

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS

COLEGIO DE GEOGRAFIA

---



EL RECURSO AGUA EN EL ESTADO DE  
BAJA CALIFORNIA SUR

T E S I S

Que Para Obtener el Título de  
LICENCIADO EN GEOGRAFIA  
P r e s e n t a  
GERARDO BUSTOS TREJO

México, D. F.

1979

17201



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**A MIS PADRES**

**A MIS HERMANOS**

**A LA MEMORIA DE  
DON JOAQUIN, MI  
ABUELO.**

**Este trabajo se realizó bajo la dirección de  
la Dra. Laura Elena Maderey R., investigadora  
del Instituto de Geografía y profesora del  
Colegio de Geografía, UNAM.**

## I N D I C E

	Página
INTRODUCCION	1
I. LOCALIZACION DE LA ZONA DE ESTUDIO	4
II. CARACTERISTICAS FISICAS QUE DETERMINAN LOS RECURSOS HIDROLOGICOS	7
1. Fisiografía	7
2. Vegetación	15
3. Clima	17
a) Precipitación	18
Isoyetas medias anuales	20
Isoyetas medias de noviembre a abril	24
Isoyetas medias de mayo a octubre	27
Variabilidad de la precipitación media anual	29
b) Temperatura	31
Isotermas medias anuales	31
Isotermas máximas extremas	35
Isotermas mínimas extremas	38
c) Evaporación	40
Evaporación potencial media anual	41
Evaporación real media anual	43
d) Tipos de Clima	46
III. HIDROLOGIA	69
1. Características Hidrográficas	70
2. Régimen Hidrológico	81
3. Aguas Subterráneas	89
4. Aguas Estuarinas	97
IV. APROVECHAMIENTO DEL RECURSO AGUA	98
1. Generalidades	98
2. Agua potable para abastecimiento a centros de población	100
3. Agricultura	107
4. Ganadería	115
5. Industria	120
6. Turismo	123

	<b>Página</b>
<b>V. CONTAMINACION DEL AGUA</b>	<b>125</b>
<b>VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>127</b>
<b>BIBLIOGRAFIA, REFERENCIAS CARTOGRAFICAS, FUENTES ESTADISTICAS.</b>	<b>131</b>

INDICE DE MAPAS, CUADROS Y GRAFICAS

Página

MAPAS

1. Localización de la zona de estudio	6
2. Mapa topográfico	9
3. Distribución de estaciones meteorológicas	19
4. Isoyetas medias anuales en mm.	21
5. Isoyetas medias de noviembre a abril en mm	25
6. Isoyetas medias de mayo a octubre en mm	28
7. Coeficiente de variación de la lluvia anual (%)	30
8. Isotermas medias anuales en °C	32
9. Isotermas máximas extremas en °C	37
10. Isotermas mínimas extremas en °C	39
11. Evaporación potencial media anual en mm	42
12. Tipos de clima	47
13. Hidrografía	72
14. Cuencas de los arroyos La Purísima y San Jacinto	84
15. Manantiales de aguas termales	95
16. División municipal	102

CUADROS

I. Temperatura media	36
II. Evaporación según Turc	45
III. Esgurrimiento medio anual	81
IV. Relación entre la precipitación, evaporación, escurrimiento e infiltración en algunas zonas del Estado de Baja California Sur.	91
V. Manantiales	94
VI. Estudios realizados en las zonas acuíferas del Estado	96
VII. Población de Baja California Sur	101
VIII. Volumen estimado de agua para uso doméstico	104
IX. Tipos de servicio para abastecimiento de agua	106
X. Volumen estimado de agua para uso agrícola y valor de la producción y ventas	109
XI. Aprovechamientos superficiales	111
XII. Relación entre la superficie y valor de la cosecha en el Distrito de Riego No. 66. (Santo Domingo, B.C.S.) para el ciclo agrícola 1974-1975.	11

	Página
XIII. Obras de pequeña irrigación	116
XIV. Existencias de ganado	118
XV. Volumen estimado de agua para uso pecuario y valor de la producción y ventas	119
XVI. Volumen estimado de agua para uso industrial. Establecimientos industriales y valor de la producción.	121
XVII. Subgrupos industriales en Baja California Sur	122

GRAFICAS (CLIMOGRAMAS)

1. Estación San Juanico	57
2. Estación Vizcaíno	58
3. Estación Bahía Magdalena	59
4. Estación Comondú	60
5. Estación El Paso de Iritu	61
6. Estación El Ojo de Agua	62
7. Estación San Javier	63
8. Estación Cabo San Lucas	64
9. Estación El Triunfo	65
10. Estación Santa Gertrudis	66
11. Estación Caduaño	67
12. Estación Sierra de La Laguna	68

Todos los ríos van al mar,  
y el mar nunca se llena;  
al lugar de donde los ríos vienen  
allí vuelven para correr de nuevo

Ecl. 1-7

## INTRODUCCION

El agua siempre ha sido de gran importancia y utilidad para el hombre. Desde que éste apareció sobre la Tierra, se ha visto en la necesidad de utilizar este líquido, para satisfacer sus necesidades personales, además de utilizarlo en varias de las actividades que realiza.

Pero el agua no sólo es requerida por los seres humanos, ya que todos los seres vivos necesitan de ella en menor o mayor cantidad para subsistir, por lo que es importante conocer la cantidad con que se cuenta (en la medida que sea posible), para lograr una adecuada distribución de este recurso.

Las primeras civilizaciones que florecieron (Egipto, Mesopotamia, India, etc.), lo hicieron en las márgenes de los ríos, que poco a poco pudieron utilizar mejor a través de los conocimientos que respecto a su naturaleza iban adquiriendo, ya que en un principio se les consideraba como dioses y eran venerados como tales. El avance del conocimiento, hizo que mejoraran las técnicas en todas las actividades económicas, lo que se ha traducido en nuestros días en contaminación y donde la del agua es de gran importancia, ya que es uno de los recursos naturales más importantes.

En este trabajo se pretende dar una visión general sobre el recurso agua, su distribución y utilización para distintas actividades económicas en el Estado de Baja California Sur, que, como se verá posteriormente, por su situación geográfica presenta problemas en cuanto a la ocurrencia del líquido.

En la primera parte se plantean las características ffsi-

cas que influyen y que muchas veces determinan la existencia del recurso, como el relieve, la vegetación y el clima; de ellos, es el clima el que tiene mayor influencia sobre la hidrología, porque en él se incluye la principal fuente de agua que es la precipitación. Por otra parte, el relieve influye en el escurrimiento y la vegetación, junto con la geología, influyen particularmente en la infiltración, que da lugar a otra parte importante de la hidrología, las aguas subterráneas.

En la segunda parte se analizan los aspectos hidrológicos del Estado, y se establece la relación entre la precipitación y el escurrimiento superficial, para tratar de obtener de manera más objetiva las relaciones que existen entre ellos.

Por último, en la parte final se presentan las actividades económicas que predominan en el Estado, relacionándolas con el consumo de agua que cada una de ellas requiere. Con ello se pretende observar qué cantidad de agua se destina para cada actividad y tratar de plantear una mejor distribución del agua.

La realización de un trabajo de este tipo presenta varias dificultades, en este caso son dos las más importantes: una de ellas es la red de estaciones meteorológicas cuya distribución no es todo lo buena que se desea porque presenta huecos que afectan el trazo de las isofneas en muchas zonas, como en el caso del desierto del Vizcaíno, en donde se podrían incluir algunas estaciones más, así como en las partes altas de las sierras, donde también hay escasez de estaciones.

El otro problema es el de la información sobre la utilización del agua para las distintas actividades, ya que la que se tiene a ma-

no es una estimación basada en los datos del Censo de Población de 1970, con lo que solo se puede obtener una idea del consumo de agua para las distintas actividades que se realizan en la zona.

Hay que mencionar que del trabajo que sobre los climas de Baja California Sur, realizado en colaboración con los pasantes Manuel Beltrán Robledo y Guillermo Elizalde Márquez en el Seminario de Climatología de México, bajo la dirección del maestro Ramón Sierra Morales, se tomó la información estadística correspondiente de los valores medios anuales de precipitación y temperatura para realizar los mapas de isofneas de estos elementos, así como el mapa de climas que aquí se presenta.

## I. LOCALIZACION DE LA ZONA DE ESTUDIO

El Estado de Baja California Sur forma parte de la Península de Baja California, separada del resto del territorio nacional por el Golfo de California, también denominado Mar de Cortés o Mar Bermejo.

La península es una porción de tierra alargada, que "tiene una longitud aproximada de más de 1 200 Km y una anchura media, estimada, de 140 Km"<sup>1</sup>

Baja California Sur cuenta con una extensión de 73 677 Km<sup>2</sup> y se encuentra localizado entre los paralelos 22° 52 ' y 28° de latitud norte y entre los meridianos 109° 25' y 115° 05 ' de longitud con respecto al meridiano de Greenwich.<sup>2</sup>

Limita al norte con el Estado de Baja California, al oeste y al sur con el Océano Pacífico y al este con el Golfo de California. En su territorio incluye una serie de islas localizadas entre los paralelos 26° y 24° de latitud norte. Entre las más importantes están, en el Golfo de California, las islas del Carmen, San José, Espíritu Santo y Cerralvo y en el Océano Pacífico las de Magdalena y Margarita.

Por su situación geográfica, el Estado de Baja California Sur y, en general toda la península, se encuentra localizado en la zona subtropical de altas presiones del Hemisferio Norte, influenciado directamente por el anticiclón del Pacífico Septentrional y sólo en el extremo sur se encuentra influenciado por los ciclones tropicales. Esto, como se verá más adelante, influye en varios aspectos, siendo uno de los principales el pluviométrico.

---

1. Maderey R., L. (1975) p. 73

2. World Aeronautical Chart.

También se puede considerar que está influenciado por el anticiclón Bermudas-Azores localizado en el Océano Atlántico, pero la influencia que este centro de alta presión pueda tener sobre el Estado, es indirecta, dada su lejanía y debido al hecho de que tiene al territorio del país de por medio.

En la costa del Océano Pacífico, se tiene la influencia de la corriente fría de California, que forma parte del circuito ecuatorial del norte del Pacífico, junto con las corrientes Ecuatorial propiamente dicha y la de Kurosivo que llega a las costas asiáticas. Esta corriente, como se podrá ver más adelante, tiene influencia sobre algunas condiciones climáticas, especialmente la temperatura, la evaporación y la humedad relativa que condiciona a la segunda.

Todos estos factores relacionados entre sí, determinan en cierto grado las características hidrológicas de la zona, ya que la posición geográfica determina el clima y éste a su vez influye en el aspecto hidrológico.



## II. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS QUE DETERMINAN LOS RECURSOS HIDROLÓGICOS.

### 1. FISIOGRAFIA

No se considera la existencia de tierras emergidas en la zona de estudio durante el Paleozoico, durante el Terciario, a fines del Oligoceno y principios del Mioceno hubo, en la zona que corresponde al Golfo de California y a la península en donde todavía no existían tierras emergidas, manifestaciones volcánicas de tipo explosivo muy violentas " a raíz del fallamiento en bloques y de la evolución magmática en la parte occidental del territorio".<sup>3</sup>

Para la época final del Mioceno se empezó a formar la Península de Baja California y a separarse del resto del país, lo que permitió la penetración del mar, quedando la península como "una zona larga y estrecha, paralela a la Sierra Madre Occidental"<sup>4</sup>

Como unidad, la península es una de las provincias fisiográficas en que se ha dividido al país; su accidente más importante es la serie de sierras que la atraviesan longitudinalmente y que son cortadas por pequeños valles.

Por otra parte, dentro de la división que se ha hecho de la República Mexicana, a la península le corresponden las sierras antes mencionadas, agrupadas bajo el nombre genérico de Sistema Sudcaliforniano que corresponde a una unidad orogénica de la división del país, y también le corresponden dos unidades geomórficas, que son: la vertiente occidental sudcaliforniana y la vertiente oriental sudcaliforniana.

3. De Czerna, Z: (1974) p. 45

4. López de Llergo, R. (1970) p. 82

Por esto se puede decir que la península de Baja California y por lo mismo el Estado de Baja California Sur, se divide en tres regiones:<sup>5</sup>

- a) Llanura occidental sudcaliforniana
- b) Serranía sudcaliforniana
- c) Llanura oriental sudcaliforniana

a) Llanura occidental sudcaliforniana

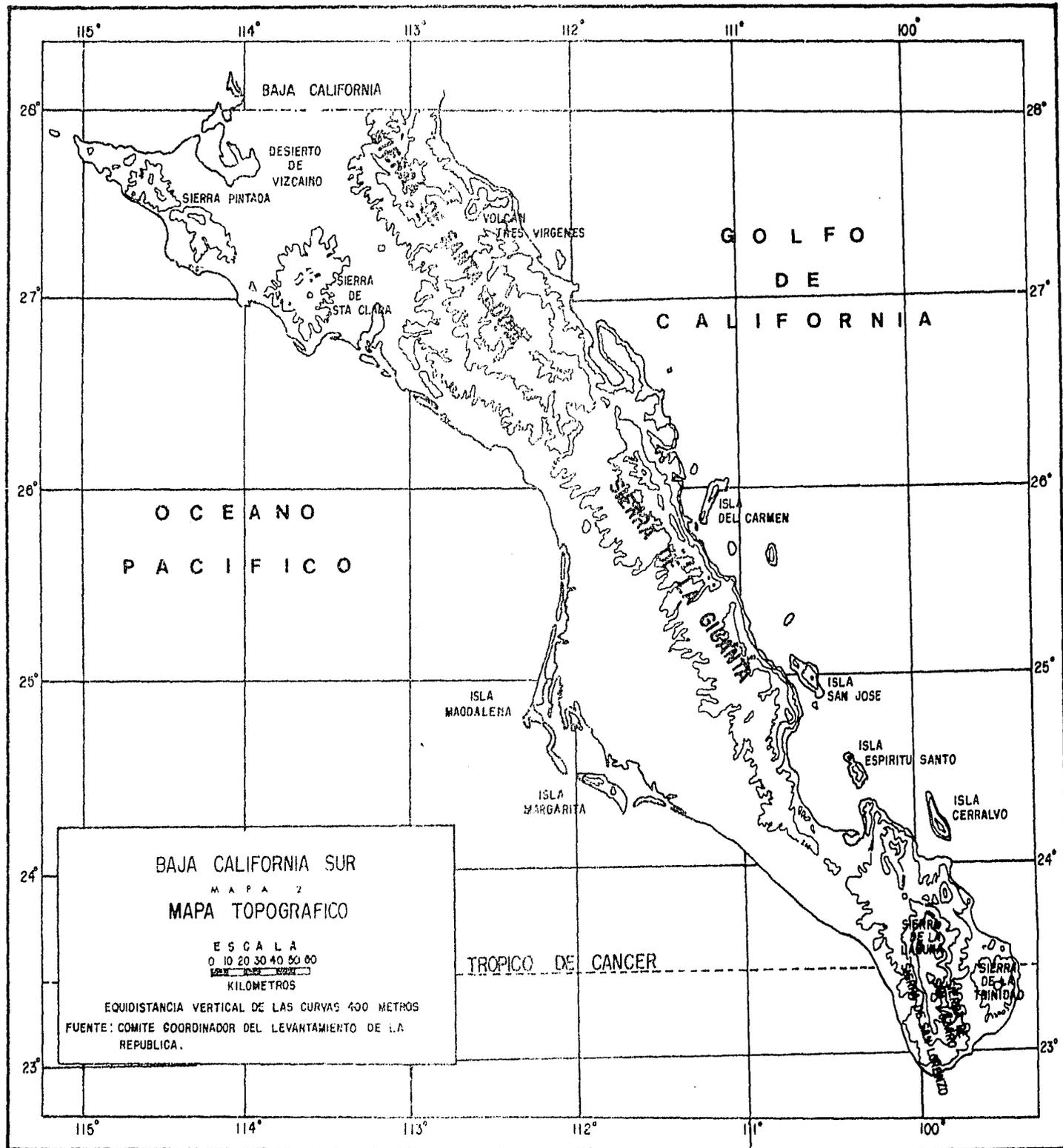
Esta vertiente se encuentra limitada al oeste por el Océano Pacífico y hacia el este por la serranía sudcaliforniana. Esta zona es de extensión mayor que la llanura oriental. Esto se debe a que la serranía que la limita al este, está muy cercana a la costa oriental (mapa topográfico) Mapa 2. Se observa que en la parte noroccidental del Estado existen zonas aisladas de escasa altitud, que corresponden a las sierras Pintada y de Santa Clara, formadas por una serie de intrusiones que han quedado al descubierto por erosión.

La bahía de Sebastián Vizcaíno, localizada al norte del Estado presenta una planicie que tiene una gran extensión y que incluye los llanos del Berrendo y los de Santa Clara ocupados en su parte central por lagunas de agua salada.

A todo lo largo de la llanura, la anchura de ésta varía, ya que presenta distintas extensiones, llegando a la altura del paralelo 26° a una extensión de 20 Km, lo cual hace que la pendiente tam

---

5. Tamayo describe estas regiones dentro de las unidades correspondientes, pero se pensó que para seguir una secuencia mejor, era conveniente hacer la descripción de oeste a este, destacando las distintas unidades. También fue conveniente cambiar la nomenclatura de vertiente por llanura, ya que la vertiente incluye los declives de la sierra.



bién sea variable, siendo una pendiente muy fuerte en algunas zonas y en otras muy suave si se considera que el desnivel que se tiene en esta zona es de 200 m. Esta variación hace que donde la pendiente " es fuerte, las corrientes en avenidas lleguen al mar y en las de suave inclinación se pierdan en los arenales".<sup>6</sup>

A toda esta llanura le corresponden zonas emergidas, que no se encuentran muy erosionadas, en donde la escasa precipitación ha originado morfología desértica, en la que puede haber pequeñas lagunas saladas como en el caso de los llanos ya mencionados.

Las costas del litoral del Pacífico presentan gran diversidad de formas, En la zona de San Sebastián Vizcaíno se presenta una costa rocosa, pero al ir descendiendo hacia el sur, la costa muestra características juveniles con entrantes cóncavas y playas de arena, además, en algunas zonas se presentan acantilados. A partir de Punta Abreojos ( $26^{\circ} 44' LN$  y  $113^{\circ} 35' LW$ ), se inicia una costa de levantamiento con cordones litorales de gran extensión, cortados por canales y albuferas.

Posteriormente sigue una zona de acantilados, que marca el inicio de una gran convexidad formada por litorales sinuosos de costas de levantamiento, que terminan en la bahía Magdalena, localizada a los  $24^{\circ} 38' LN$ .

" Hacia el sur existen varias albuferas conectadas entre sí, limitadas por cordones litorales que dejan algunas bocas de comunicación con el mar".<sup>7</sup>

6. Tamayo, J. L. (1962) p. 462

7. Ibid, p. 483

Siguiendo hacia el sur, la costa presenta manifestaciones rocosas y playas de arena, perpendiculares, Se considera como límite de este litoral en el extremo sur al Cabo Falso, " que es un acantilado rocoso de 15 m de altura en sus inmediaciones se levanta un cerro cónico de dos puntos llamadas Las Hermanas, con 212 m de altitud la occidental y unos cuantos metros menos la oriental".<sup>8</sup>

En la parte sur de la península hay afloramientos pequeños de masas de rocas aisladas. Estas rocas emergen del mar en la zona de Cabo San Lucas. " Frente a las costas del Pacífico se encuentran terrazas marinas escalonadas"<sup>9</sup>, al aparecer esas terrazas bordeando la costa occidental de la península, Ordoñez considera " que todo ese territorio ha experimentado un levantamiento general durante el Pleistoceno".<sup>10</sup>

b) Serranía sudcaliforniana

Este sistema está formado por una sucesión de sierras que van perdiendo altitud a medida que disminuye la latitud, hasta llegar a la ciudad de La Paz (24° 08' latitud norte y 110° 17' longitud oeste ), donde sólo alcanza 250 m de altitud. En esta zona queda una división, ya que hay una zona plana y posteriormente se levanta la Sierra de la Laguna.

