, tres de ellas presentan características de permeabilidad para ser consideradas con posibilidades para producir caudales significativos dentro de las condiciones imperantes; el cuaternario aluvial y fluvial favorecen grandemente a la infiltración, los conglomerados y abanicos aluviales no favorecen el emplazamiento de obras de pozos debido al dren rápido por su altas pendientes, en las terrazas marinas su permeabilidad va de regular a buena dependiendo de la consolidación de estos materiales así como de la cantidad de arcillas, aunque no se recomienda su perforación por la presencia de depósitos evaporíticos lo que originaria agua de mala calidad y la formación Comondú en la cual la infiltración es escasa a causa de la composición y naturaleza de sus materiales, por lo que se le considera impermeable en la mayoría de los casos y semipermeables cuando presenta fracturamiento.

INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA SUBTERRANEA.- En la cuenca se cuenta con 25 aprovechamientos de los cuales 1 es pozo correspondiendo a uso de agua potable y 24 son norias correspondiendo 4 a uso agrícola y 20 a uso de abrevadero.

PROFUNDIDAD DEL NIVEL ESTATICO.- La profundidad del nivel estático varía de 0.9 a 14.2 mts. y se tiene un abatimiento medio anual de 0.0 a 0.2 mts.

El comportamiento del agua subterránea en el acuífero indica que en general el nivel ha descendido en forma moderada. Del año 1981 a la fecha se ha mantenido el número de pozos existiendo disponibilidad en el acuífero.

CALIDAD QUIMICA DEL AGUA SUBTERRANEA.- La cantidad de sólidos totales disueltos fluctúan de 562 a 2,291 p.p.m., las mayores concentraciones se observan en los límites costeros.

CONSIDERACIONES.- Con la información geohidrológica que se ha obtenido se ha observado que los niveles han descendido en forma moderada pero aun los valores de extracción no han igualado la recarga anual, sin embargo por su condición de acuífero costero, bajos valores de recarga y la futura demanda de agua potable de la ciudad de Santa Rosalía se considera en equilibrio.

3.36.- SANTA AGUEDA

GENERALIDADES.- La cuenca de Santa Agueda ocupa una superficie aproximada de 404 km² se localiza al noreste del estado, corresponde a la región hidrológica No. 5 de la vertiente del Golfo de California. Limita al norte con la cuenca de Santa Rosalía, al sur con la cuenca de San Marcos-Palo Verde, al oeste con la sierra de La Giganta, y al este con el Golfo de California y la cuenca de San Lucas.

DELIMITACION GEOGRAFICA.- La cuenca de Santa Agueda esta delimitada geográficamente de acuerdo a los siguientes vértices:

	latitud	longitud
1.-	27°18'41"	112°13'30"
2.-	27°14'19"	112°20'51"
3.-	27°06'49"	112°17'06"
4.-	27°04'48"	112°31'48"
5.-	27°15'00"	112°27'18"
6.-	27°19'46"	112°15'27"

Siguiendo la línea de costa hasta cerrar con el vértice No.1

CLIMATOLOGIA.- La precipitación media anual es de 170 mm., lo cual aporta un volumen de 68.68 Mm³/año. La temperatura media anual es de 22°C, siendo los meses de Junio, Julio y Agosto los de mas altas temperaturas. La evaporación promedio anual considerada es de 2,000 mm.

FISIOGRAFIA.- La cuenca se compone de partes elevadas hacia el poniente, las cuales son de origen volcánico, localizándose las partes bajas hacia el oriente, estas zonas bajas se presentan como líneas costeras. la elevación promedio de esta llanura es del orden de los 40 m.s.n.m.

HIDROGEOLOGIA.- De las cuatro unidades que en el área afloran, tres de ellas presentan características de permeabilidad para ser consideradas con posibilidades para producir caudales significativos dentro de las condiciones imperantes; el cuaternario aluvial y fluvial favorecen grandemente a la infiltración, los conglomerados y abanicos aluviales no favorecen el emplazamiento de obras de pozos debido al dren rápido por su altas pendientes, en las terrazas marinas su permeabilidad va de regular a buena dependiendo de la consolidación de estos materiales así como de la cantidad de arcillas, aunque no se recomienda su perforación por la presencia de depósitos evaporíticos lo que originaria agua de mala calidad y la formación Comondú en la cual la infiltración es escasa a causa de la composición y naturaleza de sus materiales, por lo que se le considera impermeable en la mayoría de los casos y semipermeables cuando presenta fracturamiento.

INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA SUBTERRANEA.- En la cuenca se cuenta con 25 aprovechamientos de los cuales 4 son pozos correspondiendo 1 a uso agrícola y 3 de agua potable los cuales están conectados al acueducto que lleva agua en bloque a Santa Rosalía, así como 21 norias correspondiendo 1 a uso agrícola, y 20 a uso de abrevadero.

PROFUNDIDAD DEL NIVEL ESTATICO.- La profundidad del nivel estático varia de 5.0 a 25.3 mts. no se conoce su abatimiento medio anual. Del año 1981 a la fecha se ha mantenido el numero de pozos, por lo que en el acuífero existe disponibilidad.

CALIDAD QUIMICA DEL AGUA SUBTERRANEA.- La cantidad de sólidos totales disueltos fluctúan de 280 a 746 p.p.m.

CONSIDERACIONES.- Por su escasa disponibilidad, condición costera y posible reserva para la ciudad de Santa Rosalía, se considera en equilibrio.

3.37.- SANTA ROSALIA

GENERALIDADES.- La cuenca de Santa Rosalía ocupa una superficie aproximada de 176 km² se localiza al noreste del estado, corresponde a la región hidrológica No. 5 de la vertiente del Golfo de California. Limita al norte con la cuenca de Tres Vírgenes, al sur con la cuenca de Santa Agueda, al oeste con la sierra de La Giganta, y al este con el Golfo de California.

DELIMITACION GEOGRAFICA.- La cuenca de Santa Rosalía esta delimitada geográficamente de acuerdo a los siguientes vértices:

	latitud	longitud
1.-	27°23'52"	112°17'52"
2.-	27°18'08"	112°28'21"
3.-	27°15'00"	112°27'18"
4.-	27°19'46"	112°15'27"

Siguiendo la línea de costa hasta cerrar con el vértice No.1

CLIMATOLOGIA.- La precipitación media anual es de 133 mm. lo cual aporta un volumen de 23.4 Mm³/año. La temperatura media anual es de 22°C, siendo los meses de Junio, Julio y Agosto los de mas altas temperaturas. La evaporación promedio anual considerada es de 2,000 mm. como en el resto del estado.

FISIOGRAFIA.- La cuenca se compone de partes elevadas hacia el poniente, las cuales son de origen volcánico, localizándose las partes bajas hacia el oriente. estas zonas bajas se presentan como líneas costeras, la elevación promedio de esta llanura es del orden de los 40 m.s.n.m.

HIDROGEOLOGIA.- De las cuatro unidades que en el área afloran, tres de ellas presentan características de permeabilidad para ser consideradas con posibilidades para producir caudales significativos dentro de las condiciones imperantes; el cuaternario aluvial y fluvial favorecen grandemente a la infiltración, los conglomerados y abanicos aluviales no favorecen el emplazamiento de obras de pozos debido al dren rápido por su altas pendientes, en las terrazas marinas su permeabilidad va de regular a buena dependiendo de la consolidación de estos materiales así como de la cantidad de arcillas, aunque no se recomienda su perforación por la presencia de depósitos evaporíticos lo que originaria agua de mala calidad y la formación Comondú en la cual la infiltración es escasa a causa de la composición y naturaleza de sus materiales, por

lo que se le considera impermeable en la mayoría de los casos y semipermeables cuando presenta fracturamiento.

INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA SUBTERRANEA.- En la cuenca no se cuenta con aprovechamientos.

PROFUNDIDAD DEL NIVEL ESTATICO.- La profundidad del nivel estático no se conoce por no existir aprovechamientos se estima una recarga de 0.2 Mm³/año por lo que en el acuífero tiene una escasa disponibilidad.

CALIDAD QUIMICA DEL AGUA SUBTERRANEA.- Se desconoce la calidad de la misma.

CONSIDERACIONES.- Por su escasa disponibilidad, condición costera y posible reserva para la ciudad de Santa Rosalía, se considera en equilibrio.

3.38.- LAS VIRGENES

GENERALIDADES.- La cuenca de Las Virgenes ocupa una superficie proximada de 1,477 km² se localiza al norte del estado corresponde a la región hidrológica No. 5 de la vertiente del Golfo de California. Limita al norte con la cuenca de Paralelo 28, al sur con la cuenca de Santa Rosalía, al oeste con la cuenca de San Ignacio y al este con el Golfo de California.

DELIMITACION GEOGRAFICA.- La cuenca de Las Virgenes esta delimitada geográficamente de acuerdo a los siguientes vértices:

	latitud	longitud
1.-	27°23'52"	112°17'52"
2.-	27°18'08"	112°28'21"
3.-	27°35'54"	113°00'45"
4.-	27°45'00"	112°41'42"

CLIMATOLOGIA.- La precipitación media anual es de 139 mm/año, la cual aporta un volumen de 205 Mm³/año. Existen dos períodos de lluvias importantes uno de Agosto a Septiembre y otro en Diciembre y Enero. el primer período es debido a perturbaciones ciclónicas de frecuencia muy errática, el segundo período se debe a lluvias de tipo estacional, sin embargo las láminas medias son muy bajas.

La variación de la temperatura fluctúa entre 21 a 24°C, los meses de mayor temperatura corresponden al período de verano que comprende de Julio a

Septiembre es Agosto el mas caluroso con temperaturas máximas de 42 a 44°C el período invernal presenta temperaturas mas bajas, comprende de Diciembre a Febrero con temperaturas mínimas extremas de 1 a 3°C. La evaporación promedio anual es superior a los 2,000 mm.

FISIOGRAFIA.- Se encuentra dentro de la provincia de las sierras volcánicas de Baja California en la que se constituyen los volcanes de Las Tres Vírgenes y un escaso desarrollo de valles aislados y planicie costera sin continuidades entre ellos hacia la vertiente del Golfo de California.

HIDROGEOLOGIA.- Se reconocen cinco unidades a través de estudios de resistividad; una unidad I que compone la cobertura superficial y que presenta buena permeabilidad, unidad II de composición riolítica con posibilidades acuíferas debido a fracturamiento, unidad III correspondiente a formaciones sedimentarias conglomeráticas de la formación Salada, unidad IV correspondiente a la formación Comondú con presencia de porosidad secundaria que indica valores de resistividad de zona saturada y una unidad V compuesta de una monzonita cuarcífera totalmente impermeable.

INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA SUBTERRANEA.- En la cuenca se cuenta con 21 aprovechamientos de los cuales 3 son pozos correspondiendo todos a uso de abrevadero y 18 norias correspondiendo 1 a uso agrícola, 16 abrevaderos y uno industrial.

PROFUNDIDAD DEL NIVEL ESTATICO.- La profundidad del nivel estático varía de 4.4 a 74.6 mts. de los cuales no se conocen los abatimientos del acuífero, que se presumen no deben existir en virtud de la casi nula explotación.

CALIDAD QUIMICA DEL AGUA SUBTERRANEA.- La cantidad de sólidos totales disueltos fluctúan de 845 a 4,161 p.p.m., las mayores concentraciones se observan en el límite de costa.

CONSIDERACIONES.- Por su escasa disponibilidad, condición costera y posible reserva para la ciudad de Santa Rosalía, se considera en equilibrio.

3.39.- PARALELO 28

GENERALIDADES.- La cuenca El Paralelo 28 ocupa una superficie aproximada de 849 km² se localiza al norte del estado, corresponde a la región hidrológica No. 5 de la vertiente del Golfo de California. Limita al norte con el municipio de Ensenada del estado de Baja California, al sur con la cuenca de Tres Vírgenes, al oeste con la cuenca de Vizcaíno y al este con el Golfo de California.

DELIMITACION GEOGRAFICA.- La cuenca Del Paralelo 28 esta delimitada geográficamente de acuerdo a los siguientes vértices:

	latitud	longitud
1.-	27°45'00"	112°41'42"
2.-	27°35'54"	113°00'45"
3.-	28°00'00"	112°59'30"
4.-	28°00'00"	112°45'30"

CLIMATOLOGIA.- La precipitación media anual es de 149 mm/año. la cual aporta un volumen de 126.50 Mm³/año. Existen dos periodos de lluvias importantes uno de Agosto a Septiembre y otro de Diciembre a Enero. La variación de la temperatura fluctúa entre 21 a 24°C, los meses de mayor temperatura corresponden al periodo de verano que comprende de Julio a Septiembre es Agosto el mas caluroso con temperaturas máximas de 42 a 44°C el periodo invernal presenta temperaturas mas bajas, comprende de Diciembre a Febrero con temperaturas mínimas extremas de 1 a 3°C. La evaporación promedio anual es superior a los 2,000 mm.

FISIOGRAFIA.- Se encuentra dentro de la provincia de las sierras volcánicas de Baja California que constituye una unidad bien delimitada, de la cual el 90% corresponde a zonas de sierras y un 10% a un escaso desarrollo de planicie costera en forma aislada sin continuidad que se tiene sobre la vertiente del Golfo de California.

HIDROGEOLOGIA.- Se reconocen cinco unidades principales que se agrupan de permeables a impermeables, a continuación se describen dichas unidades en orden decreciente de acuerdo a su permeabilidad; rocas del cuaternario como los depósitos fluviales, abanicos aluviales y pie de monte, depósitos aluviales y salitrales y posteriormente la formación Comondú como unidad impermeable.

INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA SUBTERRANEA.- En la cuenca no se cuenta con infraestructura hidráulica subterránea.

PROFUNDIDAD DEL NIVEL ESTATICO.- La profundidad del nivel estático no se conoce por no existir aprovechamientos se estima una recarga de 0.6 Mm³/año por lo que en el acuífero tiene una escasa disponibilidad.

CALIDAD QUIMICA DEL AGUA SUBTERRANEA.- Se desconoce la calidad de la misma.

CONSIDERACIONES.- Con la información geohidrológica que se ha obtenido se puede afirmar que en el acuífero hay poca disponibilidad sin embargo en virtud de que no existe explotación se considera subexplotada.

IV.- CARACTERISTICAS DE LOS ACUIFEROS

4.1.- DESCARGA NATURAL DE LOS ACUIFEROS

La descarga natural de los acuíferos tiene lugar en diferentes formas. En las porciones bajas de las cuencas, donde la superficie freática se encuentra a poca profundidad, el proceso dominante de descarga es la evaporación: la vegetación nativa de tipo freatófita, extrae por transpiración cantidades considerables de agua subterránea cuando los niveles freáticos se hallan a menos de 10 y 15 metros de la superficie del terreno. La descarga de este tipo se encuentra en "oasis", como los de San Ignacio y Mulegé, donde las condiciones geológicas y topográficas propician la formación de manantiales o pequeños lagos y el crecimiento de vegetación frondosa; también ocurre, con amplia distribución espacial, en la mayoría de los valles fluviales y en las partes bajas de las planicies costeras, donde la vegetación de ese tipo (chamizo, palo blanco, torote, choya, bisnaga, cardones, huamuchil y mezquite) es relativamente abundante.

El agua subterránea también escapa directamente a la atmósfera por la evaporación directa, cuando los niveles freáticos afloran o se hallan a menos de uno o dos metros de la superficie, aunque esto sólo ocurre en las inmediaciones de la costa y de algunos cauces así como en los pequeños depósitos de agua formados por la descarga de manantiales; por tanto la cantidad de agua que en esta forma sale de los acuíferos es comparativamente despreciable. La vegetación xerófila típica de los desiertos, también transpira volúmenes apreciables de agua, pero ésta no procede de los acuíferos sino de la escasa humedad contenida en la zona no saturada; sin embargo este proceso afecta indirectamente a la recarga de aquéllos, al generar una gran deficiencia de humedad, debido a la cual gran parte del agua infiltrada es retenida por los estratos situados arriba de la superficie freática.

Mucho menos importante en magnitud es la descarga de agua subterránea a través de manantiales. Los principales son los que brotan en las zonas San Ignacio, Mulegé, Comondú y La Purísima, de régimen permanente y con caudales del orden de los 100 lps; todos los de más son efímeros y de bajo gasto, afloran en las áreas montañosas y descargan el agua infiltrada en las rocas ígneas fracturadas o en su capa meteorizada.

Finalmente, un volumen relativamente considerable de agua escapa al mar a lo largo de la costa. Como el agua marina es más densa que el agua dulce de los

acuíferos, el flujo de ésta es ascendente en las inmediaciones del litoral; una parte de la descarga ocurre subterráneamente en el fondo del mar, y la otra parte en la faja costera continental. Debido a este mecanismo en las zonas de "San José y Santiago", entre otras, existen lagunitas permanentes rodeadas de una densa cobertura vegetal, en las cuales la calidad del agua es alternadamente dulce o salobre dependiendo de las mareas.

Tales procesos de descarga prevalecieron hasta que se inició los acuíferos en gran escala, en la década de los "50". Desde entonces, la creciente extracción de agua subterránea ha provocado el abatimiento de los niveles freáticos en las áreas de bombeo y, consecuentemente, la reducción gradual de las salidas naturales. Los cambios geohidrológicos más importantes se produjeron en las zonas donde se desarrolló la agricultura intensiva, como las de "Santo Domingo y Los Planes".

4.2.- EXPLOTACION Y USO ACTUAL DE LOS ACUIFEROS

Hasta fines de la década de los "40", los mantos acuíferos de la entidad se explotaban por medio de captaciones someras, la mayoría de las cuales extraían pequeñas cantidades de agua para usos domésticos, pecuarios y agrícolas; algunos pozos de mayor profundidad suministraban el agua requerida por los núcleos de población más importantes, como las ciudades de La Paz, Constitución y San José del Cabo. Posteriormente en la década de los "50", se incrementó sustancialmente la extracción de agua subterránea con fines agrícolas, principalmente en el Valle de Santo Domingo, donde se construyeron alrededor de 514 pozos en el lapso 1952-59, a raíz de la creación del distrito de riego No. 66.

Para evitar la proliferación anárquica de los pozos, en 1951 se estableció veda para la extracción de aguas subterráneas en parte de los municipios de Comondú y Mulegé; poco después, en 1954, la veda se extendió a toda la entidad, y más adelante, en 1965, se promulgó un reglamento para la explotación del acuífero "Santo Domingo". Sin embargo, durante muchos años las vedas no fueron realmente estrictas; sólo se aplicaron con cierta rigidez en las zonas "Santo Domingo, La Paz-Carrizal y Los Planes", donde la sobreexplotación de los acuíferos ya era entonces evidente.

Durante las dos décadas siguientes prosiguió la construcción de pozos para todo uso en diversas zonas de la entidad. En relación con el desarrollo de la agricultura, fueron relevantes los programas constructivos realizados en el valle de Santo Domingo, donde se construyeron alrededor de 500 pozos como parte de la rehabilitación del distrito de riego, y en el valle del Vizcaino, donde se establecieron

varias unidades de riego por bombeo. Por otra parte, en la porción sur de la península se incremento la captación de agua subterránea para abastecer a la capital del estado y a los desarrollos turísticos emplazados en la Región de Los Cabos. al mismo tiempo, como parte de programas de desarrollo rural, se construyeron gran número de pozos diseminados en toda la entidad, con fines de irrigación en pequeña escala.

Luego, a principios de la década de los "80", se reorientó el desarrollo de la entidad, apartándolo de la agricultura intensiva. Considerando, por una parte, la escasez del recurso hidráulico y los perjudiciales efectos de la sobreexplotación de acuíferos, y por otra, la abundancia de otros recursos naturales, además del suelo cultivable, se formularon políticas para impulsar actividades más productivas y menos consumidoras de agua, como la pesca, la ganadería, la minería y el turismo. a partir de entonces, se limitó drásticamente la autorización de nuevos aprovechamientos de agua subterránea con fines agrícolas, frenando así el ritmo de crecimiento de la explotación de los mantos acuíferos.

Existiendo actualmente en la entidad 2,381 aprovechamientos, de los cuales: 1,439 son pozos y 942 norias; 1,334 de uso agrícola, 161 agua potable y doméstico, 802 son abrevadero y 84 de uso industrial (ver tablas Nos.1 y 2 y cuadro No. 1)

4.3.- NIVELES DEL AGUA SUBTERRANEA

Desde fines de la década de los años "60", se observa la evolución de los niveles de agua subterránea en la entidad. Al principio, esta importante actividad sólo se llevaba a cabo en seis de las principales zonas geohidrológicas; gradualmente, el control piezométrico se fue extendiendo, y desde 1974 hasta la fecha se realizan observaciones en las 19 más importantes. La gran mayoría de las mediciones se efectúan en pozos de bombeo, aunque también se utilizan para ello algunos pozos exploratorios.

Las configuraciones de los niveles del agua subterránea revelan valiosa información acerca de su movimiento en el subsuelo: localización de áreas de recarga y descarga natural, efectos del bombeo, caudales de flujo subterráneo, variaciones espaciales de la transmisividad. En condiciones naturales, la red de flujo subterráneas de los acuíferos granulares se asemeja a la red hidrográfica: el relleno acuífero de los valles y planicies funciona como dren colector subterráneo de las cuencas, recibiendo las aportaciones laterales de las montañas y terrazas adyacentes, y transmitiendo el agua hacia las áreas de descarga. La

estructura geológica ejerce un control preponderante sobre el flujo subterráneo, especialmente donde éste tiene lugar en fallas y fracturas, como en el caso de los acuíferos "Santo Domingo, Vizcaíno, La Paz-Carrizal, San José y Santiago", entre otros alojados en fosas tectónicas y parcialmente formados por rocas consolidadas.

Gradualmente, la explotación de los acuíferos ha modificado las características del flujo subterráneo: al abatirse los niveles del agua en las áreas de bombeo, ha aumentado el gasto hidráulico que circulaba hacia éstas y disminuido el que escapaba hacia los vertedores naturales de los acuíferos. En la zona costera "Santo Domingo", la sobreexplotación formó una enorme depresión piezométrica a lo largo de los últimos 30 años, con elevaciones actuales hasta de 27 metros bajo el nivel del mar; primero, la descarga del acuífero al mar fue disminuyendo, y luego, se invirtió la dirección del flujo, propiciando la migración del agua salada tierra adentro. En forma semejante se modificaron las configuraciones de los acuíferos sobreexplotados "La Paz-Carrizal y Los Planes", aunque su grado de sobreexplotación es menor que el del acuífero "Santo Domingo. En los demás acuíferos, fueron menores los cambios inducidos en la red natural de flujo a causa de la extracción del agua subterránea y, aún persiste su descarga al mar.

La recarga y la descarga natural, actuando simultánea o alternadamente, provocan la fluctuación estacional de los niveles del agua subterránea. En términos generales, estos descienden durante los periodos de estiaje y se recuperan en las temporadas de lluvia; se encuentran en su posición más baja en los meses de Mayo o Junio y en su posición más alta en los de Octubre o Noviembre. La magnitud de estas oscilaciones estacionales es de varios metros, registrándose las mayores en las áreas de recarga y de bombeo, especialmente en aquéllas donde los acuíferos tienen baja transmisibilidad y pobre capacidad de almacenamiento, como en las partes altas de los valles fluviales de dimensiones reducidas.