Limita al oeste con la llanura occidental sudcaliforniana y al este con la llanura oriental. Este conjunto de sierras, " fueron formadas por plegamientos que tuvieron lugar al iniciarse el cretácico superior",<sup>11</sup> y aunque es una zona que no volvió a ser

8. Ibid, p. 484

9. Ordoñez, E. (1946) p. 108

10. Idem

11. López de Llergo, R. op. cit. p. 104

cubierta totalmente por el agua, se perdieron los sedimentos paleozoicos y mesozoicos por la acción de la intensa erosión que existe en esa zona; durante el Mesozoico hubo manifestaciones volcánicas de La Paz hacia el norte.

Durante el Cenozoico continuó el proceso de levantamiento " pero los depósitos cenozoicos sólo afectaron a la serranía, estableciendo contactos entre los diferentes bloques y convirtiendo una serie de bloques aislados en una cordillera. Esto ocurrió principalmente entre La Paz y Todos Santos ( $23^{\circ} 27'$  latitud norte y  $110^{\circ} 15'$  longitud oeste), que es por ello el puerto más bajo de toda la serranía <sup>12</sup>. En el mapa topográfico (Mapa 2) se puede observar la existencia de un corredor que comunica estos dos puntos del Estado y además comunica la llanura occidental con la llanura oriental, interrumpido en su parte media por una elevación de escasa altitud. Este corredor separa a las serranías del extremo sur con las del resto del Estado y aquí sucede el caso contrario de lo que se observó en todo el Estado y es el hecho de que aquí la sierra no se encuentra cercana al Golfo de California, sino que se encuentra cercana al litoral del Pacífico, lo que ocasiona la presencia de cabos empinados en esta zona y que la llanura del lado este se extienda mucho.

Esta serranía recibe a todo lo largo de su recorrido diversos nombres locales en la parte noroccidental y separadas de la serranía principal, se encuentran las ya mencionadas Sierra Pintada y la Sierra de Santa Clara. De norte a sur en la serranía se encuentran las sierras de Santa Lucía y de La Giganta. Destaca por su altitud el volcán Tres Vírgenes en la parte norte, situado entre los

---

12. Tamayo, J. L. op. cit. p. 433.

paralelos 27° y 28° " en una cadena volcánica que avanza hacia el oeste"<sup>13</sup>, con una altura de 2 054 m. En el extremo sur, separado del resto del sistema por el corredor mencionado anteriormente, se encuentran las sierras de La Laguna, San Lázaro, San Lorenzo y de La Trinidad.

Durante el Cenozoico, en las partes altas de las sierras hubo manifestaciones volcánicas y efusión de materiales clásticos, además hubo intrusiones de tipo batolítico de granitos y otros materiales. Existen también mesetas que "estuvieron o están cubiertas por extensas corrientes de lavas basálticas"<sup>14</sup>, siendo algunas de ellas de época reciente. Las sierras del extremo sur del Estado son de carácter granítico.

Este sistema montañoso, al estar ubicado cerca del litoral del Golfo de California, es importante en el aspecto hidrológico, ya que en cierta forma determina el curso de las corrientes superficiales de esta zona. Por lo que respecta a la vertiente del Pacífico, los cursos de las corrientes son largos aunque sólo en algunas ocasiones llegan al mar, en cambio, los cursos fluviales de la vertiente del Golfo de California son cortos y rápidamente precipitan al mar

c. Llanura oriental sudcaliforniana.

Como ya se mencionó en el Estado de Baja California Sur el sistema montañoso se acerca al litoral del Golfo de California, por lo que la llanura oriental es una faja estrecha con pocos kilómetros de extensión y sólo adquiere una extensión mayor en la zona donde se

13. López de Llergo, R. op. cit. p. 104

14. Ordóñez, E. op. cit. p. 107

une con la vertiente occidental a la altura del paralelo 24°. Está limitado al oeste por la serranía sudcaliforniana y al este por el Golfo de California.

Esta región se puede dividir a su vez en dos partes, la primera corresponde a la región deltáica del Colorado y la segunda al resto de la llanura que corre a lo largo de toda la península y es la que afecta a la zona de estudio.

En esta segunda zona hay " mesetas cortadas por fallas, que señalan diferentes periodos de levantamiento reciente observado en toda la Baja California " <sup>15</sup> En algunas regiones, se destaca la presencia de materiales del Pleistoceno y más recientes, además de materiales volcánicos como lavas y otros del Cenozoico. Los sedimentos existentes, en general " están compuestos esencialmente de detritus de materiales volcánicos " <sup>16</sup>.

Por lo que respecta al litoral de esta región dado que, como antes se dijo, la serranía se acerca a la costa, la existencia de playas en este litoral son muy escasas, encontrándose por lo general acantilados rocosos.

Del Cabo Falso (en el extremo sur) a Punta Gorda hay presencia de playas con acantilados rocosos y en algunas zonas hay afloraciones graníticas que se encuentran erosionadas por el mar.

A partir de Punta Gorda y siempre hacia el norte, el litoral es un acantilado rocoso sin ningún accidente notable, la costa conserva la alternancia de playas de arena y acantilados. Toda esta

---

15. Tamayo, J. L. op. cit. p. 461

16. Idem.

zona presenta numerosas puntas. Los acantilados son bajos en general y en algunos casos reciben nombres locales, continuando así hasta el límite con el Estado de Baja California.

La costa de La Paz, se puede considerar de varios tipos: la parte occidental es rocosa y acantilada, la parte sur es baja y arenosa, al igual que la parte oriental.

## 2. VEGETACION

" La importancia de la vegetación en el agua de escurrimiento se refleja, como es sabido, en el régimen de las corrientes fluviales. En una cuenca virgen o cuyos recursos se explotan racionalmente, existe un equilibrio en el que la vegetación actúa como estabilizadora del flujo de agua y uniformiza el régimen estacional de las corrientes fluviales, debido a que su sistema radicular convierte al suelo en una especie de esponja que, además de ofrecer mayor facilidad para su infiltración, retarda su escurrimiento de manera que el agua fluye regularmente a los cauces de las corrientes"<sup>17</sup>

Si se consideran las condiciones de humedad con que cuenta la zona de estudio, la vegetación resulta adecuada a ésta, es decir, en general es vegetación desértica, aunque en la parte alta del macizo montañoso que se localiza en el extremo sur del Estado, al ser diferentes las características de humedad, la vegetación sufre un cambio.

Maderey<sup>18</sup>, tomando en cuenta el trabajo " Tipos de Vegetación de la República Mexicana", de la Secretaría de Recursos Hidráulicos, ahora Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, consi-

17. Maderey, L. (1977) p. 35

18. Maderey, L. (1975) pp. 79-81

dera los siguientes tipos de vegetación en la zona:

- 1) Matorral crasicaule
- 2) Selva baja caducifolia
- 3) Mezquital
- 4) Bosque pino-encino

#### MATORRAL CRASICAULE

Se localiza en la vertiente occidental del Estado, desde el límite con el Estado de Baja California, hasta aproximadamente los 24° de latitud; entre los tipos que se encuentran, destacan las nopaleras, los cardonales y las tetecheras, así como diversas especies de cactáceas.

#### SELVA BAJA CADUCIFOLIA

Esta asociación vegetal que algunos autores denominan bosque, se localiza en la vertiente oriental del Estado, a partir del límite con el Estado de Baja California, ocupando desde los 24° de latitud la vertiente occidental, desapareciendo en la oriental.

Este tipo de vegetación se caracteriza porque la altura de los árboles es menor a 15 m y todos pierden las hojas en la época seca. Se presenta en suelos profundos que tienen drenaje deficiente.

#### MEZQUITAL.

Este tipo de vegetación se localiza en la parte sureste del Estado y se caracteriza por la presencia de Prosopis juliflora, es decir, mezquite; que es una planta que se utiliza como indicador de la presencia de mantos freáticos. Cuando el mezquite no tiene una altura muy grande, el manto freático es profundo y sus raíces son la

gas, en cambio, cuando el mezquite alcanza altura considerable, el manto freático no es muy profundo y las raíces que desarrolla no son largas.

#### BOSQUE PINO-ENCINO.

Esta asociación también recibe el nombre de bosque mixto y se localiza en las partes altas del macizo montañoso que se encuentra en el extremo sur del Estado y se caracteriza por la presencia de asociaciones arbóreas de pino (Pinus, sp) y encinos (Quercus, sp).

### 3. CLIMA

El análisis del clima en un estudio de este tipo es de gran importancia, porque son los elementos que lo conjuntan los que influyen directamente en la hidrología, además de los factores vistos en los puntos anteriores.

Los tipos de climas que aquí se tratan corresponden al sistema de clasificación de Köppen que utiliza dos elementos: la temperatura y la precipitación, por lo cual se hace el examen correspondiente; además, se analiza la evaporación potencial por considerarla como un factor importante en lo que se refiere a la pérdida de agua, aunque está ya considerada implícitamente en el sistema de Köppen. También se analiza la evaporación real.

De la precipitación se considera la precipitación media anual y la precipitación media de los períodos de mayo a octubre y de noviembre a abril, correspondiendo el primero a la época húmeda y el segundo a la seca en la mayor parte de México, sin embargo en el caso de la zona de estudio, el régimen pluviométrico de algunas partes corresponde a la estación de invierno, como se ve más adelante.

De la temperatura se analiza la temperatura media anual y las máximas y mínimas extremas del periodo de observación de las estaciones consideradas.

Para obtener los valores medios anuales de temperatura y precipitación se contó con una red de 62 estaciones climatológicas ( Mapa 3), distribuidas en el Estado, tomando como periodo máximo de observación 26 años y mínimo 10 años. En algunos casos se utilizaron estaciones con menor número de años de observación por considerar que su localización es óptima.

En el caso de la evaporación, no se contó con información en las 62 estaciones, por lo que se tuvo que trabajar con menor número de ellas (21), que abarcan, en general, periodos que oscilan entre los 10 y 20 años, aunque hay estaciones con periodo menor de 10 años y otras, muy pocas, con periodo mayor de 20 años.

De cada uno de estos elementos se realizaron los mapas de isófnas; para su trazo se tomó en cuenta el relieve de la zona uniendo puntos de igual valor resultado de la interpolación.

### PRECIPITACION

La precipitación es el elemento climático que está más estrechamente ligado con la hidrología y principalmente con el escurrimiento superficial. Este a su vez, se relaciona con el tipo de estructura geológica de cualquier zona, ya que puede haber un lugar donde la abundancia de las lluvias sea notable pero las características del suelo y de la geología permitan su rápida infiltración, o que sea una zona impermeable por la que el agua pueda correr libremente sobre la superficie pero que no cuente con buenas fuentes de abastecimiento a través de la precipitación.



La distribución de la precipitación en esta zona de la península de Baja California, " se debe a la humedad de los vientos que invaden la región durante el año "19, es decir, los vientos del oeste y las masas de aire provenientes de los ciclones tropicales.

Los vientos del oeste se presentan en el invierno cuando se nota la influencia del frente polar que afecta a la península, en el Estado en cuestión hasta los 26° de manera más notoria en la vertiente occidental, en cambio, la influencia de los ciclones tropicales se nota en el extremo sur, aunque ésta se observa en latitudes superiores, llegando incluso a los 26°, " peculiarmente en la vertiente oriental ".<sup>20</sup>

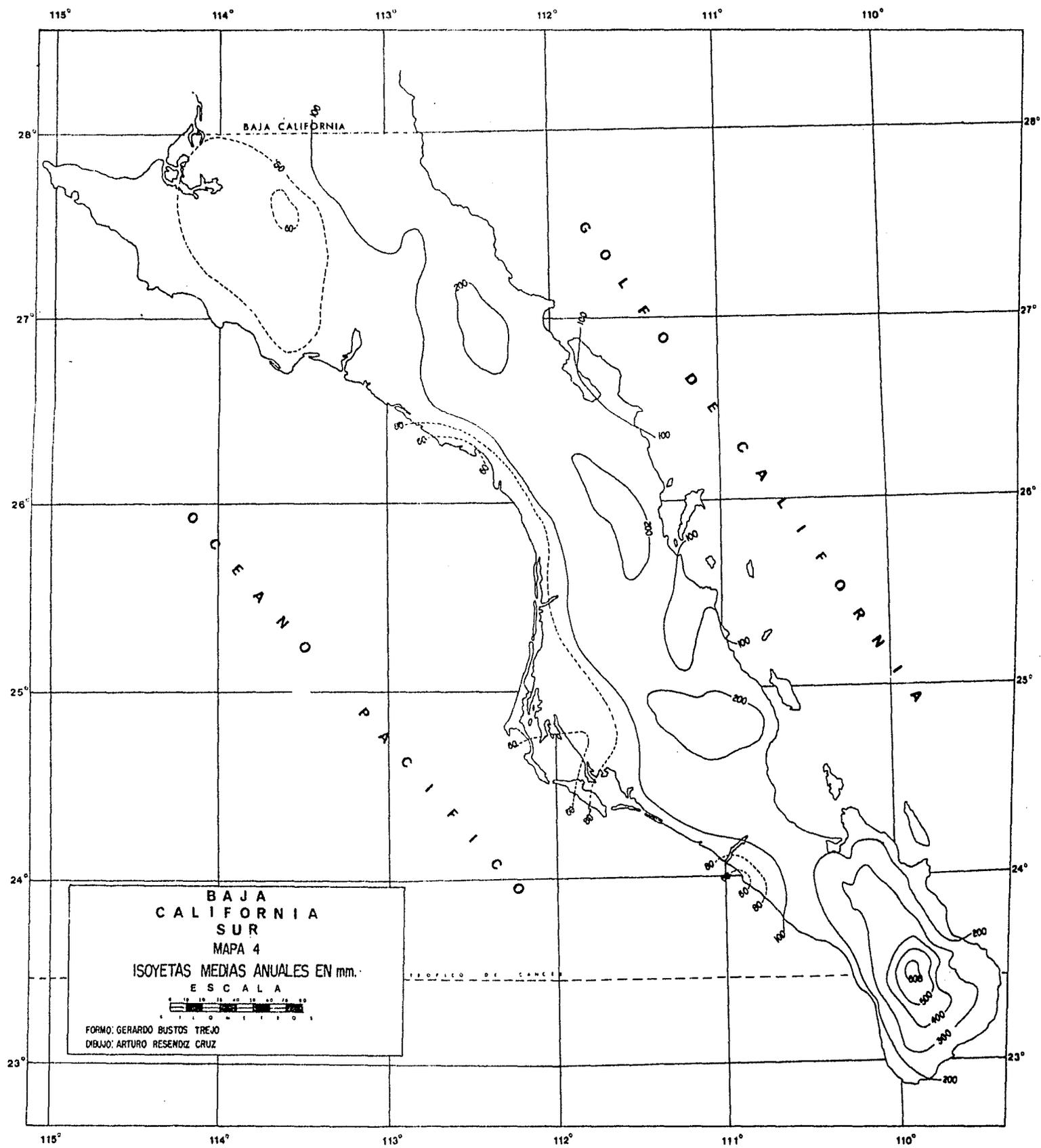
Por esto, se puede considerar al paralelo 26° como una línea divisoria entre la influencia que tienen los ciclones tropicales y los vientos que soplan durante el invierno, es decir, los vientos del oeste.

#### ISOYETAS MEDIAS ANUALES ( MAPA 4)

Por su situación geográfica, el Estado de Baja California Sur se encuentra influenciado por el cinturón subtropical de alta presión, de manera que no presenta elevadas cantidades de precipitación. Se pueden observar dos zonas: la primera corresponde a casi todo el Estado, es decir, desde la frontera en el paralelo 28° a la altura de la ciudad de La Paz a los 24° 10' de latitud norte, donde la precipitación no es muy abundante, entre 60 mm y 200 mm, y la segunda se tiene a partir de la ciudad de La Paz hasta llegar al extremo Sur de la península, y por consiguiente del Estado, en donde la pre-

19. Ibid, p. 76

20. Idem.



precipitación, presenta un aumento, más de 600 mm, lo que se debe a que en esta zona la sierra alcanza alturas más elevadas y a que es la zona que se encuentra afectada directamente por los ciclones tropicales.

En la costa occidental del Estado es donde se registran las menores precipitaciones (menos de 60 mm), encontrándose en algunas zonas valores menores a los 30 mm, pero al adentrarse en el continente las masas de aire húmedo, la precipitación también aumenta, aunque no en gran escala, probablemente por la escasa humedad de la zona y debido a que la pendiente de esa parte del Estado no es muy brusca, de manera que las masas de aire se elevan lentamente y es en las partes altas del relieve donde se nota mayor cantidad de precipitación, siendo estas zonas de las más húmedas del Estado (más de 200 mm); así, se puede decir que la cantidad de humedad disminuye a medida que disminuye la altitud.

La precipitación en el Estado de Baja California Sur presenta un comportamiento adecuado a las condiciones del relieve, es decir, aumenta con la altitud, aunque en algunas zonas se nota que los valores mayores no se encuentran en la parte más alta de la sierra; esto se puede deber a que el cambio de pendiente sea muy brusco y las masas de aire húmedo se eleven rápidamente permitiendo la máxima precipitación antes de llegar a la parte más alta de la sierra.

La menor precipitación media corresponde a la estación Bahfa Magdalena ( 21.0 mm) ubicada en la isla del mismo nombre en la costa occidental del Estado; la escasez de lluvia en este punto se debe a que se encuentra más alejada de la sierra y los vientos no tienen una barrera que los haga elevarse, por otra parte, la convección no es muy fuerte.

Por lo que respecta a la precipitación media más elevada, ésta corresponde, como es normal, a una estación que se encuentra en la parte alta de la sierra denominada Sierra de La Laguna (653.3 mm). Esta estación se localiza en la parte sur de la península, zona que tiene una altitud considerable, ya antes se dijo que por la falta de convección, la cantidad de lluvia es baja; en este caso, es distinto, ya que el relieve ayuda a la convección y ésta permite, al elevarse las masas de aire húmedas, la precipitación en mayor cantidad.

En general los meses que presentan precipitación escasa o nula, son los meses de mayo y junio, aunque en algunos casos también puede ser abril. Por lo que respecta a la acumulación de la precipitación por estaciones, es decir, el régimen pluviométrico, se notan dos principalmente: el de invierno y el de verano-otoño, que coinciden con las dos zonas ya mencionadas anteriormente: una, que está afectada por los vientos del oeste, de los 26° de latitud norte hasta la frontera con el Estado de Baja California, y otra a partir de los 26° hacia el extremo sur afectada por los ciclones tropicales, cuya influencia es más notoria en el litoral del Golfo de California.

Por lo que se refiere a los meses más húmedos, estos corresponden a septiembre y enero, en la parte sur y en la parte norte del Estado, respectivamente.