Por otra parte, también se registran fluctuaciones de largo plazo producidas por las variaciones anuales de la precipitación pluvial, fluctuaciones que son especialmente importantes en la Región de Los Cabos, debido a la influencia de ciclones cuyo periodo de retorno varía entre 6 y 10 años.

4.4.- CALIDAD DEL AGUA SUBTERRANEA

La calidad del agua de los acuíferos presenta notables variaciones en el área y en el tiempo. Su concentración natural de sales varía en la entidad dentro del rango de 500 a 6,000 ppm. de sólidos totales disueltos. En términos generales,

los acuíferos alojados en los valles contienen agua de baja salinidad (menor que 1,000 ppm.), característica resultante de la corta permanencia del agua en el subsuelo, derivada a su vez de su rápida circulación a través de acuíferos muy permeables y de tamaño relativamente pequeño; en el caso de los acuíferos de la Región de Los Cabos (especialmente en el "San José y Santiago") otro factor que determina el bajo contenido salino es la gran resistencia que oponen las rocas acuíferas (clásticos gruesos derivados de rocas graníticas) al ataque químico del agua.

Concentraciones salinas mayores que 1,500 ppm., se registran en los acuíferos alojados en las amplias llanuras costeras y en otros acuíferos de compleja geología. Esta característica química es determinada por varios factores, tanto naturales como antropogénicos: su permanencia más prolongada en el subsuelo, causada por grandes trayectorias de flujo y/o por su circulación a través de materiales de permeabilidad de regular a baja; la presencia de agua salobre atrapada en sedimentos de origen marino; la existencia de rocas con minerales muy solubles y la influencia de las actividades humanas.

En la faja costera, la salinidad del agua subterránea está afectada por la presencia de la cuña de agua marina que subyace al agua dulce en los acuíferos costeros. debido a su diferente densidad, el agua dulce del acuífero y el agua del mar están separadas por una superficie denominada "interfase salina" cuyas oscilaciones (provocadas por las mareas y por el movimiento de la superficie freática) forman una zona de transición de salinidad intermedia. La posición aproximada de esa interfase esta dada por una conocida relación teórica, según la cual por cada metro de carga hidráulica sobre el nivel del mar hay 35 ó 40 metros de agua dulce bajo del mismo nivel. Conforme a esta relación, en los acuíferos costeros de Baja California Sur el espesor de agua dulce aumenta desde unos cuantos metros en las proximidades de la costa, hasta alcanzar valores equivalentes al espesor del acuífero a distancias de varios kilómetros de la misma.

Cuando la extracción de agua subterránea reduce la carga hidráulica, la interfase se mueva hacia una nueva posición de equilibrio en la que se cumple nuevamente la relación mencionada, fenómeno que recibe el nombre de "Intrusión Salina". Si el abatimiento es provocado por un pozo emplazado sobre la interfase, el agua salada asciende dentro del área de influencia del bombeo y puede ingresar a aquél (dependiendo de su profundidad con respecto al desplazamiento vertical de la interfase), incrementando bruscamente la salinidad del agua captada; esta intrusión vertical es relativamente local y hasta cierto punto reversible, porque la salinidad natural del agua se puede restablecer a corto o mediano plazo al suspenderse la operación del pozo. En

varias zonas geohidrológicas del estado, algunos pozos próximos al litoral están afectados, temporal o permanentemente, por este fenómeno.

Una condición mucho más perjudicial se origina cuando la explotación intensiva provoca abatimientos en extensas áreas, los cuales se propagan hasta el litoral. Entonces, la interfase salina asciende y, al mismo tiempo, avanza tierra adentro hacia su nueva posición de equilibrio, desplazando al agua dulce; si, además, el bombeo abate los niveles del agua subterránea bajo el nivel del mar, el agua salada invade lentamente la porción del acuífero en que la elevación de los niveles es negativa. Este tipo de intrusión salina, muy lenta pero prácticamente irreversible, se presenta en varias zonas de la entidad. En la zona "Los Planes" se encuentra el caso más grave; la interfase salina ha migrado tierra adentro hasta distancias de 4 a 6 Km. de la costa, incrementando la salinidad del agua hasta concentraciones de 2,500 ppm., en consecuencia, cerca de la cuarta parte del acuífero ha dejado ser aprovechable, alrededor de 15 pozos han sido inutilizados y una considerable superficie de cultivo ha quedado improductiva.

Aunque en la zona "Santo Domingo" la sobreexplotación es de mayor magnitud y, a causa de ella, los niveles del agua en el área de bombeo se hallan de 10 a 26 metros bajo el nivel del mar, la intrusión salina no ha sido tan perjudicial, gracias a que el acuífero está protegido por una estructura geológica de baja permeabilidad, llamada "alto de Magdalena", paralela y cercana a la costa, que impide o, al menos, hace muy lento el avance de la interfase. Debido a esto, el fenómeno sólo se manifiesta claramente en las angostas fajas costeras donde los arroyos Santo Domingo y La Soledad erosionaron la barrera geológica mencionada y depositaron materiales aluviales que propician el ingreso del agua marina; actualmente, ésta se registra en esas fajas a distancias hasta de 20 Km. del litoral.

En la zona "La Paz", la intrusión salina inutilizó desde hace años a varios pozos localizados en el área urbana de la ciudad de La Paz; aparentemente, el agua marina ha invadido la mayor parte de esa área, de tal manera que son ya muy pocos los pozos que quedan activos. En el valle de La Paz, el fenómeno ha progresado lentamente, a pesar de que en casi toda el área de bombeo los niveles del agua subterránea se encuentran bajo el nivel del mar, lo cual se atribuye a la baja permeabilidad del acuífero en la faja costera. Sin embargo, es muy importante tomar medidas preventivas en contra de esta amenaza latente, ya que la mayoría de las captaciones están emplazadas a distancias menores de 10 Km. de la costa y, por tanto, a corto plazo podrían ser alcanzadas por el frente salino.

Es escasa la información respecto a la evolución que ha experimentado la calidad del recurso hidráulico subterráneo en el estado. No obstante, es razonable

suponer que las actividades humanas la han deteriorado en alguna medida en el transcurso de las últimas décadas. En las zonas agrícolas, los excedentes de riego se infiltran, aportando a los acuíferos sales y diversos compuestos en solución, derivados del lavado de los suelos y de la aplicación de plaguicidas y fertilizantes; en las zonas urbano-industriales, se pueden incorporar a los acuíferos contaminantes orgánicos e inorgánicos, acarreados por las aguas residuales infiltradas y en el medio rural, los núcleos de población sin sistemas de saneamiento básico y las instalaciones pecuarias, constituyen fuentes de contaminación local.

Hasta ahora, no se han identificado casos graves de contaminación de acuíferos en el estado; aunque es probable que en algunas de las zonas más desarrolladas la contaminación química o biológica de los acuíferos ya sea significativa, sin que esto se haya descubierto todavía por falta de estudios específicos. Por esto conviene advertir que en el valle de La Paz podrían presentarse problemas graves a corto plazo, provocados por varios focos potenciales de contaminación: El relleno sanitario (actualmente cerrado al público) localizado en la porción oriental del valle, aguas arriba y a unos 2 kilómetros, de una de las baterías de pozos que abastecen a la ciudad de La Paz; la laguna de oxidación localizada entre la costa y el borde norte de la zona agrícola, en la cual se infiltra una fracción importante del efluente de aguas residuales de la misma ciudad, y la zona de riego con aguas residuales que esta establecida en la porción noroccidental de ese valle.

En vista de lo anterior, resulta especialmente importante aplicar los programas de muestreo y análisis de agua subterránea, para identificar oportunamente cualquier indicio de contaminación que comprometa el suministro de agua a la capital del estado para consumo humano, pues el desarrollo de fuentes complementarias o substitutivas, como la desalación de agua marina o la importación de agua desde otras cuencas, tendría un costo muy elevado.

4.5.- RECARGA DE AGUA SUBTERRANEA

La recarga natural de los acuíferos es originada, principalmente, por los escurrimientos superficiales y tiene lugar a lo largo de los cauces, en los abanicos aluviales y en los depósitos coluviales gruesos acumulados en los flancos montañosos. Es probable que los acuíferos de la vertiente del Pacífico reciban una alimentación significativa, al condensarse en el subsuelo la humedad de las masas de aire procedentes del Océano. La precipitación pluvial sobre las extensas llanuras desérticas como las del Vizcaíno y Santo Domingo, no es una fuente importante de recarga, porque el agua infiltrada es retenida por el subsuelo y los

estratos someros, para satisfacer su deficiencia de humedad (capacidad de campo), y luego evapotranspirada.

Especial importancia tienen las lluvias ciclónicas para la recarga de agua subterránea: por su gran intensidad generan caudalosas avenidas que se infiltran en gran parte; de hecho, la renovación de los acuíferos en la porción sur del estado (la más afectada por los ciclones) depende principalmente de lluvias de ese origen, mientras que en años de precipitación normal es comparativamente despreciable. En particular, este irregular régimen de recarga es notable en los acuíferos "San José y Santiago", en la región de Los Cabos, donde es común la ocurrencia de varios años de baja o nula precipitación consecutivos, seguidos de uno a tres años de precipitación extraordinaria.

Durante las últimas décadas, las actividades humanas han modificado las condiciones naturales de recarga de los acuíferos. Los cambios más significativos se han producido en las zonas agrícolas, donde la infiltración de los excedentes de riego constituye una fuente adicional de recarga; en realidad, se trata de una recirculación parcial del agua extraída por los pozos para ese uso, que se traduce en un incremento de la disponibilidad de agua a costa de cierto deterioro de su calidad. Esta componente de recarga es significativa en la mayoría de las zonas de riego, en parte, por el predominio de suelos arenosos de alta capacidad de infiltración, y en parte, porque el grado de tecnificación del riego es de medio a bajo. Comparativamente reducida en magnitud, pero considerable por su impacto negativo local sobre la calidad del agua subterránea, es la recarga inducida en las zonas urbanas por la infiltración de las aguas residuales y en las fugas en las instalaciones hidráulicas o en los depósitos subterráneos; obviamente, el más relevante caso de este tipo se tiene en la zona urbana de la ciudad de La Paz.

4.6.- DISPONIBILIDAD DE AGUA SUBTERRANEA

La disponibilidad del agua subterránea depende de la renovación de los acuíferos y de la medida que sea factible interceptar su descarga natural mediante captaciones, sin inducir efectos perjudiciales; en términos generales, el volumen de agua que pueda extraerse en forma permanente de un acuífero, llamado "rendimiento permanente", es menor o igual que su recarga media anual. En Baja California Sur casi todos los acuíferos son costeros; por tanto, no puede extraerse de ellos en forma permanente un volumen equivalente a su recarga, porque la intercepción total del caudal que descarga subterráneamente al mar traería consigo la intrusión salina. En tales condiciones, el rendimiento permanente de los acuíferos a nivel estatal es algo menor que su recarga anual. Para

prevenir tan perjudicial fenómeno, es necesario dejar escapar al mar cierto caudal de flujo subterráneo, a manera de una barrera hidráulica que mantenga a la interfase salina en una posición inofensiva. Sin embargo, en varios de los acuíferos (Santo Domingo, La Paz y Los Planes) este caudal ya ha sido interceptado totalmente y, en consecuencia, han sido invadidos por el agua marina en una faja costera de amplitud variable.

V.- PERSPECTIVAS FUTURAS

Dentro del contexto descrito, resulta obligado, no sólo seguir limitando el incremento de las extracciones de agua subterránea con fines agrícolas sino, además, propiciar su decremento mediante el uso más eficiente del recurso y el establecimiento de cultivos de menor uso consultivo. Aún más, ser necesario promover el cambio del uso del agua, del agrícola al consumo humano y a las actividades más productivas y menos consumidoras. En compensación, puede impulsarse la agricultura de riego con aguas residuales, prestando atención oportuna al riesgo de contaminación de acuíferos, y la implantación de cultivos de alta tolerancia a la salinidad, utilizando el agua salobre abundante en el subsuelo de algunas zonas de estado, mediante un manejo adecuado de la intrusión salina.

Se han construido en la entidad varios sistemas de transferencia de agua entre cuencas para suministro de agua en bloque a poblaciones e instalaciones turísticas. En el futuro otras obras de este tipo tendrán que construirse, para conducir el agua de las zonas que tengan excedentes de ella y/o usos de menor prioridad, a las zonas de mayor desarrollo, advirtiendo que en algunos casos unas y otras se encuentran muy distantes entre sí; por ejemplo, el acuífero Santiago tiene un excedente del orden 10 Mm³ que no ha sido aprovechado hasta ahora porque esta muy retirado de los centros de alta demanda, como la ciudad de La Paz y la zona turística de Los Cabos.

Además, tendrán que contemplarse soluciones con un enfoque compatible con la escasez extrema del recurso hidráulico y con el alto costo de su transferencia: dentro del marco de la península, no deben despreciarse los pequeños acuíferos diseminados en valles o en terrenos montañosos, algunos de los cuales en su conjunto podrían suministrar un caudal que, aunque pequeño, fuera suficiente para justificar la construcción de sistemas de abastecimiento regional, destinados a satisfacer las necesidades de mayor prioridad o para desarrollar actividades de alta productividad y bajo consumo. Ser necesario, pues, reinterpretar la información hidrogeológica disponible y realizar exploraciones complementarias, con este enfoque.

A falta de agua dulce, la gran productividad de algunos desarrollos, como los turísticos, podría justificar la construcción de plantas desaladoras de agua marina para su abastecimiento (actualmente existen cuatro de este tipo en la región de Los Cabos)

VI.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1.- CONCLUSIONES

Baja California Sur dispone de un volumen medio anual de recarga del orden de los 386.2 Mm³ y su extracción media anual es de 445.7 Mm³, con la distribución siguiente: 377.7 para riego de unas 55,325 ha.; 56.1 para servicio público urbano. en beneficio de 317,764 habitantes concentrados en ciudades y poblaciones rurales; 3.7 para abastecimiento de instalaciones industriales y turísticas; y, 8.2 para usos domésticos y pecuarios en el medio rural. (ver tablas Nos. 3 y 4 y cuadro No. 2)

A causa de la sobreexplotación, los acuíferos "Santo Domingo, La Paz y Los Planes", están perdiendo anualmente unos 114.4 Mm³ de su almacenamiento subterráneo no renovable, lo cual implica el incremento de los costos de extracción del agua y la intrusión salina, entre otros efectos perjudiciales. De persistir esta situación, se lesionar seriamente la economía de los sectores usuarios y se pondrá en peligro la vida útil de las fuentes por deterioro irreversible de la calidad del agua.

La escasez del recurso hidráulico constituye la limitante principal para el desarrollo de la entidad: si se mantienen las condiciones actuales de aprovechamiento y renovación de los acuíferos, no habrá disponibilidad suficiente de agua para realizar los programas de desarrollo que se han concebido para horizontes de planeación tan cercanos como el año 2005.

6.2.- RECOMENDACIONES.

Tomando en cuenta la imperiosa necesidad de preservar el agua subterránea, como requisito para alcanzar el desarrollo sostenible de la entidad, es recomendable emprender las acciones enumeradas a continuación:

- 1.- Mejorar el conocimiento de los recursos hidráulicos subterráneos de la entidad, en cantidad y en calidad, con base para fundamentar su aprovechamiento sostenible.

- 2.- Empezar la exploración y la evaluación geohidrológica de los terrenos montañosos del estado, para definir áreas donde sea factible explotar acuíferos constituidos por rocas fracturadas o intemperizadas.
- 3.- Adecuar el manejo de las fuentes de agua subterránea, considerando aspectos ambientales, económicos y sociales, conforme al principio del desarrollo sostenible.
- 4.- Agilizar la aplicación de medidas correctivas para recuperar los acuíferos sobreexplotados, cambiando gradualmente su condición destructiva actual por una condición sostenible.
- 5.- Reorientar el desarrollo del estado hacia los sectores más productivos y menos consumidores de agua, como la industria pesquera y el turismo, reduciendo gradualmente los volúmenes de agua destinados a la agricultura.
- 6.- Continuar promoviendo los programas orientados a la conservación y al uso más eficiente del agua subterránea, tecnificación del riego, establecimiento de cultivos de menor uso consultivo, control de fugas en la red de suministro municipal, ajuste de la dotación per cápita.
- 7.- Incrementar la disponibilidad del agua, propiciando su reutilización y el aprovechamiento de agua salobre: riego con aguas residuales, implantación de cultivos tolerantes a la salinidad, utilización de aguas residuales y salobres con fines industriales y recreativos, desarrollo de la acuicultura.
- 8.- Contemplar la factibilidad de construir otros sistemas de transferencia de agua entre cuencas, para abastecer a poblaciones e instalaciones turísticas, utilizando los excedentes de agua que ofrecen todavía algunos acuíferos o volúmenes destinados a usos de menor prioridad.
- 9.- Empezar proyectos experimentales para recargar artificialmente a los acuíferos de las zonas que presentan escurrimientos torrenciales, mediante el acondicionamiento de cauces y depresiones naturales.
- 10.- Dar cumplimiento efectivo a las disposiciones contenidas en La Ley de Aguas Nacionales, así como en los reglamentos específicos y en los decretos de veda implantados.

BIBLIOGRAFIA.

ACUAPLAN S.A. 1981, Actualización del Estudio Geohidrológico de la Cuenca de El Conejo-Los Viejos municipio de La Paz en el estado de Baja California Sur.

ROASA 1979, Actualización del Estudio Geohidrológico de la Cuenca de Santiago municipio de Los Cabos en el estado de Baja California Sur.

TACSA 1981, Actualización del Estudio Geohidrológico preliminar de la Cuenca Valles del Noreste municipio de Mulege en el estado de Baja California Sur.

Carta hidrográfica de las regiones hidrológicas 2, 3, 5 y 6, en el estado de Baja California Sur. S.A.R.H. Subdirección de Infraestructura y Control de Sistemas Hidrológicos.

DETENAL, UNAM, Climas: Precipitación y Probabilidad de lluvia en los estados de Baja California Norte y Baja California Sur. Instituto de Geografía.

TMI 1974, Estudio geofísico del valle de San José del Cabo, Baja California Sur.

S.A.R.H., G.Z.A. ICG. Estudio Geofísico de la zona costera del valle de Santo Domingo, Baja California Sur

FONATUR 1980, Estudio Geohidrológico de Loreto, Desarrollo Turístico Loreto, Baja California Sur.

ROASA 1982, Estudio Geohidrológico de la zona de los valles de La Paz y El Carrizal, Baja California Sur. Iniciación del modelo matemático del acuífero del valle de La Paz.

TMI 1979, Estudio geohidrológico del valle El Coyote en el estado de Baja California Sur.

DANTE MORAN CENTENO, Geología de la República Mexicana. INEGI. UNAM. 1984.

S.A.R.H., Obras realizadas en el estado de Baja California Sur en el periodo comprendido 1971-1974.

S.A.R.H. - C.N.A. (1970-1994), Piezometría y aprovechamientos subterráneos del estado de Baja California Sur.

TALLERES GRAFICOS INEGI, AGS,AGS, Resultados Preliminares, XI Censo General de Población y Vivienda. INEGI. 1990.

TMI 1970-1974, Resumen del informe final de los siguientes valles: La Paz, El Carrizal, San José del Cabo, Todos Santos, Santiago, San Bruno-Mulegé Santa Rosalía, Vizcaíno en Baja California Sur.

M. VEYTA BARBA., 1979 Servicios de Prospección, Levantamientos geológicos y geofísicos de la Zona de Comondú y El Conejo-Los Viejos en el estado de Baja California Sur.

S.A.R.H. - C.N.A 1991 Sinopsis Geohidrológica del estado de Baja California Sur.

S.A.R.H. - S.A.M. Uso Actual y Potencial de los recursos de Agua y Suelo, Baja California Sur.

ZONA	TIPO APROV.	NUM. APROV.	AGRICOLA	U S O			
				A.P. Y DOM.	ABREV.	INDUSTRIA	TOTAL
PUNTA EUGENIA	POZO	0	0	0	0	0	3
	NORIA	3	0	0	3	0	
VIZCAINO	POZO	131	111	15	1	4	209
	NORIA	78	14	0	60	4	
SAN IGNACIO	POZO	23	16	5	0	2	45
	NORIA	22	1	0	21	0	
LA PURISIMA	POZO	10	5	5	0	0	45
	NORIA	35	0	0	35	0	
MEZQUITAL SECO	POZO	7	6	1	0	0	15
	NORIA	8	0	0	8	0	
SANTO DOMINGO	POZO	747	703	34	0	10	786
	NORIA	39	0	0	39	0	
SANTA RITA	POZO	8	4	2	2	0	18
	NORIA	10	1	0	9	0	
LAS POCITAS SAN HILARIO	POZO	10	8	1	1	0	93
	NORIA	83	8	1	74	0	
CONEJO LOS VIEJOS	POZO	21	12	3	6	0	48
	NORIA	27	2	0	25	0	
MELITON ALBAÑEZ	POZO	7	5	1	1	0	13
	NORIA	6	0	0	6	0	
LA MATANZA	POZO	19	17	1	1	0	35
	NORIA	16	5	0	11	0	
CAÑADA HONDA	POZO	3	3	0	0	0	21
	NORIA	18	8	0	10	0	
TODOS SANTOS	POZO	6	4	2	0	0	22
	NORIA	16	8	0	8	0	
PESCADERO	POZO	7	4	1	1	1	21
	NORIA	14	7	0	7	0	
PLUTARCO E. CALLES	POZO	1	0	0	1	0	17
	NORIA	16	10	1	5	0	
MIGRIÑO	POZO	0	0	0	0	0	17
	NORIA	17	7	0	10	0	
CABO SAN LUCAS	POZO	10	0	1	0	9	28
	NORIA	18	0	0	11	7	
CABO PULMO	POZO	4	0	0	2	2	42
	NORIA	38	0	0	37	1	
SAN JOSE DEL CABO	POZO	50	24	20	1	5	143
	NORIA	93	28	5	59	1	
SANTIAGO	POZO	38	26	7	1	4	72
	NORIA	34	5	0	26	3	
SUBTOTAL	POZO	1102	948	99	18	37	1102
	NORIA	591	104	7	464	16	591

U.A.S.L.P		
FACULTAD DE INGENIERIA		
AREA CIENCIAS DE LA TIERRA		
RESUMEN		
APROVECHAMIENTOS POR USO		
BAJA CALIFORNIA SUR		
T. RECEPCIONAL	FECHA	TABLA
J.JESUS CASTILLO P.	MAYO DE 1995	No.1