Al observar la distribución de la precipitación media en el Estado, se puede hacer una división en las distintas zonas de humedad que se encuentran en él:

a) La zona más húmeda corresponde al extremo sur del Estado, que es donde la lluvia alcanza mayor altura, relacionada con una altitud considerable y con los ciclones tropicales.

b) Las zonas de humedad intermedia, que corresponden a los declives de la serranía que atraviesa el estado y de la sierra del sur del Estado.

c) Las zonas menos húmedas corresponden a las partes bajas del Estado que, mientras más alejadas se encuentren de la serranía, menos precipitación presentan, como ya se observó en el caso del litoral del Océano Pacífico.

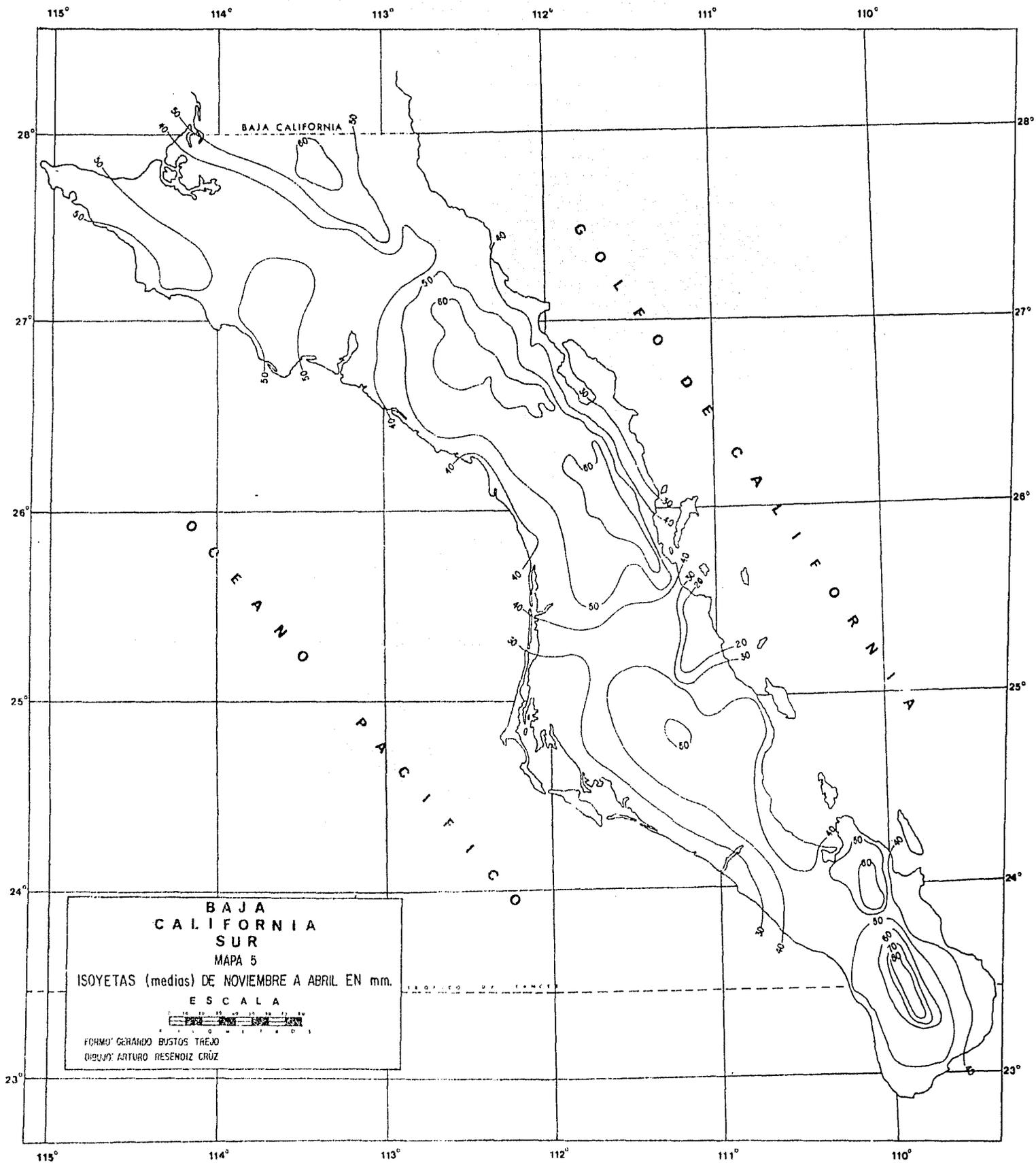
#### ISOYETAS MEDIAS DE NOVIEMBRE A ABRIL ( MAPA 5)

Los meses comprendidos en este período forman la época seca en la mayor parte del país, pero en el caso del Estado de Baja California Sur, como se advirtió al principio, no se puede llamar categóricamente de esa forma dada la importancia que tiene la lluvia de invierno en algunas partes del Estado, pues en algunos puntos la precipitación acumulada en este período es superior a la acumulada de mayo a octubre, la época húmeda.

Durante esta época del año, las masas de aire que afectan a la zona son las de los vientos del oeste y las masas de aire polar, que afectan a la zona durante el invierno hasta la latitud de 26°.

En la parte occidental del Estado se presenta precipitación en esta época, dado que es la zona directamente afectada por la acción de los vientos del oeste y polares y además constituye el lado de barlovento, sin embargo, los valores registrados que son bastante bajos, van aumentando a medida que la altitud es mayor y posteriormente disminuyen en la costa del Golfo de California, es decir, en la costa oriental.

La parte noroccidental del Estado presenta mayor cantidad



de precipitación que el resto de la costa en ambos litorales, en esta zona al chocar las masas húmedas con pequeñas elevaciones, provocan lluvias de carácter orográfico. Al otro lado de estos pequeños obstáculos la precipitación disminuye un poco, pero en la sierra vuelve a aumentar paulatinamente.

En la vertiente oriental existe una zona que en esta época presenta la menor precipitación en todo el Estado; debido a que se encuentra del lado opuesto de donde sopla el viento (sotavento) y las masas de aire que se elevaron al encontrarse con el obstáculo de la serranía, al empezar a descender ya no pueden precipitar la misma cantidad de agua porque poco a poco han ido perdiendo su humedad hasta llegar a esta zona donde ya no tienen humedad suficiente como para que la precipitación alcance mayor altura.

De acuerdo a las estaciones utilizadas, en la parte sur de la península, la precipitación es mayor que en el resto del Estado, esto está influenciado por el hecho de ser una zona de considerable altitud.

Las zonas que presentan régimen de lluvia de invierno son: la parte noroccidental del Estado y la parte centro norte, casi en la frontera con el Estado de Baja California. En ella se observa que a pesar de su ubicación geográfica la altura de la lluvia es considerable dada la influencia de las ondas polares que afectan la zona precisamente en el invierno. Sin embargo, la parte sur del Estado y dada la altitud del relieve, registra la mayor precipitación del área estudiada durante los meses de noviembre a abril.

Resumiendo, para este periodo, en el extremo sur se encuentra la zona más húmeda ( 30 mm), la zona de humedad intermedia corres-

ponde al resto del Estado (entre 40 mm y 70 mm), menos la porción oriental comprendida entre los paralelos 26° y 24° de latitud norte ( 20 mm) que es la zona menos húmeda.

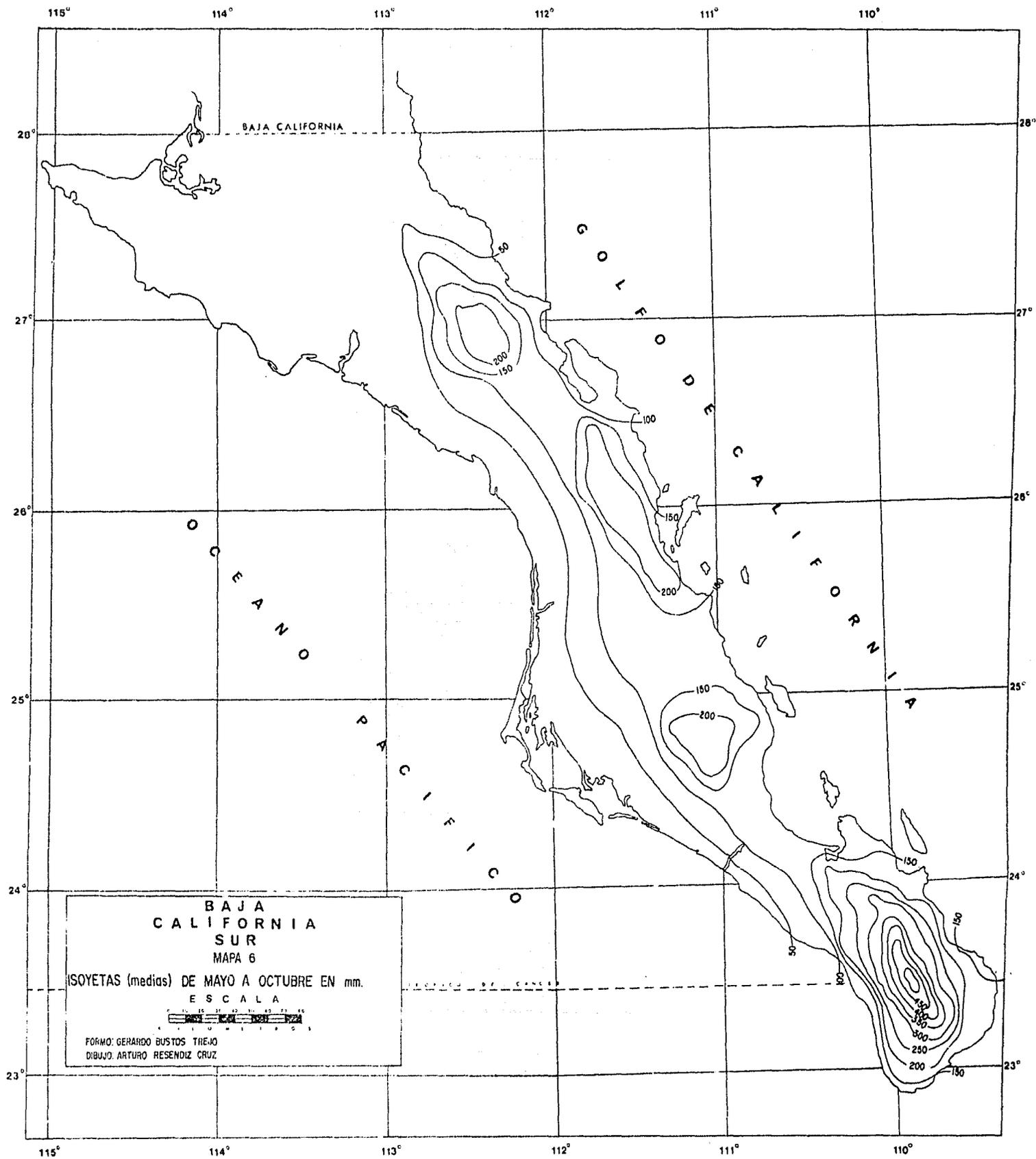
#### ISOYETAS MEDIAS DE MAYO A OCTUBRE ( MAPA 6)

Los meses de este periodo corresponden a la época húmeda en México y en la mayor parte del Estado que nos ocupa. En el mapa se puede observar que en esta época la lluvia se concentra principalmente en la vertiente oriental del Estado que corresponde al régimen de lluvias de verano y otoño.

Es importante destacar que en algunas estaciones los meses que comprenden este período incluyen en ellos al mes más seco y al mes más húmedo. Por lo general, el mes más seco, que es mayo y junio (en algunos casos también puede ser abril que corresponde al otro periodo), no registran precipitación o si lo hacen, es en forma muy escasa ya que no llega a ser ni siquiera de 1 mm. Por lo que se refiere a los meses más húmedos, estos corresponden a agosto y septiembre para todas las estaciones meteorológicas consideradas.

La zona del Estado que acumula menor cantidad de precipitación durante esta época, corresponde a una faja de la vertiente occidental, que aumenta en superficie en la parte noroccidental del Estado, lo que es normal, pues en este periodo toca a la vertiente oriental de la serranía ser la de barlovento y la de sotavento a la occidental debido a que en estos meses la componente de las masas de aire que afectan al Estado es del este y del sur.

La vertiente occidental es una de las zonas más secas del Estado, lo que se puede deber a que las masas de aire que la afectan son masas de aire descendentes, es decir, masas de aire secas y a es-



to se debe la presencia del desierto de Vizcaíno.

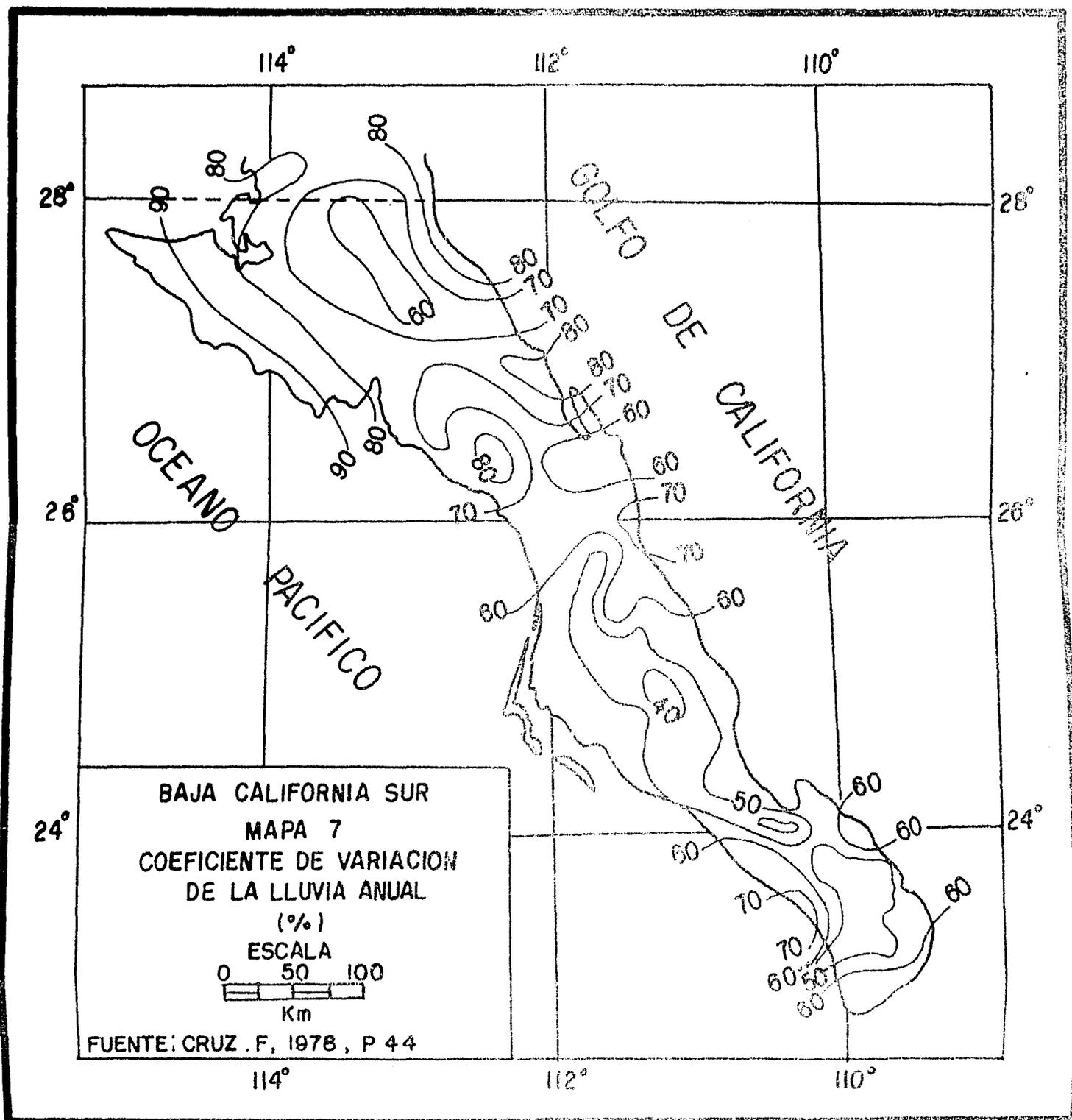
En la Isla Magdalena se encuentra la estación del mismo nombre, a la que ya antes se había hecho alusión, como la que registraba menor cantidad de lluvia media anual. Es importante hacer notar que en esta estación llueve más durante los meses de noviembre a abril, que durante el período que se está tratando.

Como se ha podido observar ya en los dos mapas analizados anteriormente, en el extremo sur es donde se observan las mayores cantidades de precipitación, tanto la media anual del Estado, como la correspondiente a la lluvia acumulada en el período de noviembre a abril. En el caso del período mayo a octubre, también se observa que allí la lluvia alcanza mayor altura; esto sucede porque es la zona que está directamente afectada por los ciclones tropicales de manera que las masas de aire al chocar con los sistemas montañosos, se elevan produciendo lluvias de carácter orográfico en esa zona. Los ciclones tropicales tienen mayor importancia durante los meses de agosto, septiembre y octubre.

Al hacer un análisis de la humedad por la distribución de la precipitación en este período, se encuentra que la zona más húmeda sigue siendo la parte sur del Estado con más de 500 mm, la zona intermedia es la que comprende los declives orientales del resto de las serranías localizada en el Estado., entre 50 mm y 200 mm, la zona menos húmeda corresponde a una faja en la vertiente occidental y a una zona importante en extensión en la parte noroccidental del Estado, menos de 50 mm.

#### VARIABILIDAD DE LA PRECIPITACION MEDIA ANUAL ( MAPA 7 )

La variabilidad de la precipitación, expresada por el coe-



ficiente de variación, " mide el grado de dispersión de los valores individuales en porcentaje, de una serie alrededor del promedio por medio del cual se cuantifica el grado de variabilidad existente en un determinado lugar ".<sup>21</sup>

El Estado forma parte de una zona en donde la variabilidad de la precipitación es muy alta, ya que es una zona muy seca, y como se puede observar en el mapa, la variabilidad más alta se encuentra en el extremo noroeste del Estado ( 90 %) y la menor se encuentra en el extremo sur (40 %) en la parte alta de la serranía. La relación que existe entre la variabilidad de la precipitación y la precipitación media, es inversamente proporcional, es decir, que al aumentar la cantidad de precipitación, disminuye el coeficiente de variabilidad.

#### TEMPERATURA

Otro elemento importante para la clasificación climática es la temperatura. Es un elemento asociado a la evaporación y a la humedad relativa, ya que la temperatura influye directamente en la evaporación (al ser la temperatura muy elevada facilita la formación de vapor de agua), y a su vez la evaporación es regulada por la humedad relativa.