ZONA	TIPO APROV.	NUM. APROV.	U S O				TOTAL
			AGRICOLA	A.P. Y DOM.	ABREV.	INDUSTRIA	
SAN BARTOLO	POZO	6	0	2	0	4	22
	NORIA	16	1	2	9	4	
EL CARRIZAL	POZO	48	39	2	6	1	83
	NORIA	35	0	0	35	0	
LOS PLANES	POZO	55	45	4	5	1	92
	NORIA	37	0	1	36	0	
LA PAZ	POZO	121	72	23	20	6	167
	NORIA	46	6	1	37	2	
EL COYOTE	POZO	6	3	0	3	0	51
	NORIA	45	13	0	31	1	
ALFREDO V. BONFIL	POZO	9	1	1	4	3	25
	NORIA	16	1	0	15	0	
TEPENTU	POZO	2	1	1	0	0	3
	NORIA	1	0	0	1	0	
LORETO	POZO	6	0	1	0	5	34
	NORIA	28	0	0	28	0	
SAN JUAN B. LONDO	POZO	20	17	3	0	0	25
	NORIA	5	0	0	5	0	
ROSARITO	POZO	1	0	0	1	0	10
	NORIA	9	0	0	9	0	
BAHIA CONCEPCION	POZO	0	0	0	0	0	0
	NORIA	0	0	0	0	0	
MULEGE	POZO	34	29	3	1	1	58
	NORIA	24	12	2	9	1	
SAN MARCOS PALO VERDE	POZO	18	12	4	1	1	30
	NORIA	12	7	0	5	0	
SAN BRUNO	POZO	3	3	0	0	0	17
	NORIA	14	13	1	0	0	
SAN LUCAS	POZO	1	0	1	0	0	25
	NORIA	24	4	0	20	0	
SANTA AGUEDA	POZO	4	1	3	0	0	25
	NORIA	21	1	0	20	0	
SANTA ROSALIA	POZO	0	0	0	0	0	0
	NORIA	0	0	0	0	0	
LAS VIRGENES	POZO	3	0	0	3	0	21
	NORIA	18	1	0	16	1	
PARALELO 28	POZO	0	0	0	0	0	0
	NORIA	0	0	0	0	0	
SUBTOTAL	POZO	337	223	48	44	22	337
	NORIA	351	59	7	276	9	351
TOTAL		2381	1334	161	802	84	2381

U.A.S.L.P.		
FACULTAD DE INGENIERIA		
AREA CIENCIAS DE LA TIERRA		
RESUMEN		
APROVECHAMIENTOS POR USO		
BAJA CALIFORNIA SUR		
T.RECEPCIONAL	FECHA	TABLA
J.JESUS CASTILLO P.	MAYO DE	
	1995	No.2

RESUMEN DE DATOS Y CONDICIONES GEOHIDROLOGICAS DEL ESTADO DE B.C.S.

ZONA GEOHIDROLOGICA	AREA (KM2)	APROV. INVENT.	P.N.E. (M)	ABATIMIENTO MEDIO ANUAL (M)	S.T.D P.P.M.	VOLUMENES ANUALES (MILLONES DE M3)		CONDICIONES DE EXPLOTACION		
						EXTRACCION	RECARGA	SUBEXP.	EQUIL.	SOBREEXP.
PUNTA EUGENIA	4,003	3	N.C.	N.C.	N.C.	0.1	1.6 (*)	X		
VIZCAINO	10,588	209	10.4-49.2	0.0-1.1	402-2254	41.9	40			X
SAN IGNACIO	11,187	45	16.7-97.4	0.1-1.7	521-1222	6.9	8.5(*)		X	
LA PURISIMA	4,966	45	6.7-45.9	N.C.	352-2048	1.4	9(*)	X		
MEZQUITAL SECO	1,332	15	10.0-59.0	N.C.	422-1296	0.4	0.4		X	
SANTO DOMINGO	11,848	786	11.2-71.9	0.0-2.4	416-5764	278.1	170			X
SANTA RITA	1,869	18	N.C.	N.C.	N.C.	0.3	1.2(*)		X	
LAS POCITAS-SAN IHRARIO	2,772	93	9.5-22.4	0.0-0.5	480-5000	1.2	1.4		X	
CONEJOS LOS VIEJOS	2,069	48	9.0-57.8	0.0-0.5	500-3500	1.2	2(*)		X	
MELITON ALBAÑEZ	751	13	36.3-54.5	N.C.	N.C.	1.6	2(*)		X	
LA MATANZA	305	35	5.6-36.5	0.0-0.1	N.C.	1.2	2(*)		X	
CAÑADA HONDA	486	21	4.9-23.2	0.0-0.6	500-2500	0.8	0.6(*)			X
TODOS SANTOS	174	22	4.0-34.5	0.0-0.3	300-700	2.7	3.8		X	
PESCADERO	344	21	2.7-22.3	0.0-0.0	300-1100	3	3.1		X	
PLUTARCO E.CALLES	491	17	1.3-17.3	0.0-0.3	500-1500	0.8	0.6(*)			X
MIGRIÑO	335	17	3.0-7.0	N.C.	400-900	0.2	0.3(*)		X	
CABO SAN LUCAS	481	28	N.C.	N.C.	N.C.	0.5	1(*)		X	
CABO PULMO	832	42	N.C.	N.C.	475-6918	0.4	1.7(*)		X	
SAN JOSE DEL CABO	1,235	143	1.1-29.0	0.0-1.2	205-2006	19.7	23.8		X	
SANTIAGO	777	72	3.2-34.5	0.0-1.4	367-1052	9.7	25	X		
SAN BARTOLO	834	22	N.C.	N.C.	336-1627	0.5	2(*)		X	
EL CARRIZAL (1)	558	83	19.6-65.5	0.0-1.4	385-3774	12.9	16		X	
LOS PLANES	998	92	13.5-56.7	0.0-0.9	300-6000	11.2	8.5			X
S U M A	59,235	1890				396.7	324.5			

NOTA:

(P.N.E.) PROFUNDIDAD AL NIVEL DEL AGUA

(S.D.T.) SOLIDOS DISUELTOS TOTALES

N.C.... NO CUANTIFICADOS

(1) ... ACUIFERO CONSIDERADO COMO AREA DE RESERVA
PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

(*) VOLUMEN ESTIMADO

** ABATIMIENTO MEDIO DE 3 AÑOS

U.A.S.L.P. FACULTAD DE INGENIERIA AREA CIENCIAS DE LA TIERRA		
CONDICIONES GEOHIDROLOGICAS BAJA CALIFORNIA SUR		
T. RECEPCIONAL J.JESUS CASTILLO P.	FECHA MAYO DE 1995	TABLA No.3

RESUMEN DE DATOS Y CONDICIONES GEOHIDROLOGICAS DEL ESTADO DE B.C.S

ZONA GEOHIDROLOGICA	AREA (KM2)	APROV. INVENT.	P.N.E. (M)	ABATIMIENTO MEDIO ANUAL (M)	S.T.D. P.P.M.	VOLUMENES ANUALES (MILLONES DE M3)		CONDICIONES DE EXPLOTACION		
						EXTRACCION	RECARGA	SUBEXP.	EQUIL.	SOBREEXP.
LA PAZ	1,417	167	9.5-67.5	0.0-0.4	456-4132	31.4	27.8			X
EL COYOTE	321	51	5.9-21.3	0.1-0.7	442-16303	0.3	0.7		X	
ALFREDO V.BONFIL	1,130	25	N.C.	N.C.	531-4375	0.9	1		X	
TEPENTU	548	3	N.C.	N.C.	N.C.	0.1	0.6	X		
LORETO	584	34	3.0-40.0	0.0-1.5	400-4700	1.6	1.8		X	
SAN JUAN B.LONDO (1)	688	25	17.0-33.1	0.0-0.8	500-1700	3.4	10		X	
ROSARITO	546	10	N.C.	N.C.	N.C.	0.1	0.3	X		
BAHIA CONCEPCION	1,184	0	N.C.	N.C.	N.C.	0	0.6	X		
MULEGE	688	58	2.1-57.5	0.0-0.2	488-2579	5.9	5.4			X
SAN MARCOS-P.VERDE	981	30	4.4-57.0	0.0-0.2	586-3731	3.8	4.8		X	
SAN BRUNO	163	17	3.0-19.7	0.0-0.3	589-2247	0.5	4		X	
SAN LUCAS	167	25	0.9-14.2	0.0-0.2	562-2291	0.3	1.9		X	
SANTA AGUEDA	404	25	5.0-25.3	N.C.	280-746	0.6	1		X	
SANTA ROSALIA	176	0	N.C.	N.C.	N.C.	0	0.2		X	
LAS VIRGENES	1,477	21	4.4-74.6	N.C.	845-4161	0.1	1		X	
PARALELO 28	849	0	N.C.	N.C.	N.C.	0	0.6	X		
S U M A	11,323	491				49	61.7			
T O T A L	70,558	2381				445.7	386.2			

NOTA:

(P.N.E.) PROFUNDIDAD AL NIVEL DEL AGUA

(S.D.T.) SOLIDOS DISUELTOS TOTALES

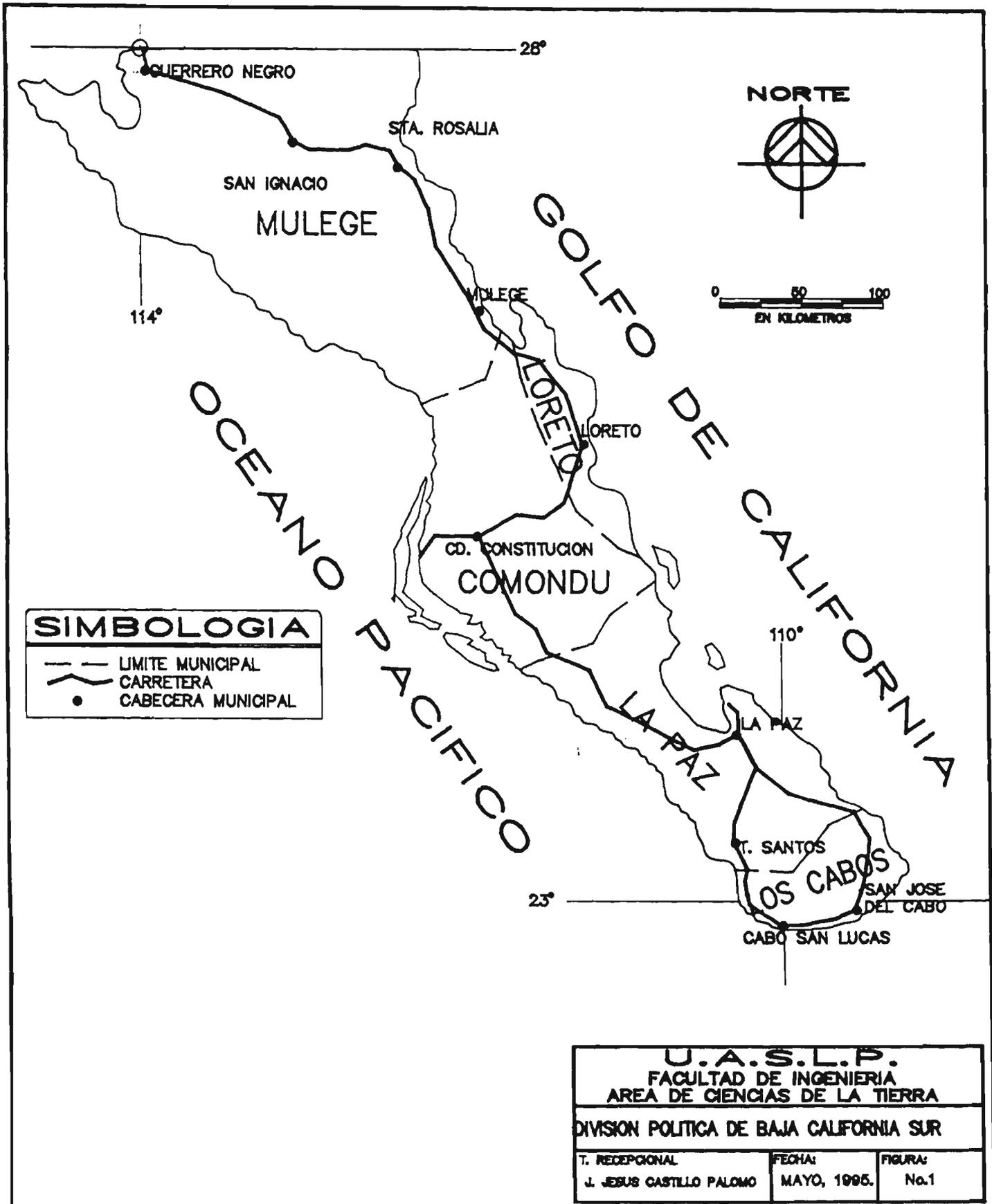
N.C.... NO CUANTIFICADOS

(1) ... ACUIFERO CONSIDERADO COMO AREA DE RESERVA PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

(*) VOLUMEN ESTIMADO

** ABATIMIENTO MEDIO DE 3 AÑOS

U.A.S.L.P. FACULTAD DE INGENIERIA AREA CIENCIAS DE LA TIERRA		
CONDICIONES GEOHIDROLOGICAS BAJA CALIFORNIA SUR		
T.RECEPCIONAL J.JESUS CASTILLO P.	FECHA MAYO DE 1995	TABLA No.4



114°

28°



0 50 100
EN KILOMETROS

23°

110°

QUERRERO NEGRO

STA. ROSALIA

SAN IGNACIO
MULEGE

MULEGE

GOLFO DE CALIFORNIA

OCEANO PACIFICO

LORETO

CD. CONSTITUCION
COMONDU

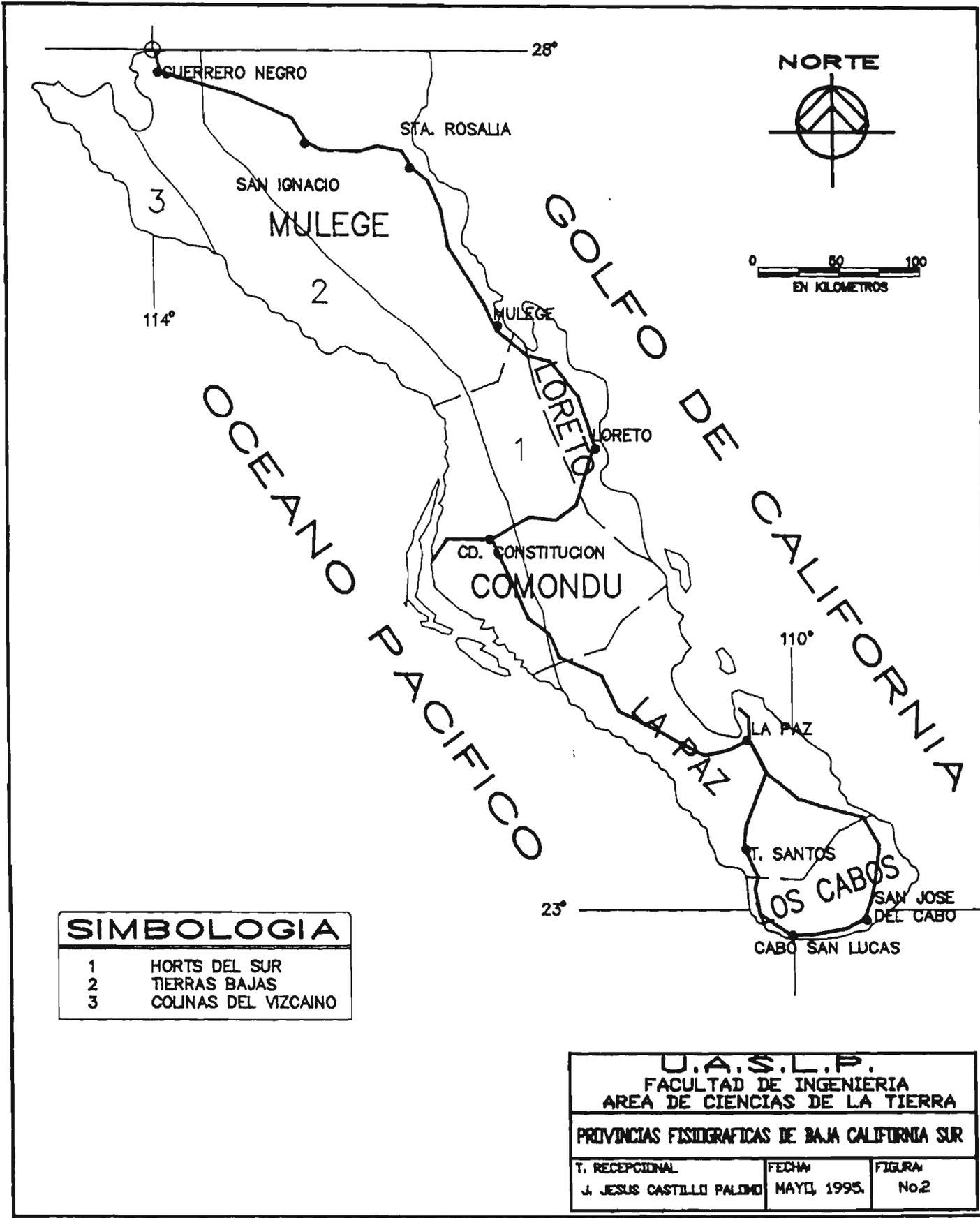
LA PAZ

T. SANTOS

OS CABOS

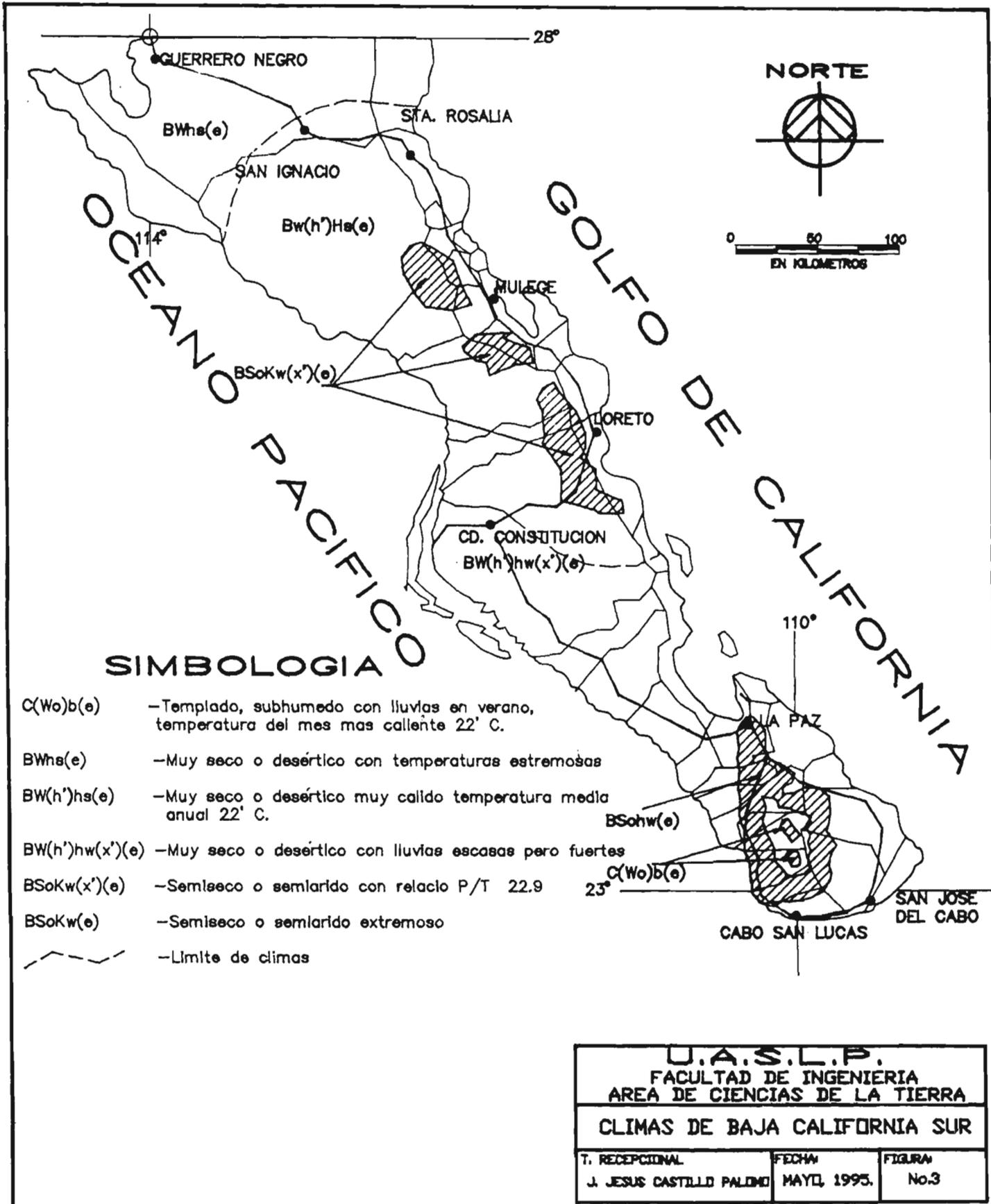
SAN JOSE
DEL CABO

CABO SAN LUCAS



SIMBOLOGIA	
1	HORTS DEL SUR
2	TIERRAS BAJAS
3	COLINAS DEL VIZCAINO

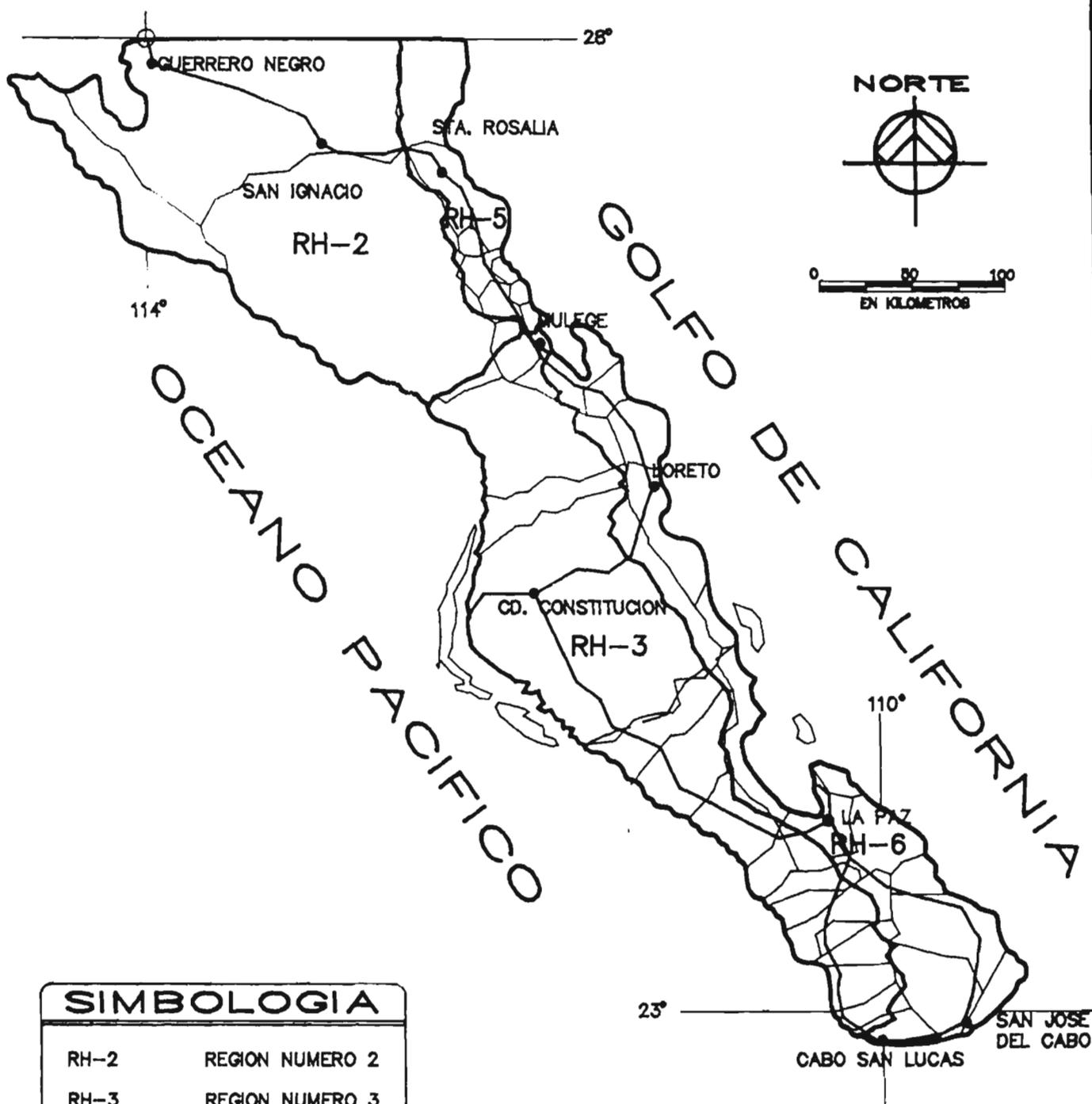
U.A.S.L.P. FACULTAD DE INGENIERIA AREA DE CIENCIAS DE LA TIERRA		
PROVINCIAS FISIOGRAFICAS DE BAJA CALIFORNIA SUR		
T. RECEPCIONAL	FECHA	FIGURA
J. JESUS CASTILLO PALOMO	MAYI, 1995.	No.2