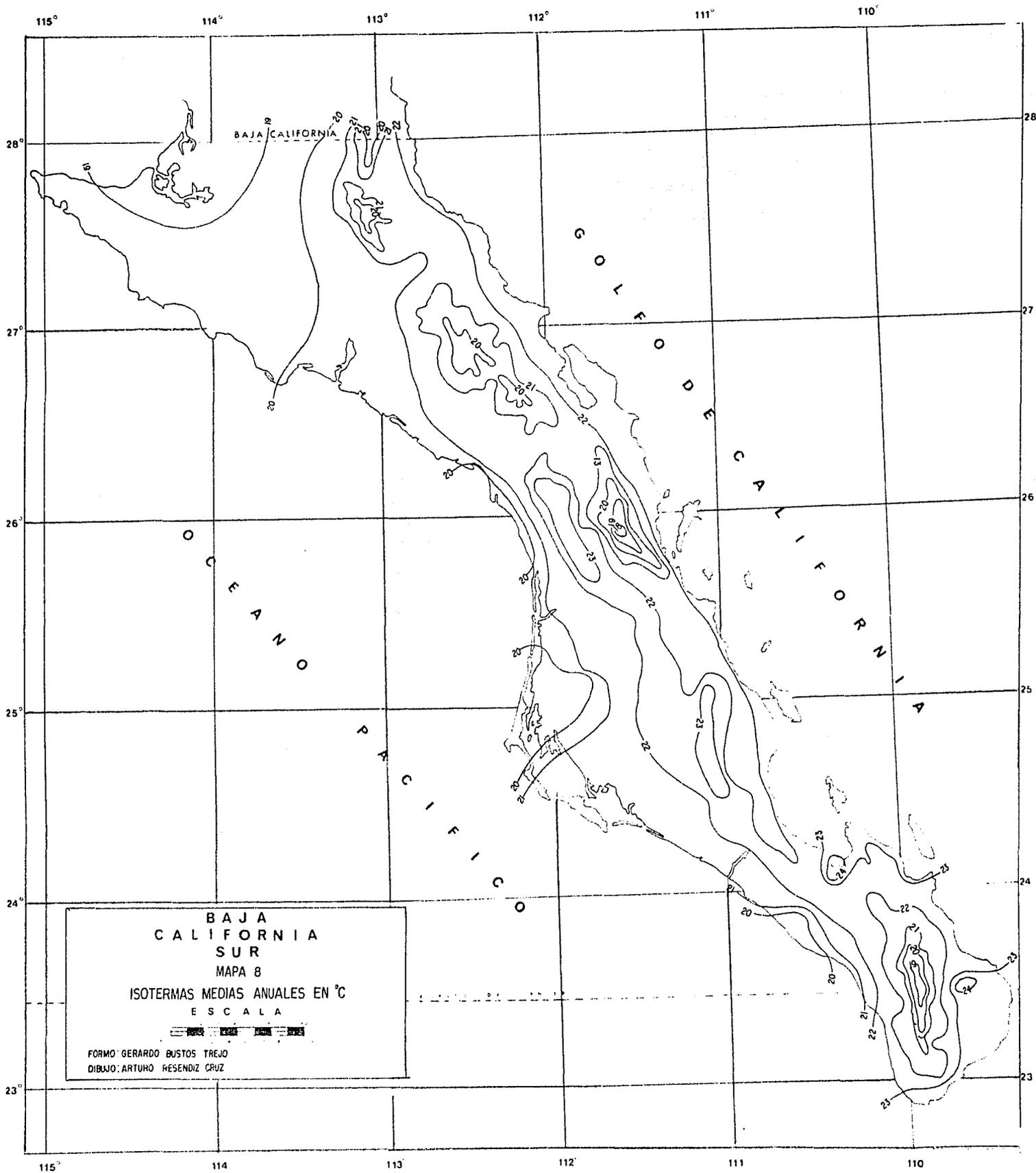
La temperatura, como se verá más adelante, se encuentra afectada en esta zona por la corriente fría de California, cuyo circuito comprende la costa occidental de la península.

#### ISOTERMAS MEDIAS ANUALES ( MAPA 8)

Para el trazo de algunas de las isotermas medias anuales,

---

21. Cruz N., F. (1978) pp. 38-39



por falta de estaciones se utilizó la fórmula del gradiente térmico que relaciona a la temperatura con la altitud e indica la disminución de la temperatura con la altitud.

Siguiendo la división en zonas térmicas realizada por García y Mosiño<sup>22</sup> para la Baja California, respecto a la temperatura media anual, de las cuatro zonas que encontraron, en el Estado se encuentran tres, a saber:

Cálida	22°C
Semicálida	entre 22°C y 18°C
Templada	entre 18°C y 12°C

De acuerdo a esta división, en el Estado predominan las zonas cálida y semicálida, ya que en casi toda esta zona la variación de la temperatura oscila entre 24°C y 19°C. En el extremo sur esta variación es más fuerte, de 22°C a 12°C y es en esta zona donde se registra la menor temperatura media mensual, lo que resulta lógico, pues la estación que registra la menor temperatura se localiza en la serranía, y en condiciones normales la temperatura disminuye con la altitud. Aquí se localiza una zona templada, localizándose otra muy pequeña a la altura del paralelo 27°.

En la vertiente del Océano Pacífico la temperatura en vez de disminuir aumenta con la altitud, debido a una inversión de temperatura que tiene lugar en los meses de julio y agosto y afecta los valores medios anuales. Esta inversión es resultado de la influencia que tiene la corriente fría de California, que al entrar en una zona más caliente provoca un descenso de la temperatura en la zona occidental del Estado, en una capa "que no tiene un espesor mayor de 800 m"<sup>23</sup>, por tal motivo, la temperatura aumenta hasta los declives

22. García, E. y Mosiño, P., (1968) p. 43

23. Ibid, p. 34

de la serranía y posteriormente sigue su variación normal.

Por lo que respecta al mes más frío, en general corresponde al mes de enero que es el mes central del invierno, esto es en general para todo el Estado, aunque en algunas estaciones consideradas, el mes más frío es febrero que también corresponde a la estación mencionada.

El mes más caliente, tomando en cuenta que esta es una región extratropical, se presenta en los meses posteriores al solsticio de verano, en este caso el mes más caliente es agosto, aunque en algunas zonas el mes más caliente corresponde a julio o septiembre, que son los que coinciden con la presencia de la inversión de la temperatura, pues ésta desaparece en el invierno.

La oscilación térmica en el año es muy fuerte en algunos puntos, por ejemplo, en la estación El Ojo de Agua, en la parte centro-norte del Estado, se presenta oscilación de  $15^{\circ}$  y se puede observar que en el mes más frío presenta la mitad de la temperatura que en el mes más caliente ( $15^{\circ}\text{C}$  y  $30^{\circ}\text{C}$ ); a lo largo del año, esta estación presenta dos cambios bruscos respecto a la marcha anual de la temperatura, el primero corresponde a un aumento entre los meses de junio y julio y el segundo corresponde a una disminución de la temperatura entre los meses de octubre y noviembre (gráfica 6). Otra estación con fuerte oscilación térmica es Mulegé en la vertiente oriental ( $16^{\circ}\text{C}$ ).

Por lo que respecta a las zonas de menor oscilación térmica, la más representativa es la que corresponde a la zona que comprende a la estación San Juanico, en la parte norte y costa occidental del Estado, que experimenta una oscilación térmica menor a  $7^{\circ}\text{C}$ , siendo en

este caso menor la diferencia existente entre el mes más frío y el mes más caliente. Aquí no existen cambios bruscos respecto a la marcha anual de la temperatura, en general presenta variaciones muy pequeñas durante todo el año.

Estos son los valores extremos respecto a la oscilación térmica en el Estado y se puede observar que en general las zonas que presentan menor oscilación térmica son las que se encuentran cercanas a la costa, siendo las que se encuentran en el interior del Estado las que presentan oscilaciones más fuertes; esto se debe a que la presencia del mar hace que las condiciones climáticas de las zonas costeras sean menos extremas.

En el Cuadro 1 se presenta una selección de estaciones de ambos litorales y de la zona interior para mostrar cuáles son los meses predominantes con respecto al mes más caliente y al mes más frío, predomina en el primer caso agosto y en el segundo enero, que son los meses que se consideran representativos de las estaciones extremas.

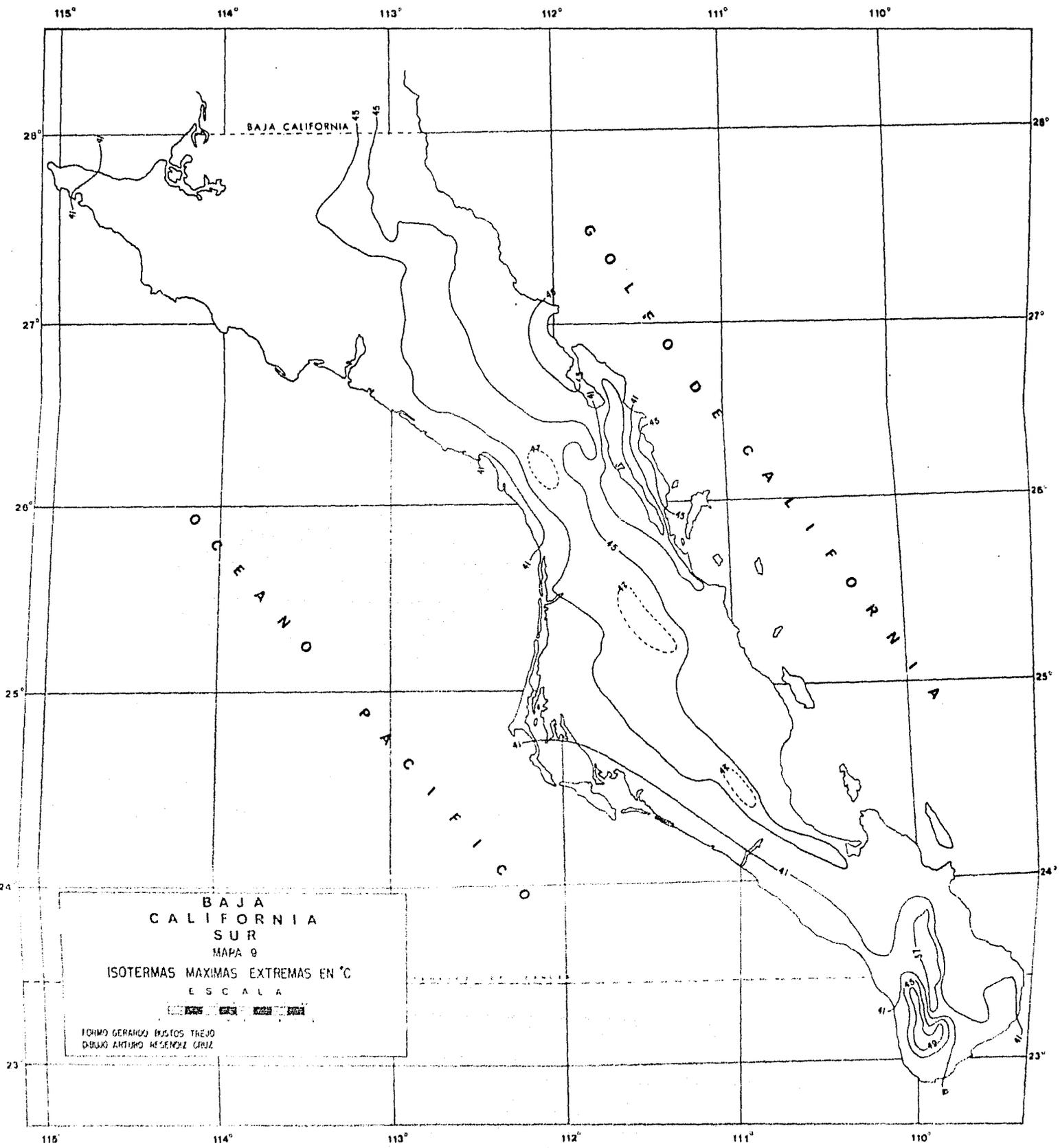
También se observa que la presencia de la corriente fría de California no tiene influencia en la ocurrencia del mes más cálido en la vertiente del Océano Pacífico, es decir, no influye en el adelanto o atraso de la temperatura del mes más cálido.

#### ISOTERMAS MAXIMAS EXTREMAS (MAPA 9).

La distribución de la temperatura máxima extrema en el Estado, sigue un poco el mismo patrón de la temperatura media anual, aunque en este caso la inversión de temperatura existente en la vertiente del Océano Pacífico se manifiesta con mucha más intensidad dado que, como ya se indicó, dicha inversión se presenta precisamente en los meses más cálidos del año, que es cuando hay mayor contras

CUADRO I

ESTACION	ALTITUD(m)	TEMPERATURA MEDIA EN °C			
		ANUAL	MES MAS CALIDO	MES MAS FRIO	OSCILACION TERMICA
<b>VERTIENTE DEL OCEANO PACIFICO</b>					
Bahfa Magdalena	12	21.0	26.5(SEP)	18.0(FEB)	8.5
Bahfa Tortugas	15	19.3	24.3(AGO)	16.0(ENE)	8.3
Cabo San Lucas	25	23.8	28.6(AGO)	19.2(ENE)	9.4
Cadegé	70	21.3	27.6(AGO)	16.4(ENE)	11.2
El Refugio	23	21.4	27.7(AGO)	16.3(ENE)	11.4
El Rosario	45	19.7	25.6(AGO)	16.2(ENE)	9.4
La Aguja	-	21.7	26.6(SEP)	17.3(ENE)	9.3
La Poza Grande	25	20.1	27.2(SEP)	16.7(ENE)	10.5
Pto. San Carlos	10	20.7	26.4(SEP)	17.0(FEB)	9.4
Punta Abreojos	10	20.9	25.9(SEP)	17.1(ENE)	8.8
San Jacinto	-	21.9	27.2(AGO)	17.8(FEB)	9.4
San José del Cabo	-	23.1	28.1(JUL)	18.3(ENE)	9.8
San Juanico	-	19.7	23.7(AGO)	17.0(DIC)	6.7
Santo Domingo	18	21.2	27.8(AGO)	16.0(ENE)	11.8
Todos Santos	15	21.6	27.5(SEP)	17.8(FEB)	9.7
Vizcafno	-	18.4	23.1(AGO)	14.5(ENE)	
<b>VERTIENTE DEL GOLFO DE CALIFORNIA</b>					
Boca del Salado	6	23.2	28.4(AGO)	18.5(FEB)	9.9
El Rosarito	122	22.5	28.8(AGO)	17.6(ENE)	11.2
La Máquina	350	21.8	29.7(JUL)	14.8(ENE)	14.9
La Paz	10	23.4	29.6(AGO)	17.4(ENE)	12.2
La Ribera	15	22.9	29.5(JUL)	16.5(FEB)	13.0
La Soledad	320	22.2	28.8(JUL)	15.9(ENE)	12.9
Las Barracas	-	23.4	28.4(AGO)	18.0(FEB)	10.4
Loreto	15	23.7	30.2(JUL)	16.2(ENE)	14.0
Los Planes	-	23.1	29.8(AGO)	16.6(ENE)	13.2
Mulegé	35	22.8	31.1(AGO)	15.1(ENE)	16.0
Santa Rosalva	17	23.4	30.8(AGO)	16.0(ENE)	14.8
<b>ZONA INTERIOR</b>					
San Javier	700	17.9	22.1(JUL)	15.1(ENE)	7.1
Sierra de La Laguna	1906	12.8	18.0(JUL)	7.0(ENE)	11.0



te entre la temperatura de la península y el aire marino.

Por la inversión de temperatura se puede observar que ésta en lugar de disminuir, aumenta a medida que va aumentando la altitud, para posteriormente, al rebasar la zona de inversión, disminuye, encontrándose los valores menores de temperatura en las partes altas de la sierra, donde alcanza valores inferiores a los 37°C.

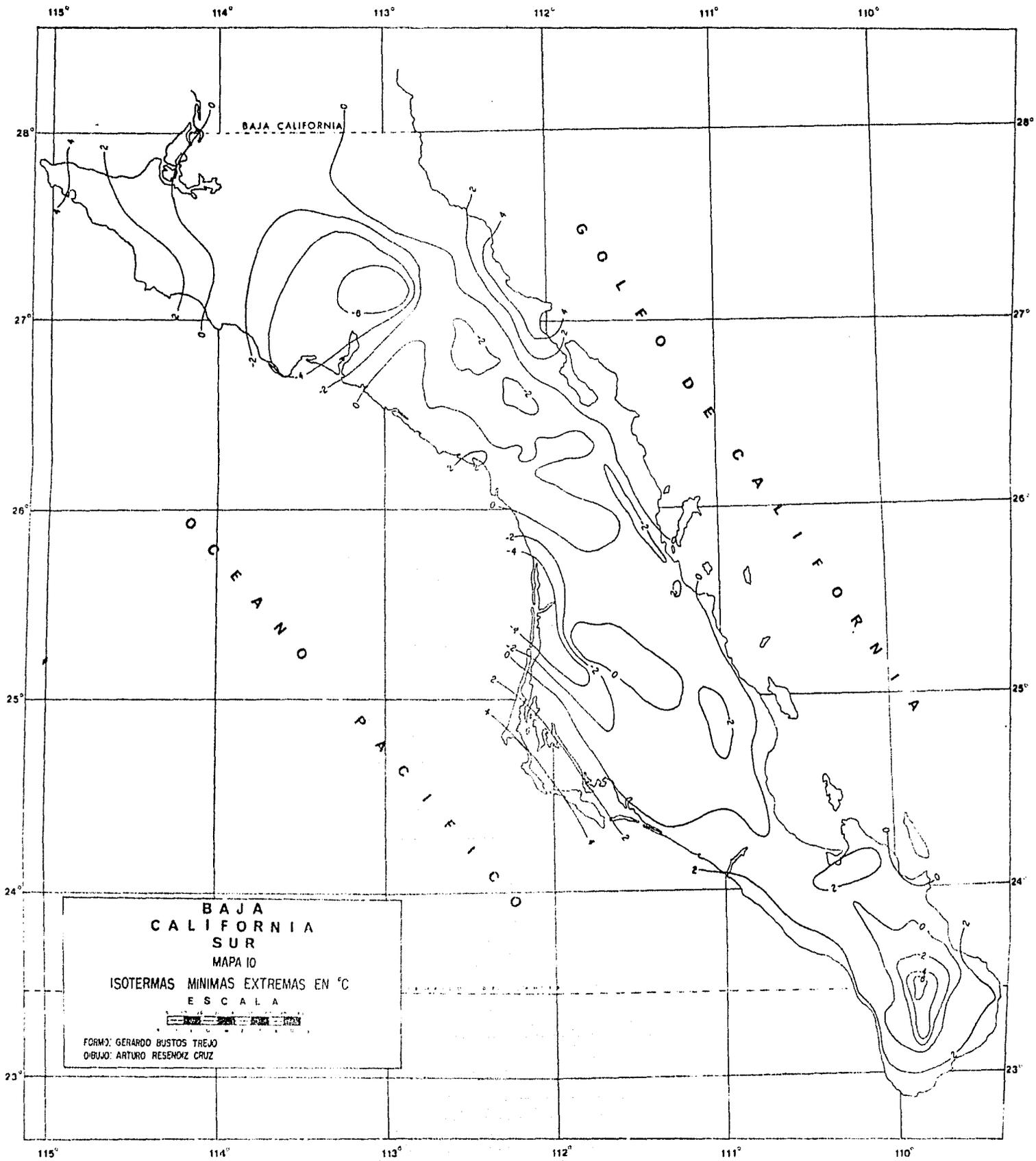
En la costa oriental, por no existir inversión de la temperatura, la disminución es normal con respecto a la altitud, hasta alcanzar también valores menores a los 37°C.