SIMBOLOGIA

- $C(Wo)b(e)$ - Templado, subhmedo con lluvias en verano, temperatura del mes mas caliente 22° C.
- $BWhs(e)$ - Muy seco o desértico con temperaturas extremosas
- $Bw(h')hs(e)$ - Muy seco o desértico muy calido temperatura media anual 22° C.
- $Bw(h')hw(x')(e)$ - Muy seco o desértico con lluvias escasas pero fuertes
- $BSoKw(x')(e)$ - Semiseco o semiarido con relacio P/T 22.9
- $BSoKw(e)$ - Semiseco o semiarido extremo
- - Limite de climas

U.A.S.L.P.		
FACULTAD DE INGENIERIA		
AREA DE CIENCIAS DE LA TIERRA		
CLIMAS DE BAJA CALIFORNIA SUR		
T. RECEPTIVAL	FECHA	FIGURA
J. JESUS CASTILLO PALOMO	MAYO, 1995.	No.3

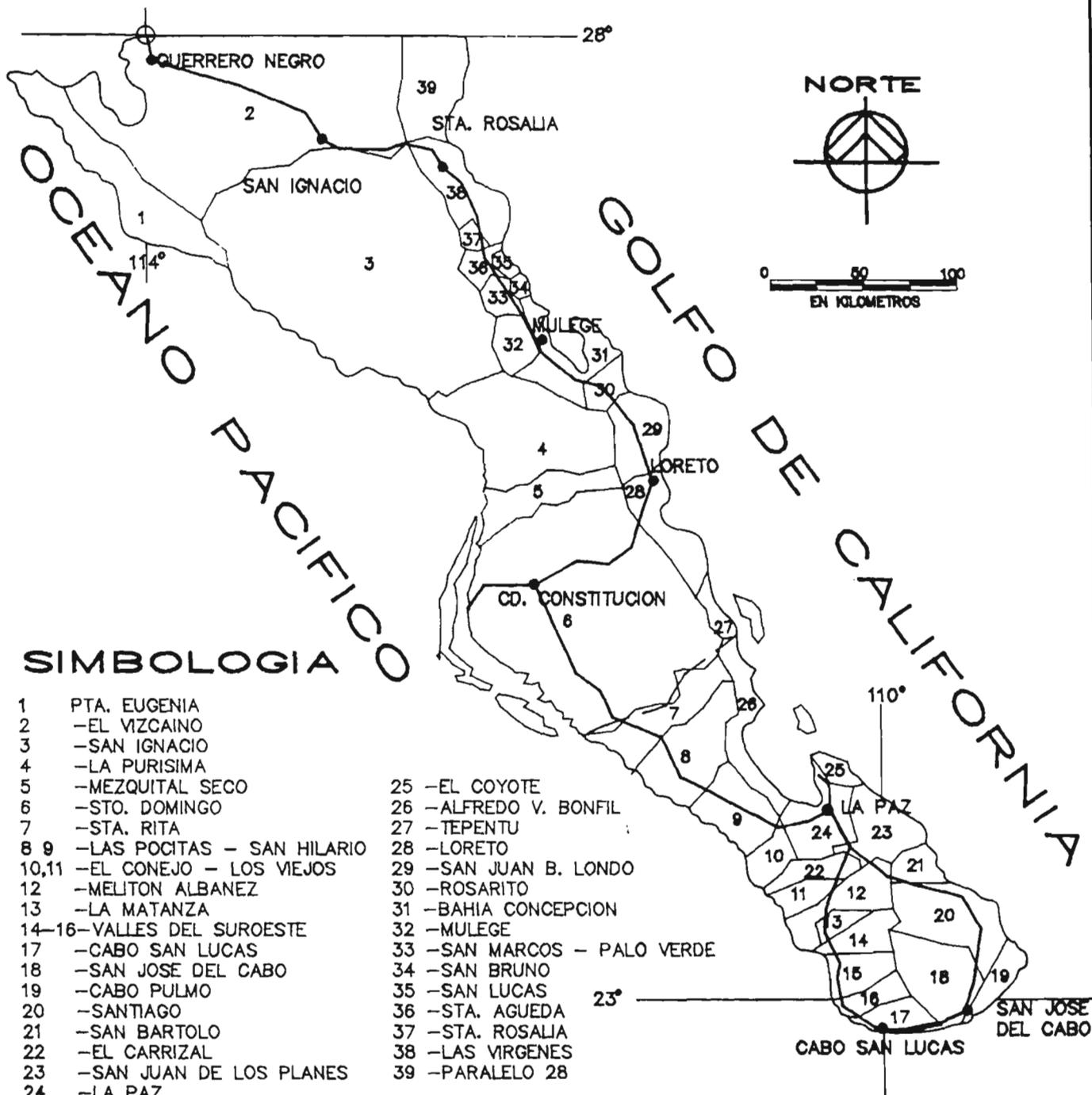


SIMBOLOGIA	
RH-2	REGION NUMERO 2
RH-3	REGION NUMERO 3
RH-5	REGION NUMERO 5
RH-6	REGION NUMERO 6

U.A.S.L.P.
FACULTAD DE INGENIERIA
AREA DE CIENCIAS DE LA TIERRA

REGIONES HIDROLOGICAS DE BAJA CALIFORNIA SUR

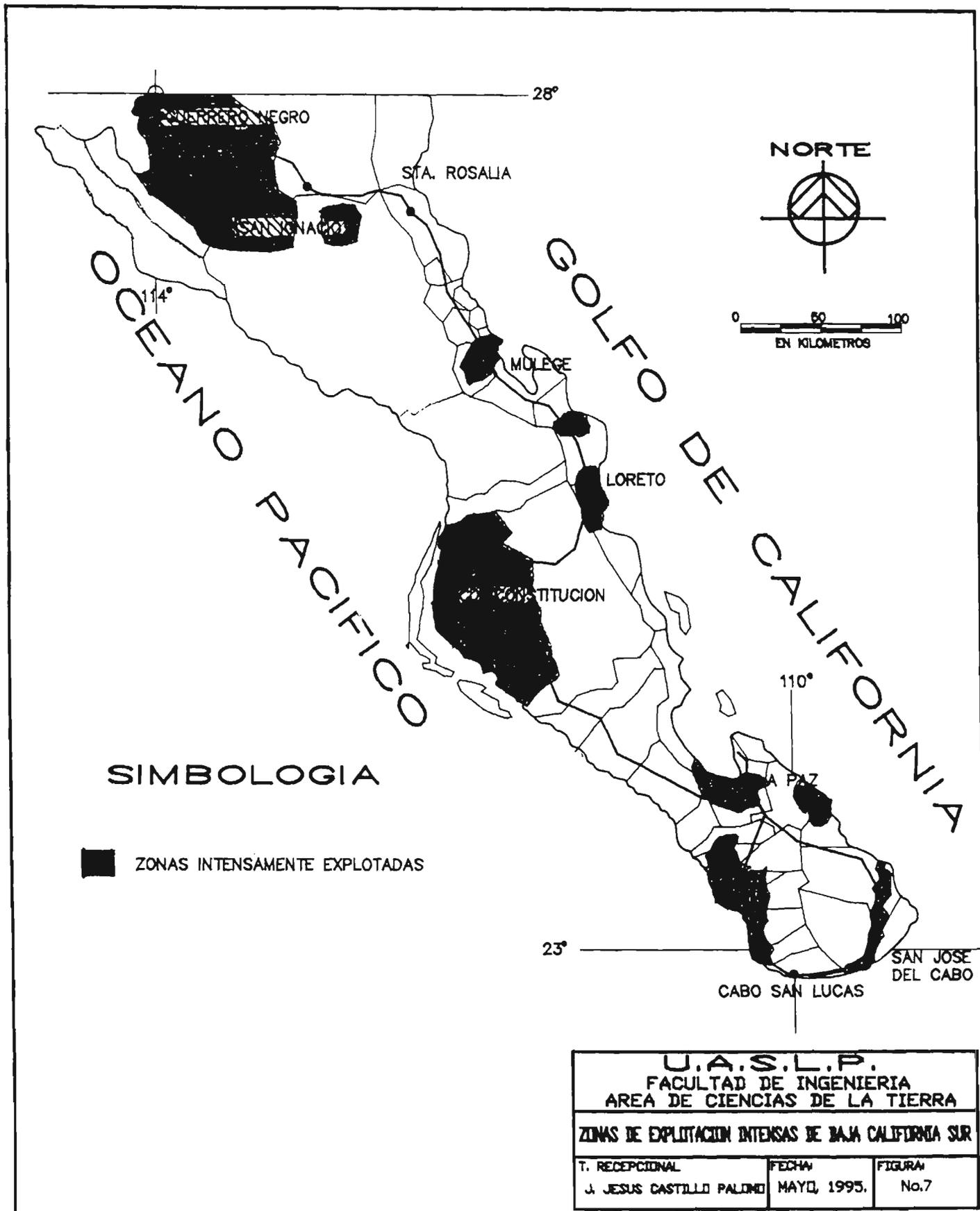
T. RECEPCIONAL	FECHA	FIGURA
J. JESUS CASTILLO PALOMO	MAYO, 1995.	No.4



SIMBOLOGIA

- | | | | |
|-------|----------------------------|----|--------------------------|
| 1 | PTA. EUGENIA | 25 | -EL COYOTE |
| 2 | -EL VIZCAINO | 26 | -ALFREDO V. BONFIL |
| 3 | -SAN IGNACIO | 27 | -TEPENTU |
| 4 | -LA PURISIMA | 28 | -LORETO |
| 5 | -MEZQUITAL SECO | 29 | -SAN JUAN B. LONDO |
| 6 | -STO. DOMINGO | 30 | -ROSARITO |
| 7 | -STA. RITA | 31 | -BAHIA CONCEPCION |
| 8 9 | -LAS POCITAS - SAN HILARIO | 32 | -MULEGE |
| 10,11 | -EL CONEJO - LOS VIEJOS | 33 | -SAN MARCOS - PALO VERDE |
| 12 | -MELITON ALBANEZ | 34 | -SAN BRUNO |
| 13 | -LA MATANZA | 35 | -SAN LUCAS |
| 14-16 | -VALLES DEL SUROESTE | 36 | -STA. AGUEDA |
| 17 | -CABO SAN LUCAS | 37 | -STA. ROSALIA |
| 18 | -SAN JOSE DEL CABO | 38 | -LAS VIRGENES |
| 19 | -CABO PULMO | 39 | -PARALELO 28 |
| 20 | -SANTIAGO | | |
| 21 | -SAN BARTOLO | | |
| 22 | -EL CARRIZAL | | |
| 23 | -SAN JUAN DE LOS PLANES | | |
| 24 | -LA PAZ | | |

U.A.S.L.P. FACULTAD DE INGENIERIA AREA DE CIENCIAS DE LA TIERRA		
CUENCAS HIDROLOGICAS DE BAJA CALIFORNIA SUR		
T. RECEPCIONAL J. JESUS CASTILLO PALOMO	FECHA MAYO, 1995.	FIGURA No.6



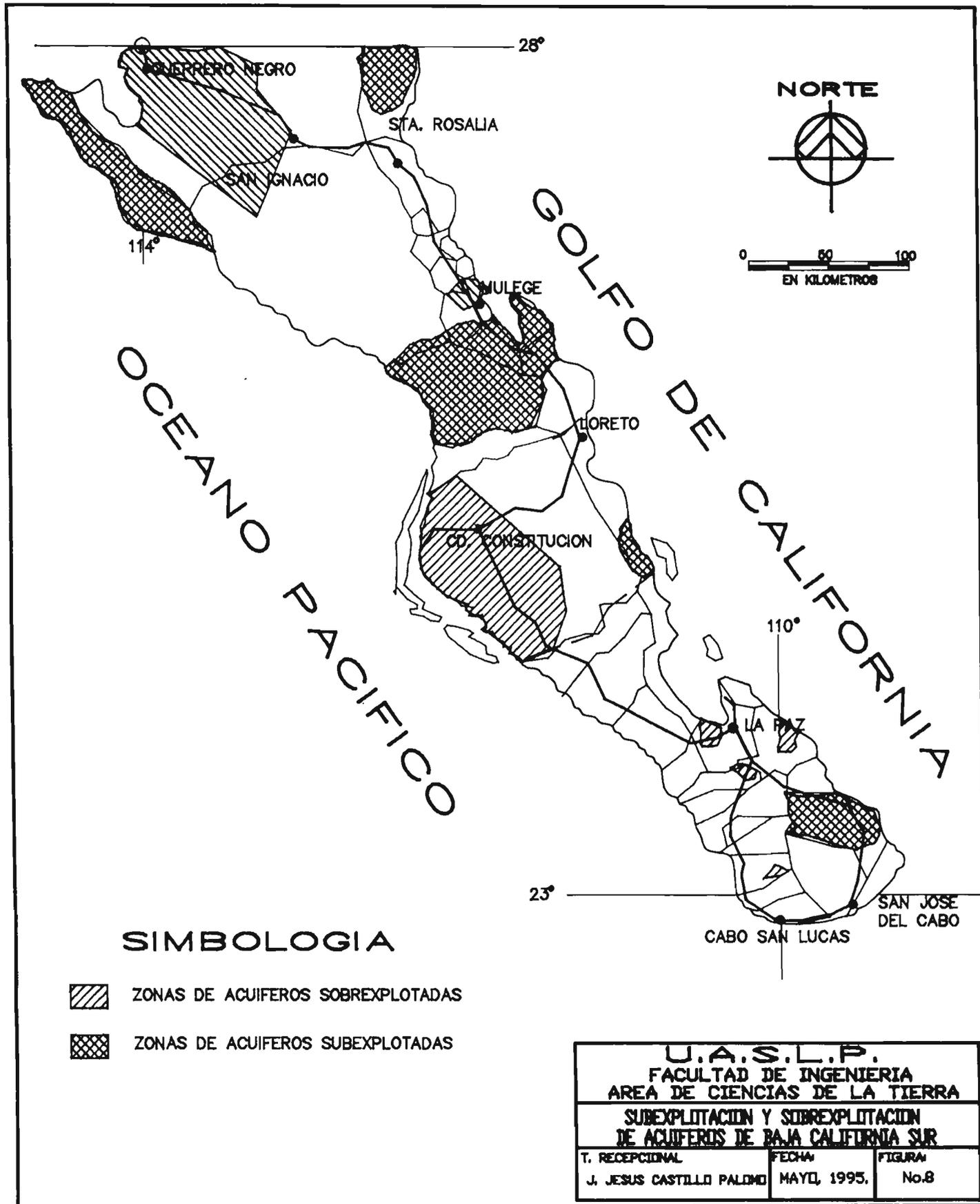
SIMBOLOGIA

■ ZONAS INTENSAMENTE EXPLOTADAS

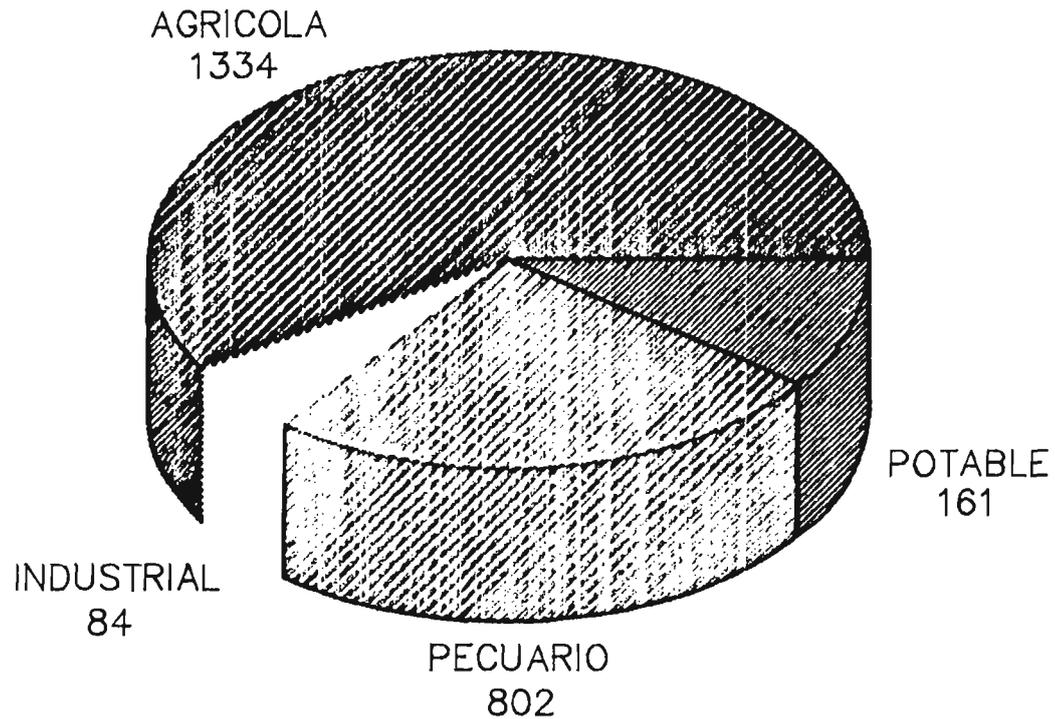
U.A.S.L.P.
FACULTAD DE INGENIERIA
AREA DE CIENCIAS DE LA TIERRA

ZONAS DE EXPLITACION INTENSAS DE BAJA CALIFORNIA SUR

T. RECEPCIONAL	FECHA	FIGURA
J. JESUS CASTILLO PALOMO	MAYO, 1995.	No.7



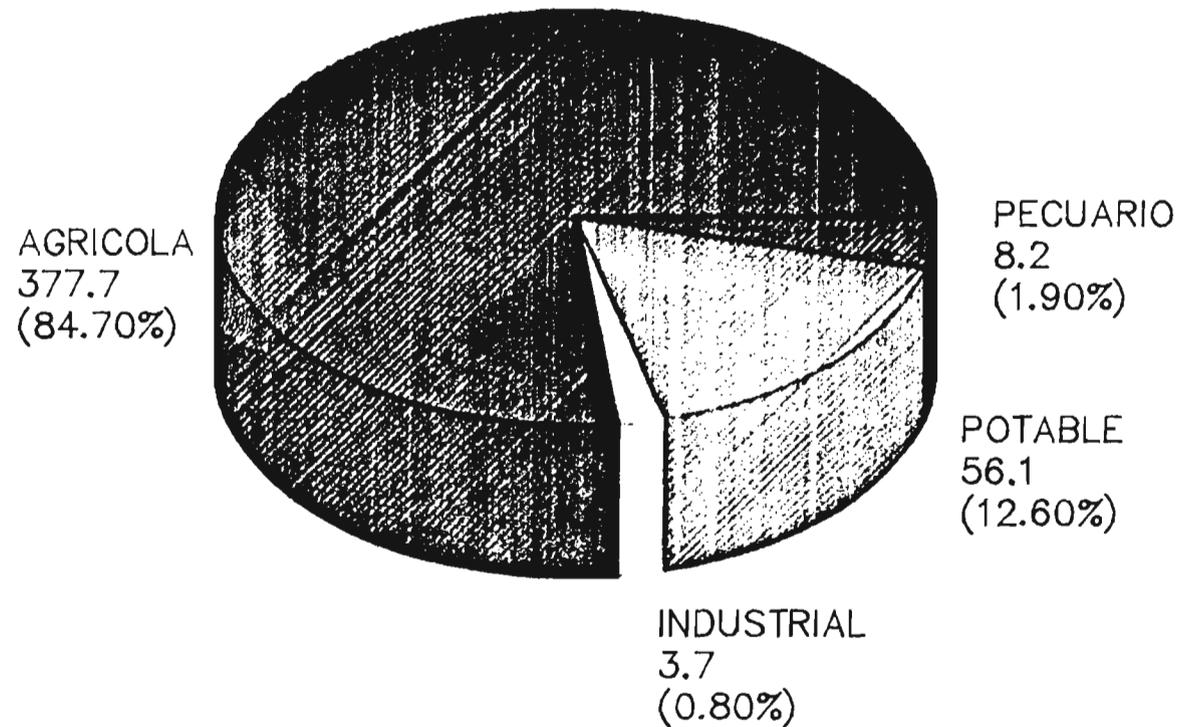
DISTRIBUICION DE APROVECHAMIENTOS POR USO ESTADO DE BAJA CALIFORNIA SUR



POZOS	1439
NORIAS	942
<hr/>	
TOTAL	2381

U.A.S.L.P. FACULTAD DE INGENIERIA AREA DE CIENCIAS DE LA TIERRA		
APROVECHAMIENTOS POR USO		
T. RECEPCIONAL	FECHA:	CUADRO:
J. JESUS CASTILLO PALOMO	MAYO, 1995.	No. 1

DISTRIBUICION DE VOLUMENES DE EXTRACCION POR USO ESTADO DE BAJA CALIFORNIA SUR



VOLUMENES DE EXTRACCION-----445.7 Mm³/AÑO
 VOLUMEN DE RECARGA-----386.2 Mm³/AÑO

U.A.S.L.P.		
FACULTAD DE INGENIERIA		
AREA DE CIENCIAS DE LA TIERRA		
VOLUMENES POR USO		
T. RECEPCIONAL	FECHA:	CUADRO:
J. JESUS CASTILLO PALOMO	MAYO, 1995.	No. 2