La temperatura máxima más elevada se encuentra, como es lógico suponer, en la vertiente del Golfo de California (50°C) en la estación Mulegé y la temperatura máxima más baja (36°C), corresponde a dos estaciones, El Rosarito, también en la vertiente del Golfo de California y Sierra de la Laguna que, como ya se sabe, es una estación que se encuentra en una zona elevada, por lo que la temperatura tiende a ser menor.

De acuerdo a los valores más alto y más bajo de temperatura máxima, 50°C y 36°C respectivamente, se puede decir que este elemento, en este caso, experimenta una variación de más de 10°C entre un punto bajo y un punto alto, que es casi la misma variación que experimenta una de las estaciones mencionadas a lo largo del año (Mulegé con 16°C de oscilación térmica).

#### ISOTERMAS MINIMAS EXTREMAS (MAPA 10)

Al observar la distribución de la temperatura mínima extrema en el Estado de Baja California Sur, se puede destacar la casi total desaparición de la inversión de temperatura característica en la vertiente del Océano Pacífico durante el verano, lo que se puede ex-



plicar por el hecho de que la temperatura mínima en general se presenta en los meses de invierno y es en esta época cuando lógicamente la invasión desaparece, aunque se presenta en una pequeña zona, aproximadamente en la parte central del Estado, en donde se observa que la temperatura aumenta un poco, para volver a disminuir de valor en las partes altas de la sierra, que es donde se encuentran los valores más bajos de temperatura, que alcanza en la parte montañosa del extremo sur el valor más bajo. (menor a  $-6^{\circ}\text{C}$ ), mientras que en el resto de las partes altas de la sierra alcanza valores inferiores a  $-2^{\circ}\text{C}$ .

Exceptuando esa pequeña zona de inversión de temperatura, en el resto del Estado ésta experimenta una disminución a medida que aumenta la altitud, hasta llegar a los valores antes mencionados.

El valor extremo más bajo que se obtuvo corresponde a la estación El Alamo ( $-8^{\circ}\text{C}$ ) y el valor más alto ( $5^{\circ}\text{C}$ ), corresponde a dos zonas localizadas en ambas vertientes del Estado, una de ellas ya se ha mencionado varias veces y corresponde a la vertiente occidental, es la estación Bahía Magdalena, ubicada en la isla del mismo nombre, la otra corresponde a la estación Santa Rosalía que se localiza en la vertiente oriental del Estado. Esta localización es lógica si se toma en consideración que la temperatura disminuye con la altitud y ambas zonas se encuentran a baja altitud.

## EVAPORACION

Dentro del ciclo hidrológico, la evaporación es de importancia en lo que se refiere a la pérdida de agua en general, ya que no sólo existe evaporación desde superficies líquidas, sino que también puede ser a partir del hielo y la nieve o desde superficies como el suelo y a través de la vegetación.

En el caso del Estado de Baja California Sur, la evaporación es de gran importancia y se encuentra estrechamente relacionada con la humedad relativa, que tiene gran influencia en la evaporación, ya que la regula, permitiendo que sólo se evapore el agua suficiente para saturar a la atmósfera. La humedad relativa es importante en esta zona debido a la presencia de la ya mencionada corriente fría de California, especialmente en el verano cuando el aire frío del mar invade el área terrestre con mayores temperaturas y produce una intensa vaporización que provoca un aumento en la humedad relativa.

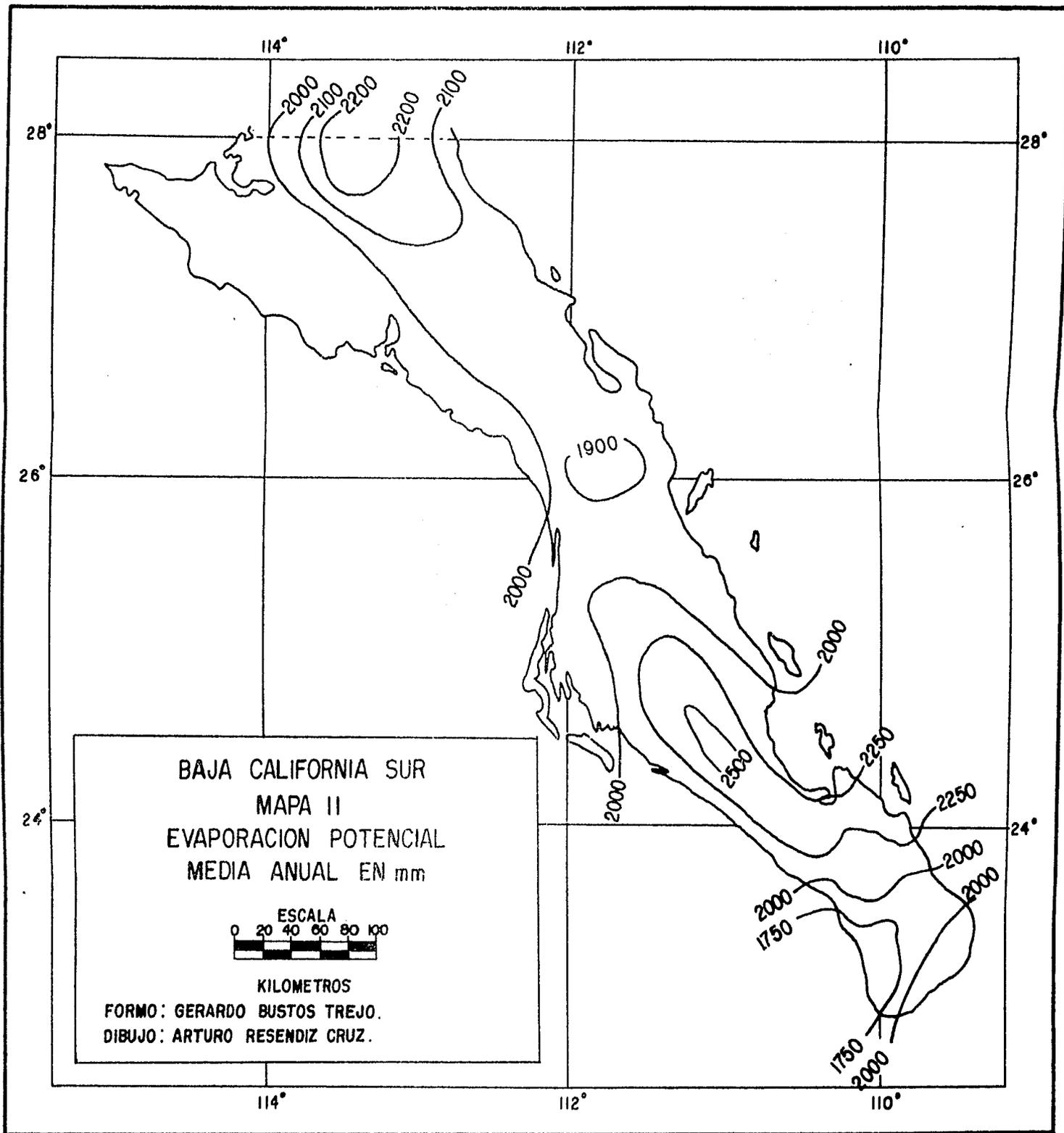
Existen dos tipos de evaporación: la evaporación potencial, que " es la cantidad máxima de agua que la atmósfera puede evaporar"<sup>24</sup>; este tipo de evaporación se mide por medio de un aparato denominado evaporímetro y es registrada por el evaporígrafo. El otro tipo de evaporación es la evaporación real, es decir, la cantidad de agua que realmente absorbe la atmósfera. Los valores de evaporación real se pueden obtener de dos formas: directamente por medio del aparato denominado evapotranspirómetro o a través de fórmulas que relacionen los elementos meteorológicos que influyen en ella.

#### EVAPORACION POTENCIAL MEDIA ANUAL (MAPA 11)

La evaporación potencial en el Estado de Baja California Sur disminuye al aumentar la altitud sólo en una pequeña zona, aproximadamente a los 26° de latitud; en el resto del Estado se observa que la evaporación aumenta a medida que se adentra en el terreno y aumenta la altitud, alcanzando en algunas zonas valores superiores a los 2 500 mm. Esto se debe a que la corriente fría de California

---

24. Maderey, R. L., (1971), p. 153.



hace que aumente la humedad relativa en la zona costera del Estado, por lo que la evaporación potencial es menor, pero al adentrarse en el territorio, esto cambia y se necesita mayor cantidad de vapor de agua para que la atmósfera se sature. Por esto, la estación que registra el valor máximo de evaporación potencial (El Paso de Iritu con 2 544.4 mm) no se encuentra cercano a la costa y se nota que la mencionada corriente no influye en esta zona, que es de máxima evaporación y se localiza aproximadamente entre los 24° y 25° de latitud.

En la parte sur del Estado, se encuentra otra zona de baja evaporación (menos de 1 750 mm), que incluye los declives occidentales de la serranía que se encuentra en el extremo sur, que aumenta a medida que avanza a la parte suroriental del mismo.

En este lugar la evaporación más baja la registra la estación San Jacinto (1 698.4 mm), que se encuentra cercana a la costa, por lo que hay que considerar que en esta zona es importante la humedad relativa, porque en algunos casos determina que la evaporación disminuya. La menor evaporación del Estado (1 626.9 mm), también se encuentra en una estación costera y corresponde a la estación Vizcaíno.

#### EVAPORACION REAL MEDIA ANUAL

Como ya se dijo, corresponde a la cantidad de agua que realmente se evapora. En este caso, de los dos métodos existentes, se utiliza el indirecto, es decir, el que a través de fórmulas relaciona los elementos meteorológicos. Una de ellas, es la fórmula de Turc, que relaciona la precipitación media anual en milímetros, con una variable que resulta de acuerdo al valor de la temperatura media anual en grados centígrados y un valor constante. En base a esta fórmula se ana-

liza la evaporación real en la zona de estudio.<sup>25</sup>

Los valores de evaporación real son bajos, oscilan entre los 100 mm y los 400 mm; este último valor se encuentra en la parte sur del Estado, que es la zona de mayor precipitación. En el resto del Estado la evaporación real varía entre 100 mm y 200 mm; esta variación incluye la serranía que atraviesa longitudinalmente el Estado y que está separada de la zona montañosa de la parte sur, así como una parte importante de la vertiente oriental, ya que en la vertiente occidental, desde el límite con el Estado de Baja California hasta una latitud aproximada de 24°, el valor es menor a 100 mm. El resto del litoral oriental, de los 25° de latitud hasta donde termina el Estado, presenta valores superiores a los 200 m.

En el siguiente cuadro (Cuadro II), se presenta una relación de algunas estaciones que cuentan con evaporación real y evaporación potencial, así como la precipitación media anual en milímetros y la temperatura media anual en grados centígrados de dichas estaciones, por ser los elementos que intervienen en la fórmula de Turc.

Se observa que el valor de evaporación real y el de precipitación son muy parecidos, incluso en casi todas, el valor de evaporación es mayor al de precipitación, con lo que al obtener los valores hay que hacerles un ajuste, ya no es posible que se evapore más de lo que llueve. Por lo que respecta a los valores de evaporación potencial, son bastante más elevados, por ser esta evaporación la cantidad de vapor de agua que absorbería la atmósfera para saturarse.

---

25. S. R. H. Atlas del Agua, p. 138.

CUADRO II

Estación	Precipitación anual en mm	Temperatura media anual en °C	Evaporación real media anual en mm según Turc	Evaporación potencial media anual en mm
Bahfa Magdalena	33.6	21.4	35.4	----
Comondu	151.7	22.5	--	1 875.4
El Paso de Iritu	178.5	22.6	186.6	2 544.4
La Paz	185.5	24.0	194.1	2 258.5
San José del Cabo	249.7	24.0	259.7	2 194.4
Santa Gertrudis	479.8	22.4	476.5	2 173.0
Santiago	300.0	23.5	309.7	1 812.3
Todos Santos	149.6	22.1	156.7	1 741.1

Fuente: S. R. H., Atlas del Agua, p. 138.

## TIPOS DE CLIMA (MAPA 12)

Por las condiciones de temperatura y precipitación que presenta el Estado de Baja California Sur, de acuerdo a la clasificación climática de Köppen, queda dentro de la zona climática B, es decir, de climas secos. Los dos tipos que existen en los climas secos se encuentran en el área de estudio, los climas que tienen más humedad o climas seco esteparios y los climas que tienen menor grado de humedad o climas seco desérticos, que se representan, respectivamente, de la siguiente forma: BS y BW.

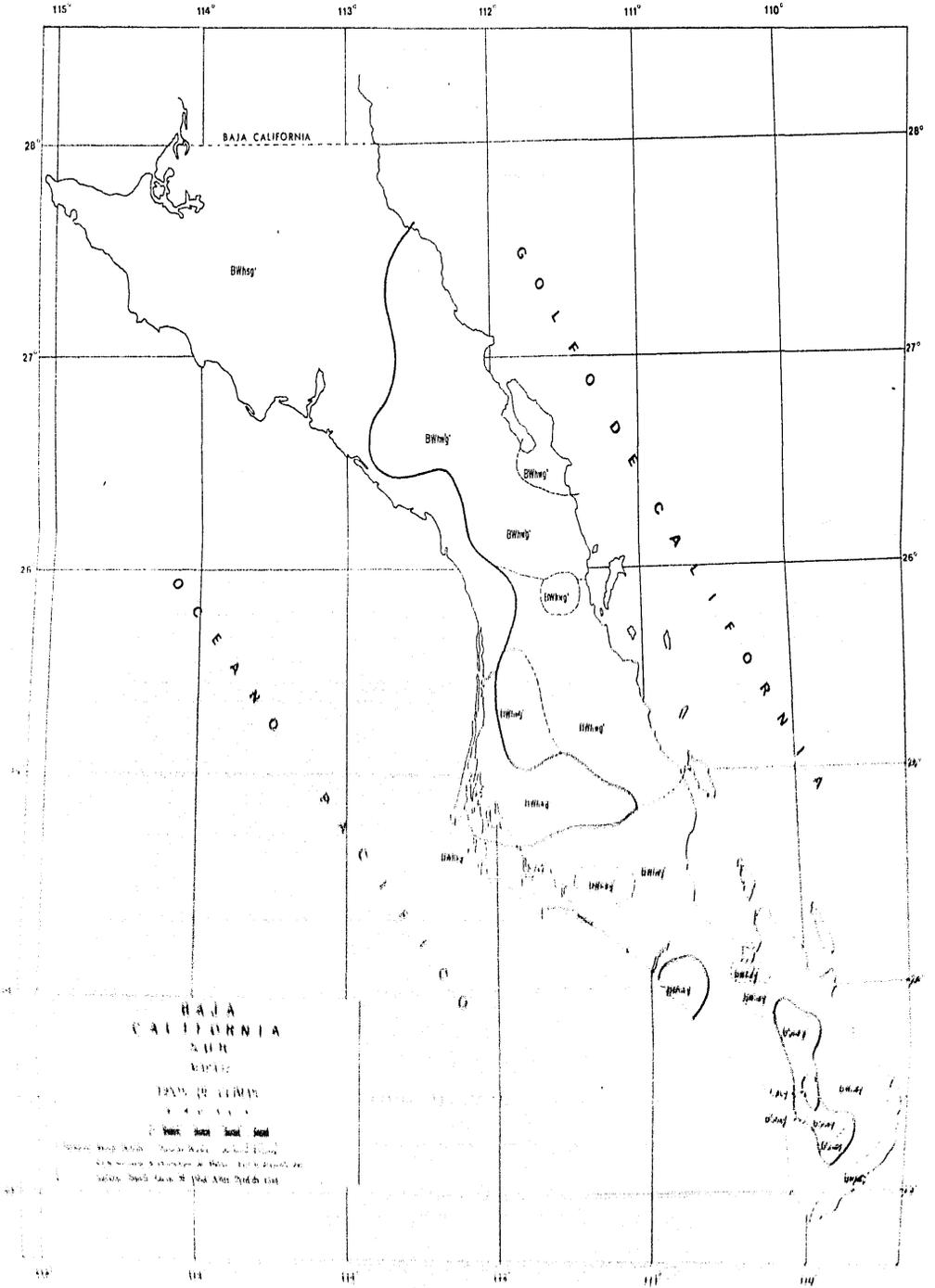
En el Estado, y en general en toda la península, son pocas las zonas que cuentan con climas más húmedos y menos calientes y en este caso existe una parte donde se presenta un clima de la zona climática C, templada.

Los tipos de clima seco que resultan según la clasificación ya mencionada, también se acompañan de otros símbolos que indican el régimen térmico, el régimen pluviométrico y la marcha de la temperatura.

Cabe aclarar que en todos los tipos de clima, para el caso de este Estado, el mes al que le corresponde la temperatura máxima en la marcha anual de la temperatura, se encuentra después del solsticio de verano, debido a que el Estado se localiza en una zona extratropical.

Los distintos subtipos de clima que se localizan en el Estado son:

26. Las estaciones analizadas en cada tipo de clima se escogieron obedeciendo, o bien a que era la única estación dentro de la zona del tipo de clima en cuestión, o bien por ser la más representa-



BAJA CALIFORNIA AND GULF OF CALIFORNIA

MAP

Isobath Coastline Island Shoal

Scale 1:500,000  
 U.S. GEOLOGICAL SURVEY  
 WATER RESOURCES DIVISION  
 MENLO PARK, CALIFORNIA

## CLIMAS SECO DESERTICOS (BW)

BWh<sub>1</sub>sg'

Clima seco desértico, cálido, con régimen de lluvias de invierno y la temperatura del mes más cálido se presenta después del solsticio de verano.

Este clima se localiza desde la frontera con el Estado de Baja California, en donde ocupa el Estado a todo lo ancho y continúa en una franja a través del Estado hasta aproximadamente la latitud de 25° en el litoral del Pacífico, para posteriormente aparecer una pequeña zona más al sur, aproximadamente a los 24° de latitud.

Esta zona, exceptuando la pequeña parte más al sur, se encuentra afectada por los ciclones extratropicales que provocan lluvia en la zona en la estación de invierno, por lo que presentan ese régimen pluviométrico. se puede observar que este clima se ubica tanto en zonas costeras del Estado así como en las sierras.

Para ejemplificar las características de este clima se trazaron las gráficas 1 y 2 pertenecientes a las estaciones de San Juanico y Vizcaíno respectivamente. En la primera de ellas, la altura anual de la lluvia es de 53.7 mm. La precipitación disminuye en los tres primeros meses del año y es nula en los siguientes tres; es en el segundo semestre del año cuando se presenta la precipitación, que vuelve a disminuir en los meses de septiembre y noviembre, obteniendo su valor máximo en diciembre. Por lo que respecta a la temperatura de esta estación, esta presenta una variación lógica en el año, siendo el mes más frío diciembre, posiblemente porque además de ser invierno, es el mes en que se presenta la mayor precipitación. La oscilación térmica es de un poco más de 6°C.

Por lo que respecta a la estación Vizcaíno, tiene una precipitación anual inferior a 100 mm, notándose un aumento de la de febrero con respecto a enero, para descender y llegar a 0.0 mm en mayo y junio. El mes más lluvioso es septiembre y en octubre se presenta un descenso significativo para aumentar posteriormente en los meses de invierno.

La evaporación, como se observa en Vizcaíno, aumenta a medida que transcurre el año, aunque en junio presenta una disminución debido al aumento de la humedad relativa, que alcanza el 82 % en ese mes. Presenta su máximo en agosto, que es el mismo mes en que se presenta la máxima temperatura (que ha aumentado a lo largo del año), y posteriormente ambos elementos disminuyen paulatinamente hasta diciembre. La temperatura oscila a lo largo del año aproximadamente 8°C.

La humedad relativa en esta estación sufre tres descensos que se manifiestan durante los meses de febrero, agosto y noviembre. Se observa que en los tres casos la disminución se produce en el mes en que la precipitación aumenta con respecto al mes anterior. Su valor medio anual es de 78 %.

BWh'sg.'

Clima seco desértico, muy cálido, con régimen de lluvias de invierno y en el que la temperatura del mes más cálido se presenta después del solsticio de verano.

Este clima se localiza inmediatamente después al sur del anterior, en la Isla Magdalena, en una zona que presenta una temperatura más elevada con respecto a la anterior zona, pero en general presenta las mismas características.

Este clima se ha representado por la estación Bahía Magdale-

na (Gráfica 3), por ser la única que presenta este tipo de clima; esta estación es la que presenta la menor altura de la lluvia de las estaciones consideradas para el estudio. En enero se presenta la mayor precipitación, que después disminuye fuertemente y desaparece en los meses de abril y mayo, posteriormente empieza a incrementar en el mes de agosto, disminuye de nuevo para aumentar en el mes de diciembre.

Por lo que respecta a la temperatura, ésta es más baja en el mes de febrero debido posiblemente al enfriamiento que produjeron las lluvias de enero, aumentando posteriormente hasta alcanzar su máximo en el mes de agosto, a partir del cual disminuye a lo largo del resto del año.

BWhwg'

Clima seco desértico, cálido, con régimen de lluvias de verano y la temperatura del mes más cálido posterior al solsticio de verano.

Este clima se localiza en una pequeña zona en la vertiente oriental del Estado (en la estación El Rosarito), en una franja que abarca parte de la vertiente occidental y la totalidad de la vertiente oriental entre los paralelos 25° y 26° de latitud y en dos zonas pequeñas, una, rodeando a la estación El Paso de Iritu y otra rodeando a la estación San Pedro.

Dentro de la zona que corresponde a este tipo de clima, se encuentran las estaciones Comondú y El Paso de Iritu (Gráficas 4 y 5). En ambas, los elementos climáticos se comportan de la misma forma, exceptuando el mes más seco, que en la primera corresponde a abril y en la segunda a mayo, pero ambas presentan el máximo de temperatura (28.4°C y 28.6°C respectivamente) y precipitación (47.9 mm y 58.1 mm

respectivamente), en el mismo mes, (agosto), así como en julio la máxima evaporación (220.9 mm y 316.1 mm respectivamente). La precipitación desciende en septiembre, octubre y noviembre y vuelve a aumentar en diciembre; en cambio, la temperatura, que experimenta una fuerte variación en ambas estaciones y la evaporación, disminuyen durante el resto del año.

Este tipo de clima se encuentra rodeando, en la parte norte, al clima seco desértico con régimen de lluvias en otoño, lo que resulta normal considerando que los ciclones tropicales no sólo afectan el extremo sur de la península, sino que se corren un poco hacia el norte en latitud y afectan a la vertiente oriental, por lo que todos los climas con régimen de lluvias en verano y otoño ocupan gran parte del Estado.

BWhw'g'.

Clima seco desértico, cálido, con régimen de lluvias de otoño y la temperatura del mes más cálido después del solsticio de verano.

Este clima se distribuye de la siguiente forma: en una zona comprendida aproximadamente entre los paralelos 23° y 25° de latitud, en una zona que rodea a varios climas, entre ellos los climas seco estepario y el clima templado, así como a otros seco desérticos; esta parte es la que se encuentra más afectada por los ciclones tropicales, por lo que estos climas con régimen pluviométrico de otoño, son característicos de ella. Otra zona entre los 25° y 25°30' de latitud, rodeada por el clima anteriormente descrito y el clima BWhsg' y por último una tercera zona entre los 26° y 27°30' de latitud, rodeada por los climas BWhwg', BWhsg', y BWkwg'.

Este clima corresponde a la estación El Ojo de Agua (Gráfi.

ca 6), que ya se mencionó anteriormente por ser una de las estaciones que experimenta la mayor variación de temperatura en el año. Aquí, la precipitación disminuye durante los primeros meses del año, hasta desaparecer durante abril y mayo, para posteriormente aumentar y alcanzar su máximo en agosto (47.2 mm) a partir del cual disminuye hasta noviembre para volver a aumentar en diciembre. La temperatura presenta un aumento considerable entre los meses de junio y julio, agosto es el mes más cálido (30°C), que es el mes en el que se presenta la mayor precipitación, por lo que este máximo puede explicarse por la inversión de temperatura que se produce en la costa occidental del estado producida por la corriente fría de California. Después la temperatura presenta una fuerte disminución entre octubre y noviembre.

BWkwg<sup>f</sup>.

Clima seco desértico, frío, con régimen de lluvias de verano y la temperatura del mes más cálido después del solsticio de verano.

Este clima se encuentra en una pequeña zona situada en una parte de la serranía de Baja California Sur, aproximadamente a los 26° de latitud, zona que se encuentra influenciada por los ciclones tropicales. El régimen térmico es frío, por encontrarse en una región elevada.

La estación San Javier (Gráfica 7), es la única que presenta este tipo de clima, esta es una de las pocas zonas del Estado que presentan precipitación, aunque sea muy escasa, durante todo el año. La temperatura aumenta a lo largo del año hasta el mes de julio, descendiendo en agosto, que es el mes en el que se presenta el máximo de precipitación, por lo que debe haber un enfriamiento del aire y después aumenta en septiembre para posteriormente disminuir en los últimos meses del año. La precipitación también disminuye a partir de

agosto, pero vuelve a aumentar en diciembre.

BWh'w'g'.

Clima seco desértico, muy cálido, con régimen de lluvias de otoño y la temperatura del mes más cálido se presenta después del solsticio de verano.

Este clima se encuentra localizado en el extremo sur del Estado, comprendiendo una zona del litoral del Océano Pacífico. También se encuentra en una pequeña zona interior, aproximadamente a los 24° de latitud, en un corredor que comunica al litoral del Océano Pacífico con el del Golfo de California.

La estación Cabo San Lucas (Gráfica 8), queda dentro de este subtipo climático, con una precipitación no muy elevada; la precipitación disminuye durante los primeros seis meses del año, siendo nula en el mes de junio, en julio empieza a haber precipitación, que alcanza su altura máxima en el mes de septiembre, es decir, un mes después que la temperatura, que alcanzó su máximo en agosto (28.6°C). La precipitación a partir de ahí disminuye y se eleva escasamente en el mes de diciembre. El mes más frío en esta estación es febrero (18.8°C).

CLIMAS SECO ESTEPARIOS (BS)

BShwg'

Clima seco estepario, cálido, con régimen de lluvias de verano y la temperatura del mes más cálido después del solsticio de verano.

Este clima se localiza en la parte sur del Estado en una pequeña zona que coincide con la serranía que se encuentra en esta parte. En esta zona es donde se encuentran los climas esteparios y

los templados, esto se debe a que las condiciones de humedad son más favorables para la presencia de dichos climas.

La estación El Triunfo (Gráfica 9), corresponde a una de las zonas del Estado que presentan clima seco estepario. En ella, el mes más cálido es agosto (26.6°C) y el mes más frío enero (16.2°C). Por lo que respecta a la precipitación, ésta disminuye hasta el mes de abril que junto con el mes de mayo, son los que no presentan lluvia; a partir de ahí, la precipitación aumenta hasta alcanzar su máximo en agosto y a partir de ahí disminuir para volver a aumentar en diciembre.

BSh'wg'.

Clima seco estepario, muy cálido, con régimen de lluvias de verano y la temperatura del mes más cálido se presenta después del solsticio de verano.

También este clima se localiza en el extremo sur del Estado, en la parte sur de dicha serranía.

La estación Santa Gertrudis (Gráfica 10), es la única que presenta este clima. En ella, la precipitación disminuye los primeros meses del año hasta llegar a mayo que no presenta precipitación, en junio empieza a aumentar hasta que en agosto alcanza el máximo, en septiembre tiene una pequeña disminución para luego ser más notoria en octubre, baja aún más en noviembre y aumenta en diciembre. La temperatura aumenta paulatinamente a lo largo del año, alcanzando su máximo en agosto, no así la evaporación que lo alcanza en julio, antes del máximo de lluvia. Después de esto, ambos elementos disminuyen el resto del año.

BShw'g'.

Clima seco estepario, cálido, con régimen de lluvias de otoño y la temperatura del mes más cálido después del solsticio de verano.

Este clima se encuentra en la parte sureste de la zona ya mencionada; se puede decir que es la zona más expuesta a los ciclones tropicales, por lo que su acción con respecto al régimen pluviométrico es más notoria.

Este tipo de clima se encuentra en la estación Caduaño (Gráfica 11), que presenta precipitación en todos los meses del año, aunque en los que generalmente no se registra precipitación, ésta es muy escasa. Después de mayo, que es el mes más seco, la precipitación aumenta hasta llegar a septiembre que es el mes más húmedo, para disminuir los siguientes tres meses del año. La temperatura que aumenta paulatinamente, alcanza su máximo en julio, a partir del cual disminuye. No coincide con el mes más húmedo, debido, como en los demás casos, a que las masas de aire se enfrían al incrementarse la precipitación.

#### CLIMAS TEMPLADOS (C)

Cw'bg'.

Clima templado propiamente dicho, con régimen de lluvias de otoño y la temperatura del mes más cálido después del solsticio de verano.

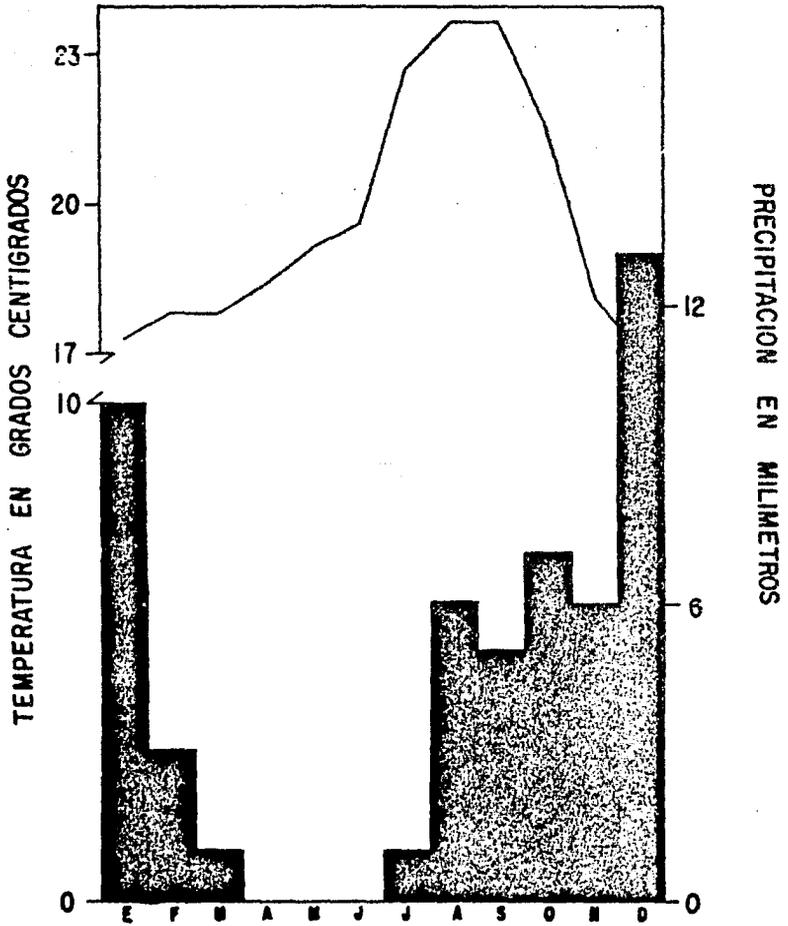
La única zona que se encontró en el Estado con este clima, que como se puede apreciar en el mapa correspondiente, es una zona muy pequeña, corresponde a la parte alta de la zona montañosa ubicada en el sur del Estado.

Se encuentra clima templado en esta parte del Estado, debido a que la precipitación es mayor que en el resto del Estado y por lo tanto la humedad, dada la influencia de los ciclones tropicales y la altitud del terreno, es mayor.

La estación Sierra de la Laguna (Gráfica 12), es la única estación de las consideradas que presenta este clima. Es la estación que registra mayor lluvia anual (656.3 mm) y sigue el patrón que han seguido todas las estaciones con respecto a este elemento, es decir, disminuye hasta el mes de abril, que es cuando no se registra precipitación, a partir de mayo empieza a aumentar hasta alcanzar el máximo en septiembre y disminuir bruscamente en octubre y noviembre, teniendo un discreto aumento en diciembre. La temperatura alcanza su máximo en julio (18°C) y su mínimo en enero (7°C).

En todas las gráficas que se trazaron se observa que la evaporación baja en el mes de máxima precipitación debido a que la atmósfera disminuye su poder evaporante al aumentar la humedad. Por otra parte también se ve que en las estaciones con régimen de lluvia de verano, la lluvia del invierno se manifiesta claramente debido a que el área de estudio está definitivamente influenciada por el frente polar en esa época del año.

ESTACION  
 SAN JUANICO  
 BW hs g'



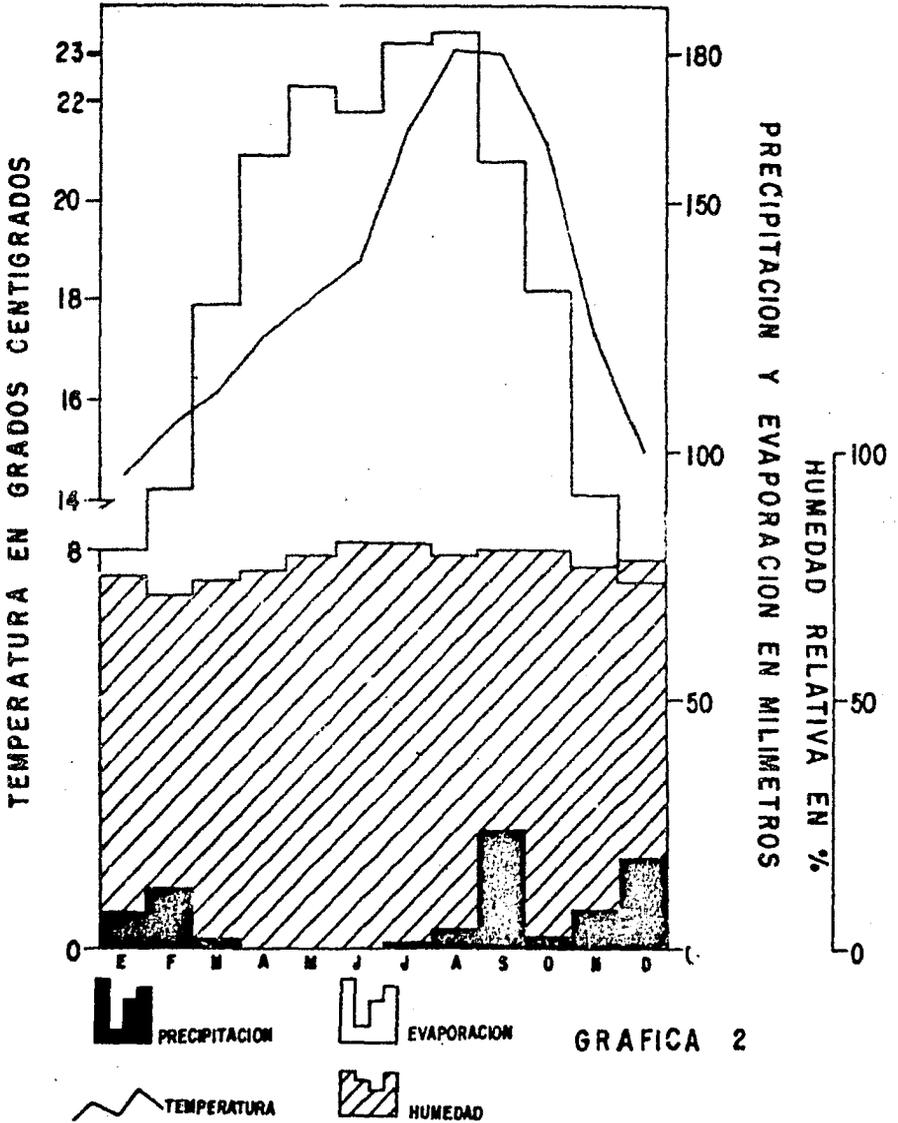
 PRECIPITACION

 TEMPERATURA

GRAFICA I

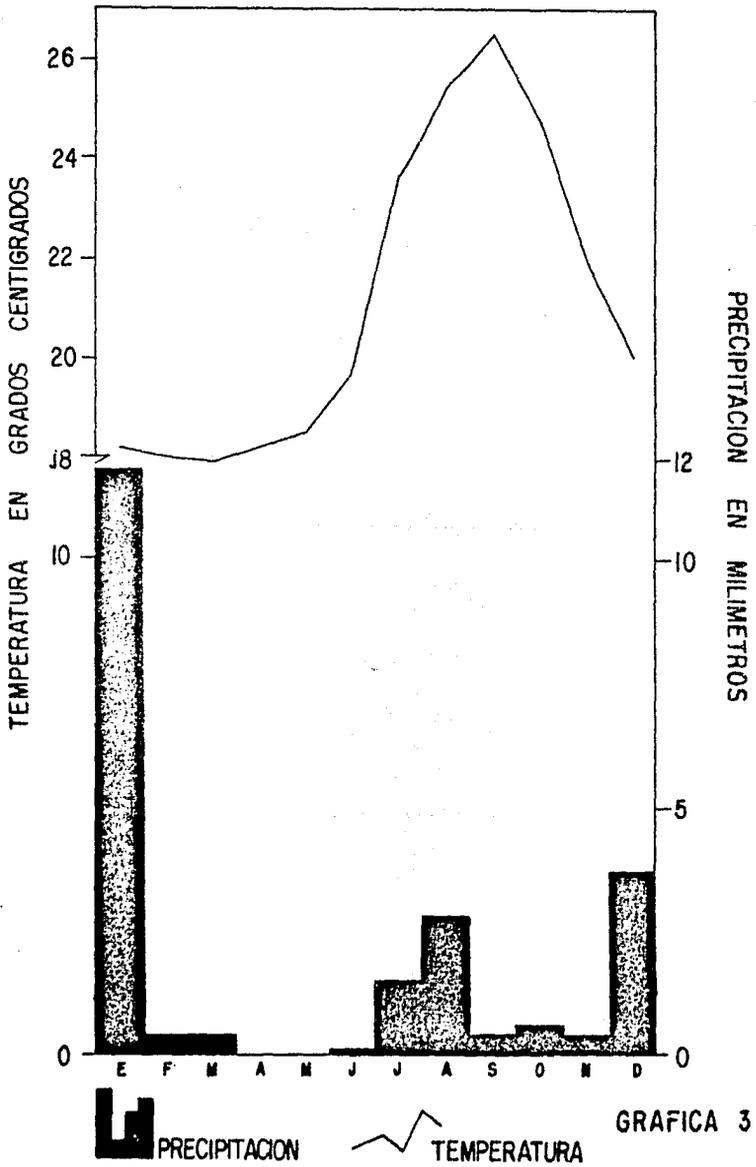
ESTACION  
VIZCAINO

BWh sgl



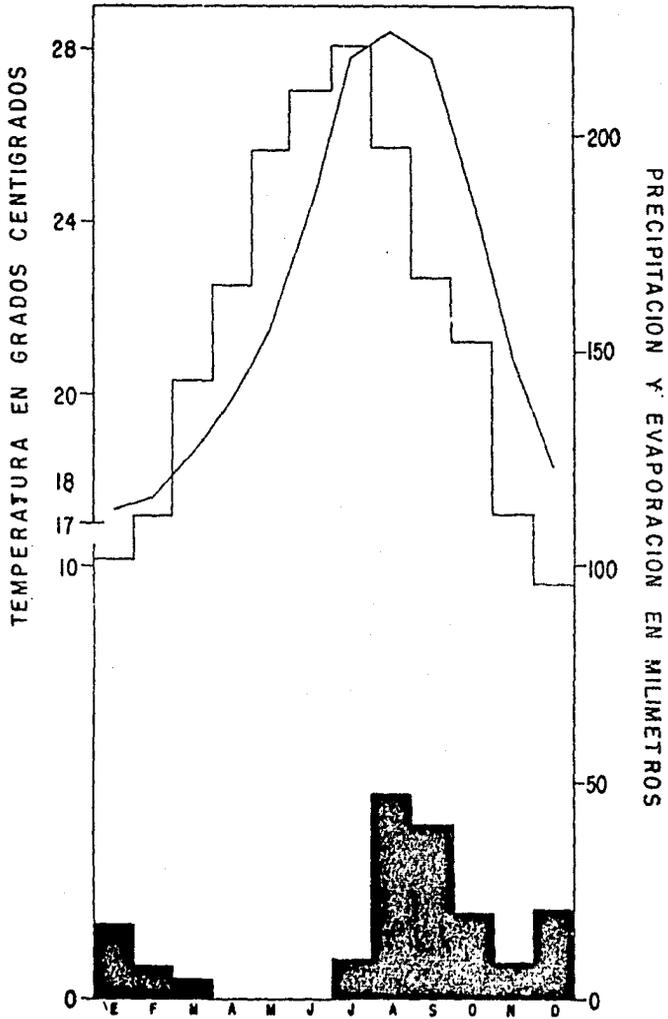
GRAFICA 2

ESTACION.  
BAHIA MAGDALENA  
BWh 'sg'



GRAFICA 3

ESTACION  
COMONDU  
BW h w g'

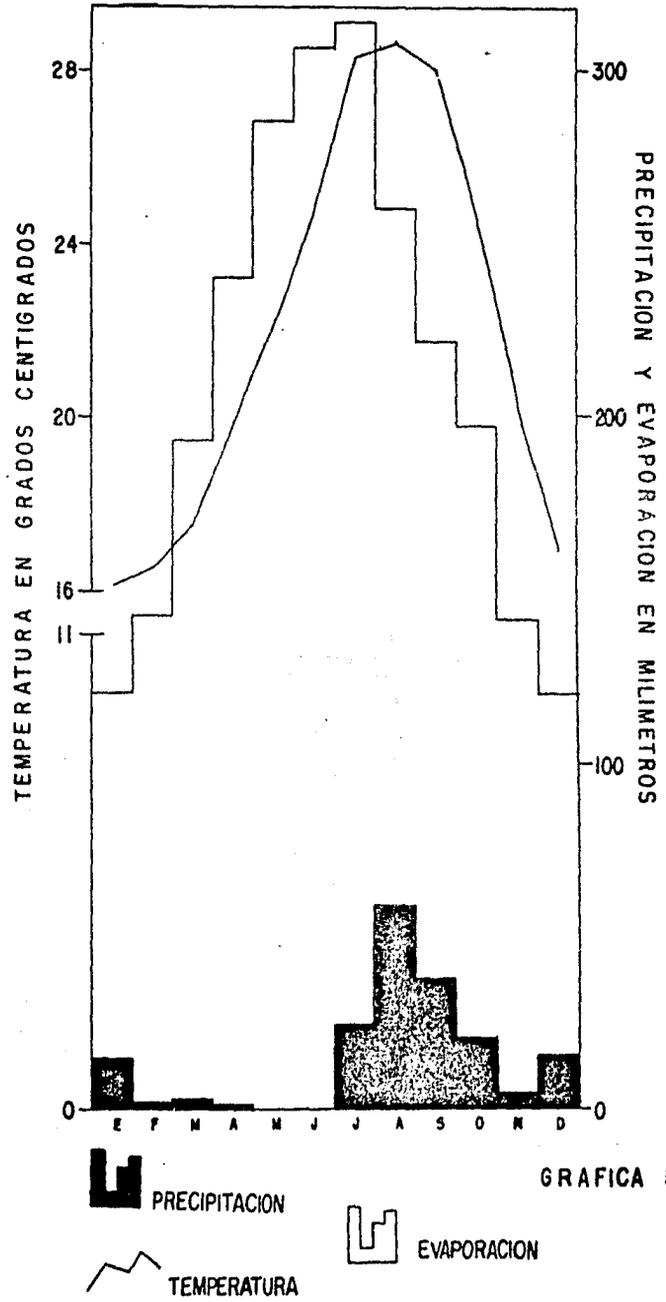


GRAFICA 4

 PRECIPITACION  
 TEMPERATURA

 EVAPORACION

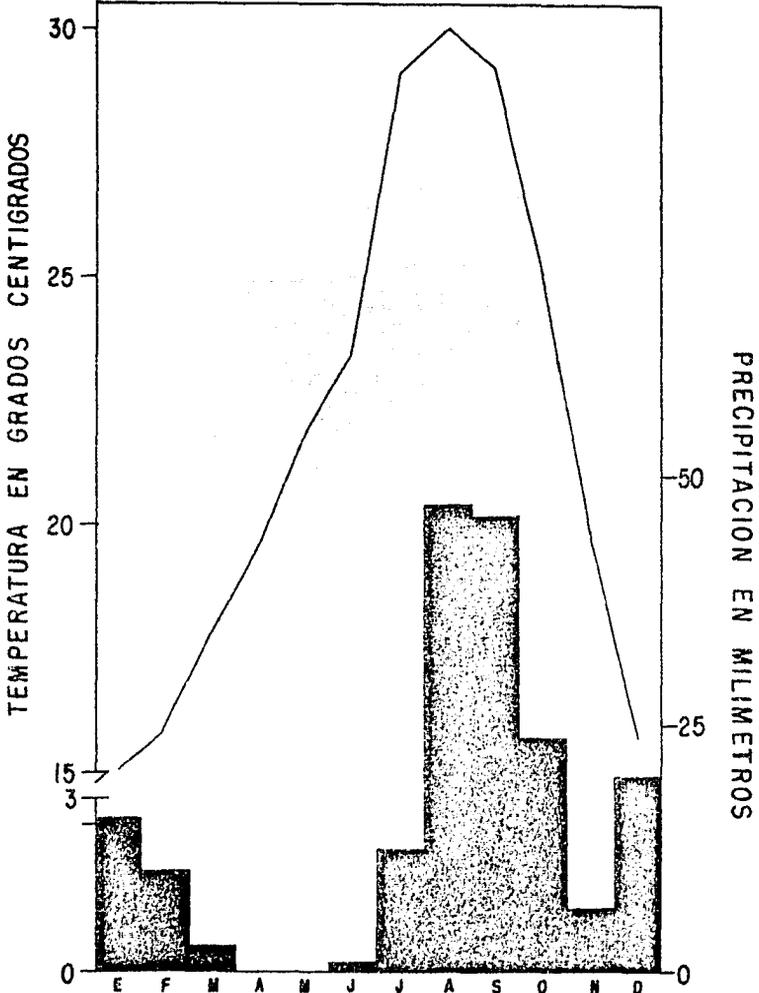
**ESTACION.  
EL PASO DE IRITU  
8Whwg'**



**GRAFICA 5**

ESTACION  
EL OJO DE AGUA

BWhw!gl



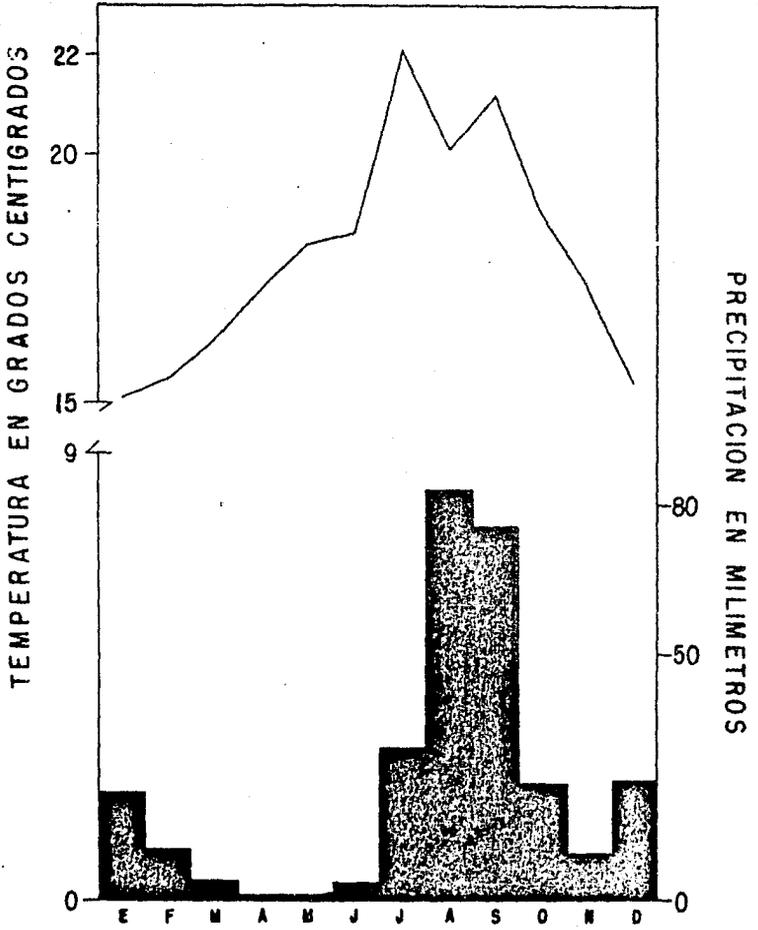
PRECIPITACION



TEMPERATURA

GRAFICA 6

ESTACION  
SAN JAVIER  
BW kwj

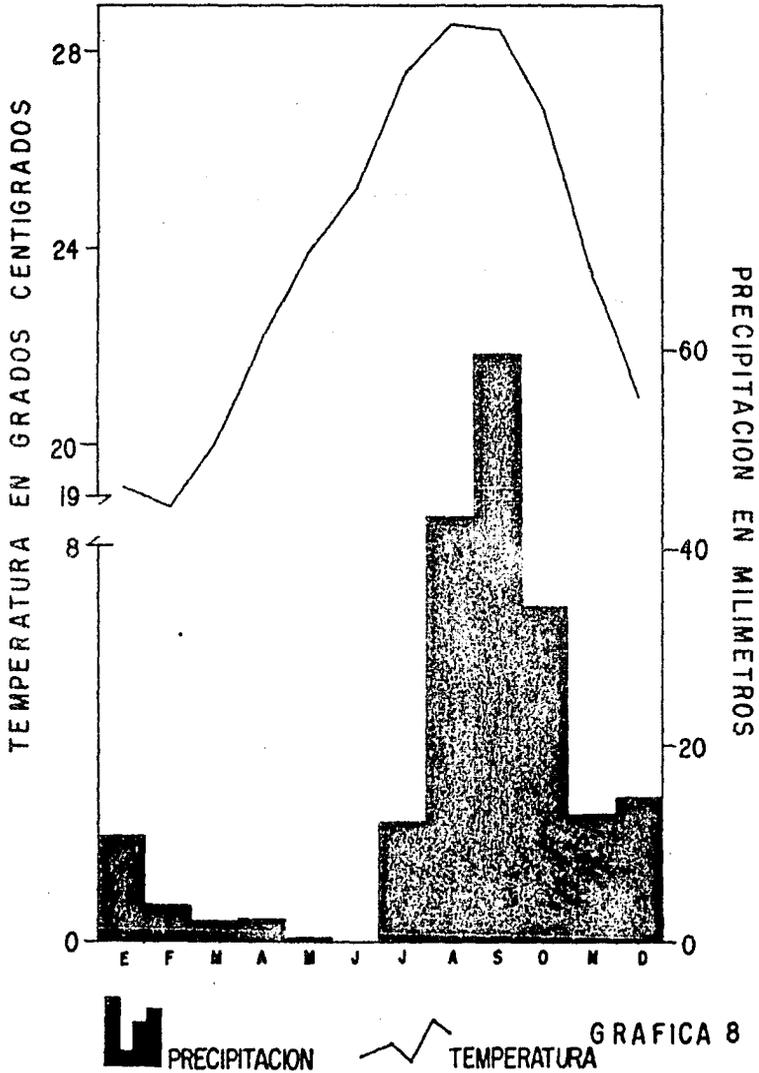


 PRECIPITACION

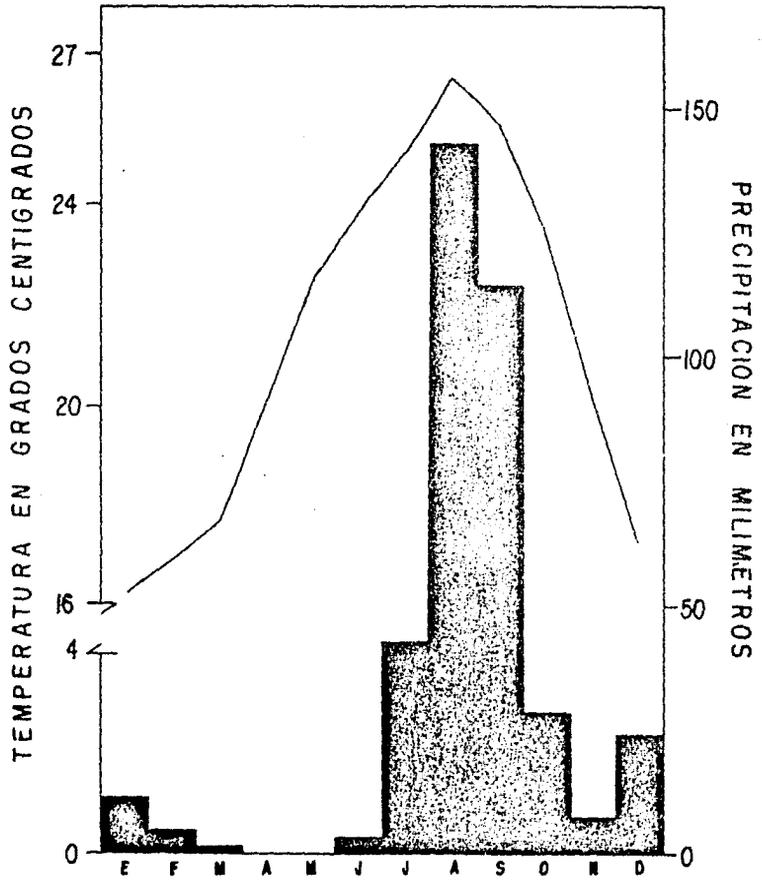
 TEMPERATURA

GRAFICA 7

ESTACION  
CABO SAN LUCAS  
BWh'w'g'



ESTACION  
EL TRIUNFO  
BShwg'

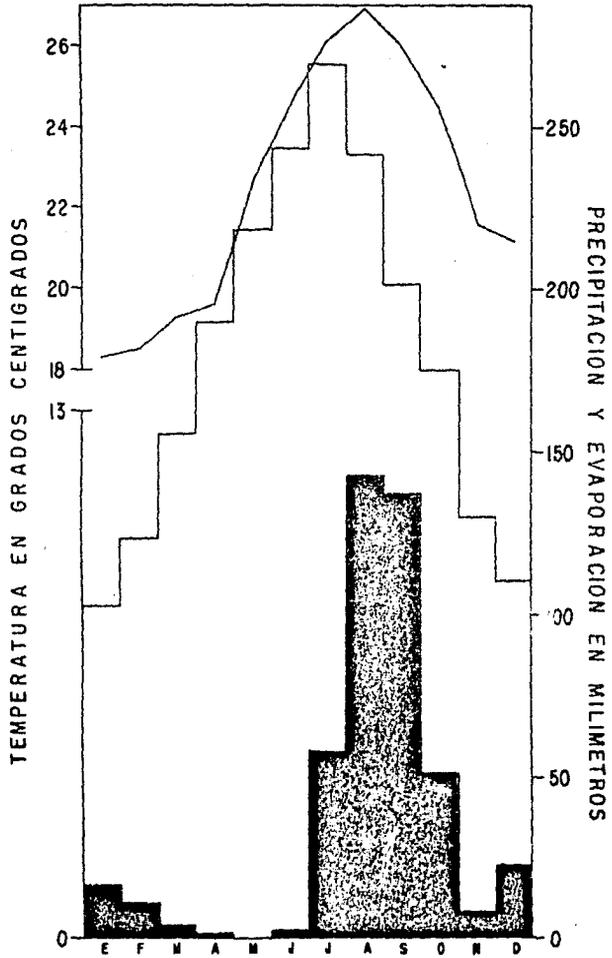


 PRECIPITACION

 TEMPERATURA

GRAFICA 9

ESTACION  
SANTA GERTRUDIS  
BS N° 9'



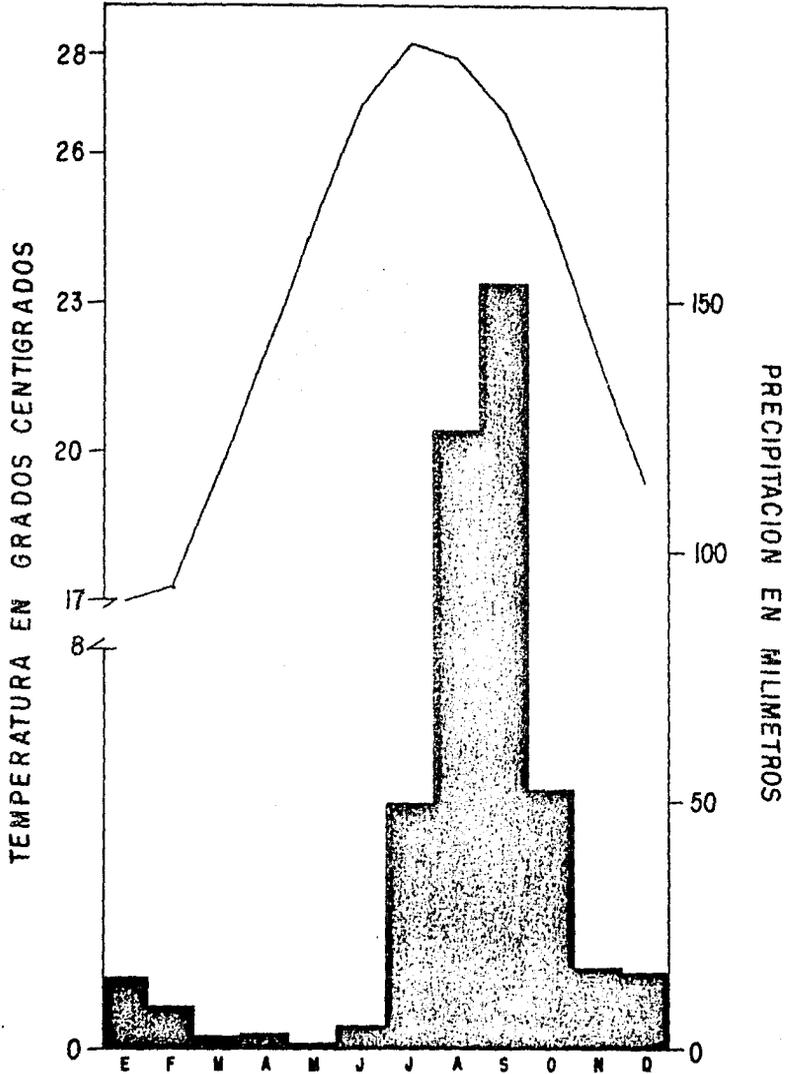
GRAFICA 10

 PRECIPITACION

 EVAPORACION

 TEMPERATURA

ESTACION  
CADUAÑO  
BShw'g'



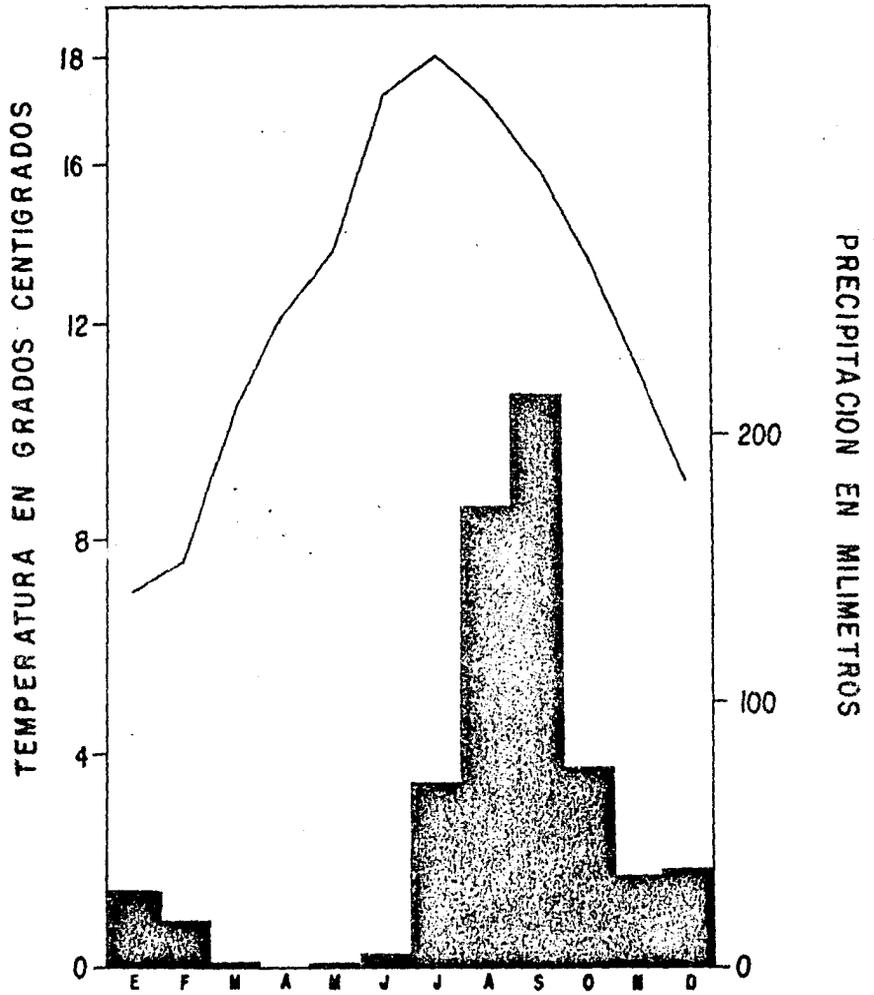
PRECIPITACION



TEMPERATURA

GRAFICA II

ESTACION  
SIERRA DE LA LAGUNA  
Cw'bg'



 PRECIPITACION

 TEMPERATURA

GRAFICA 12.

### III. HIDROLOGIA

Después de analizar los aspectos fisiográficos, de vegetación y climático que afectan a la zona, se estudian las características hidrológicas del Estado de Baja California Sur con el objeto de ver de que manera influyen, en esta región, los aspectos mencionados en la hidrología.

Hay que tomar en cuenta los dos aspectos de la hidrología, es decir, las aguas superficiales y las aguas subterráneas; ya que en algunas zonas del Estado, los mantos freáticos son de importancia, como se verá posteriormente.

El estudio del agua superficial requiere la información que se obtiene de las distintas estaciones hidrométricas con que cuenta la zona, que entre otras cosas se encargan de medir los volúmenes de agua de las corrientes donde se encuentran instaladas.

En el caso de este Estado, sólo existen tres estaciones hidrométricas, localizadas en la vertiente del Océano Pacífico, una de ellas se encuentra en la parte media del Estado y las otras dos se encuentran en la parte sur, ambas en la misma cuenca, aunque ubicadas en distintas corrientes.

Los datos que se utilizaron para cuantificar los volúmenes de escurrimiento se obtuvieron, debido a la escasez de la información, de la siguiente forma: se buscaron los cuadros del registro de las estaciones y para obtener las medias mensuales de cada mes, se hizo el promedio con el número de datos que tenía cada uno de ellos aunque no todos los períodos fueran iguales. Los volúmenes medios anuales se obtuvieron sumando los escurrimientos medios mensuales de los 12 meses del año.

## 1. CARACTERISTICAS HIDROGRAFICAS

Considerando las condiciones de precipitación y en general las condiciones climáticas del Estado, las corrientes que se presentan en él, son en su mayoría corrientes intermitentes, es decir, que sólo llevan agua determinado período del año, que por lo general coincide con el régimen de lluvias.

La gran mayoría de los autores considera que en esta zona las corrientes no se pueden denominar ríos, sino arroyos, por considerar que sus características no corresponden a las que presentan los ríos; tomando en cuenta que en muchos casos se denomina a las corrientes arroyos, cuando son originados de precipitaciones torrenciales.

Muñoz Lumbier<sup>27</sup> da la siguiente definición: " Arroyo, del antiguo ibelo arroyo, corriente de agua poco considerable para recibir el nombre de río. El caudal es una corriente intermitente que corre formando surcos".

El diccionario Webster<sup>28</sup> considera entre otras cosas que un arroyo es una corriente de poco caudal, debida a fuertes precipitaciones o licuaciones de nieve y hielo".

Para considerar a una corriente como río, en general los autores coinciden en que esta debe de sufrir el paso de distintos estados; el Webster<sup>29</sup> considera a un río como " una corriente natural de agua mayor que un arroyo o un río tributario y que presenta tres fases de desarrollo: juventud, madurez y vejez".

27. Muñoz, L. M. (1945), p. 22

28. Stamp, L. D., *Ecology* (1963) p. 79.

29. *Ibid*, p. 395.

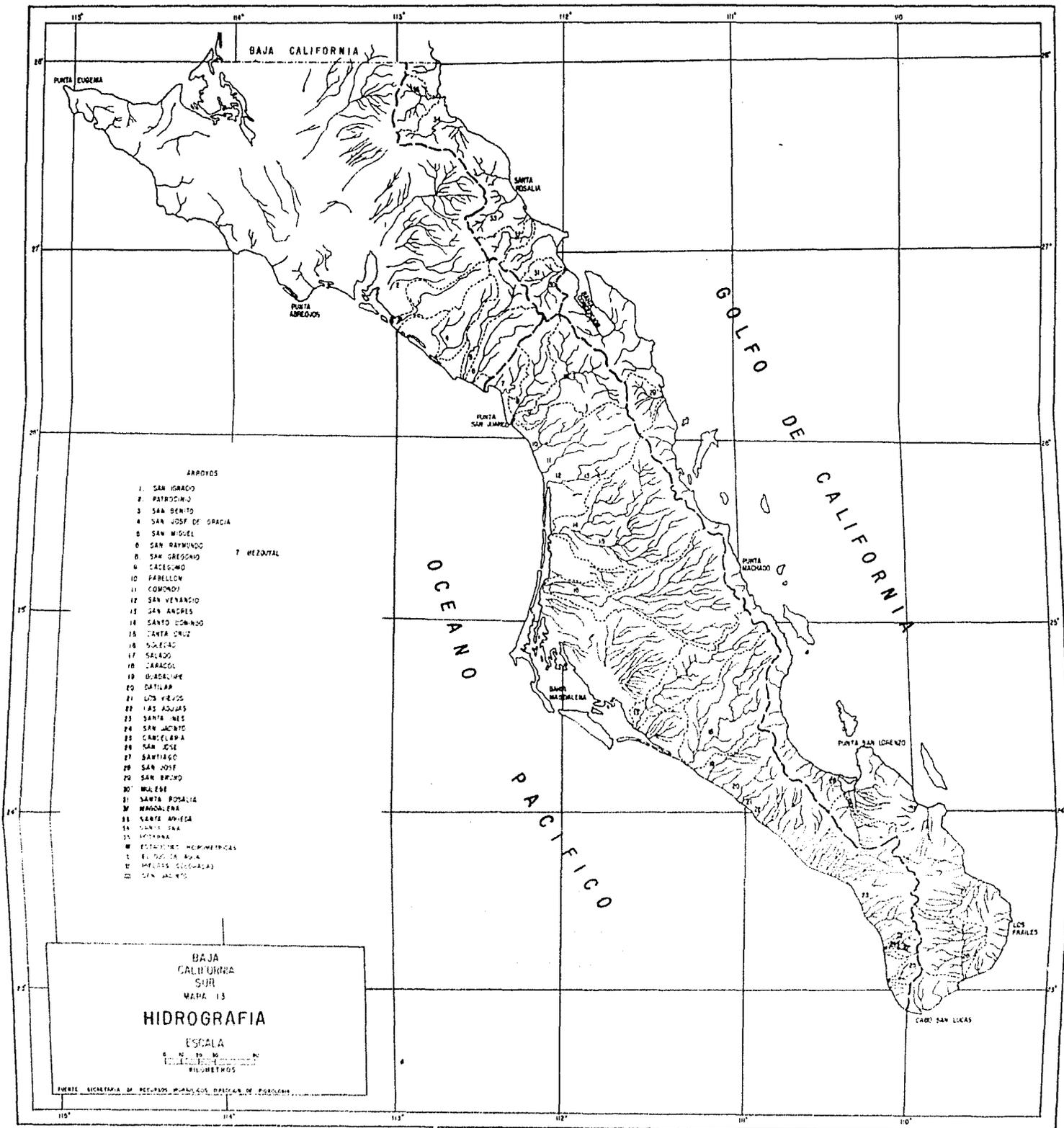
Como se sabe, la serranía que cruza a todo lo largo de la península se encuentra cercana al litoral del Golfo de California, siendo esto más marcado en la zona de estudio. Esto define en gran parte las características que presentan las corrientes por una parte, la vertiente del Pacífico, presenta características favorables para la existencia de corrientes de curso largo por encontrarse la divisoria de las aguas muy alejada de la costa, siendo algunas de gran importancia. En cambio, las corrientes de la vertiente del Golfo de California son corrientes que tienen un curso muy corto en casi todo el Estado. En la parte sur esto cambia un poco, ya que la divisoria principal de las aguas se aleja del Golfo de California por lo que las corrientes tienen que recorrer mayor extensión para llegar al mar, en los casos en que las corrientes lo hacen, porque existen algunas que antes de llegar al mar se infiltran, o bien se pierden sus caudales por evaporación.

Al observar el mapa hidrográfico (Mapa 13) de la Secretaría de Recursos Hidráulicos, ahora Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, se puede ver, como ya se ha mencionado, que la divisoria principal de las aguas se encuentra cercana al litoral del Golfo de California, por lo que ambas vertientes presentan características distintas.

Dentro del mismo mapa se puede observar la agrupación de las corrientes en cuencas y su ubicación en el Estado, en donde se destacan los arroyos que se consideran más importantes, que como es lógico, corresponden en su mayoría a la vertiente del Océano Pacífico.

Siguiendo a la antes Secretaría de Recursos Hidráulicos<sup>30</sup>,

30. S.R.H. Boletín Hidrológico No. 28, (1971), p. 1-08.



según la nueva división en regiones hidrológicas al Estado le corresponden las siguientes:

No. 2 - Baja California Centro- Oeste

No. 3 - Baja California Sur - Oeste

No. 5 - Baja California Centro - Este

No. 6 - Baja California Sur - Este

Dentro de cada región se encuentran algunas corrientes de importancia, que a continuación se describen:

Región No. 2 - Baja California Centro - Oeste

Desierto de Vizcaino.

Esta zona se encuentra en la parte noroccidental del Estado. Como se sabe es una zona que tiene una precipitación muy baja, que por latitud se encuentra donde los vientos son verticales descendentes y queda incluida dentro de la zona de desiertos del mundo.

Esta zona de aproximadamente 20 000 Km<sup>2</sup> <sup>31</sup> además de carecer de corrientes de agua superficial, no presenta cauces definidos, observándose que algunas corrientes se infiltran o se pierden por evaporación y no llegan al mar.

Arroyo San Benito.

Es la primera corriente importante que se encuentra después de la zona del desierto, con una cuenca muy angosta y de pequeña extensión (763 Km<sup>2</sup>)

Arroyo San José de Gracia.

Tiene características parecidas al arroyo anterior con el

31. S.R.H., op. cit, p. 1-15.

cual colinda, pero presenta una cuenca de mayor extensión (775 Km<sup>2</sup>) que la anterior.

#### Arroyo San Miguel.

Es una corriente bien definida y bien identificada, con una cuenca de mayor extensión que las dos anteriores. (790 Km<sup>2</sup>)

#### Arroyo San Raimundo.

Es una corriente cuyas características son comparables a la anterior, tiene una extensión de 975 Km<sup>2</sup>, con ella termina la región hidrológica No. 2.

#### Región No. 3 - Baja California Sur-Oeste.

#### Arroyo Mezquital.

Es la primera corriente que se encuentra en esta región, siendo de muy pequeñas dimensiones ( 328 Km<sup>2</sup>).

#### Arroyo San Gregorio

La cuenca de este arroyo colinda con la anterior, en general conserva las mismas características que el arroyo anterior, excepto la extensión, ya que de los descritos hasta ahora, es el de mayor importancia en extensión ( 803 Km<sup>2</sup>).

#### Arroyo Cadegomo.

Es uno de los arroyos importantes en el Estado, en su parte media se puede observar la estación hidrométrica El Ojo de Agua, que " recoge los escurrimientos generados en una zona alta de la vertiente occidental de la sierra de la Concepción "32. Cerca de él se

---

32. Ibid, p. 1-16.

Entre este arroyo y arroyo Salado, existe una zona que tiene un drenaje muy escaso, localizada frente a Bahía Magdalena, en donde los arroyos no alcanzan a llegar al mar (de esta zona ya se habló haciendo referencia a su escasez de precipitación). Estas pequeñas corrientes no logran llegar al mar por la existencia "de una faja arenosa que las absorbe".<sup>33</sup>

También se considera en esta zona la existencia de una cuenca cerrada, además de una amplia superficie donde existen corrientes de poca importancia que fluyen hacia el Océano Pacífico.

#### Arroyo Salado.

Esta corriente limita con la cuenca cerrada anterior y se presenta como una corriente bien definida cuyo cauce principal sigue un rumbo suroeste.

#### Arroyo Caracol.

Es un arroyo que presenta las mismas características que el arriba mencionado.

Entre estas dos cuencas, existe otra que no se menciona, por considerarla como una cuenca cuyos arroyos no son de importancia.

#### Arroyo Guadalupe.

Su desembocadura se encuentra en la zona más estrecha de la península de Baja California (aproximadamente en el paralelo 24°), por lo que los cauces que se encuentren en esa zona se ven disminuidos en longitud, su cuenca, por lo tanto, también es muy pequeña (520 Km<sup>2</sup>)

---

33. Ibid. p. 1-17.

### Arroyo Datilar.

Es una corriente similar a la anterior e inclusive tiene una cuenca más reducida ( $360 \text{ Km}^2$ ).

Arroyos El Conejo, La Vieja, Ballenas, La Aguja, El Cedro y Seco.

Todas estas corrientes se comportan como las mencionadas anteriormente, siendo sus cuencas de extensión mucho menor.

Continúan una serie de corrientes que no reciben denominación hasta que se encuentra al río Matancita con una cuenca no muy grande (menos de  $500 \text{ Km}^2$ ), que nace en la sierra de San Lorenzo.

Cabe recordar que hacia el sur, las corrientes y cuencas del Océano Pacífico se hacen más cortas en relación a las del Golfo de California, por el cambio de dirección que sufre la divisoria principal de las aguas dada la presencia de las sierras de San Lázaro, San Lorenzo y de la Laguna al sur de la península.

### Arroyo San Jacinto.

Aunque no es una cuenca de extensión considerable ( $212 \text{ Km}^2$ ), es de importancia, porque en dos de las corrientes que la forman, se encuentran ubicadas dos estaciones hidrométricas, una de ellas está ubicada en el arroyo Las Parritas en la margen izquierda del arroyo San Jacinto y la estación se denomina también San Jacinto; la otra se denomina Piedras Coloradas y está situada sobre la corriente del mismo nombre, al norte de la confluencia con el arroyo Las Parritas

### Arroyo Candelaria.

Es un arroyo con una cuenca muy pequeña ( $215 \text{ Km}^2$ ) y es el

último que puede definirse en esta región hidrológica.

Región No. 5 - Baja California Centro-Este.

Dentro de esta región y de norte a sur en el Estado, se encuentra una zona donde no existen arroyos de importancia que abarca una extensión de 300 Km<sup>2</sup>. Posteriormente siguen los que a continuación se mencionan:

Arroyo Poterna.

Este arroyo tiene una longitud muy pequeña, tomando en consideración las características topográficas de la zona, ya que en esta vertiente, la del Golfo de California, la serranía se acerca mucho a este litoral.

Arroyo Santa Ana.

Nace en el cerro de San Ignacio, su cuenca limita con la del arroyo anterior y es de menor extensión, aunque su longitud es mayor, en general se comporta igual que el anterior.

Arroyo Santa Agueda.

Tiene su nacimiento en el Cerro Encantado y sigue hacia su desembocadura con una dirección NE, su longitud es menor a la del anterior.

Entre los dos últimos arroyos existe una faja que presenta una serie de cauces indefinidos.

Arroyo Mulegé.

Su curso original es de sur a norte y posteriormente de oeste a este, recibe este nombre por pasar por el poblado de Mulegé. Tie-

no un afluente en la margen izquierda denominado río Santa Rosalva, que se le une cerca de Mulegé.

### Región No. 6 Baja California sur - este

#### Arroyo San Bruno.

Este arroyo tiene una cuenca muy pequeña (533 Km<sup>2</sup>).

Entre este arroyo y el arroyo Mulegé, existe una zona de corrientes secundarias que no se identifican y drenan una extensión de 1 808 Km<sup>2</sup>. Se puede decir que esta zona es la que menos drenaje superficial presenta, por la cercanía que presenta la divisoria principal de las aguas al Golfo de California. Esta zona se continúa después del arroyo San Bruno en toda una zona que termina en la ciudad de La Paz, en donde las corrientes son de cursos muy cortos y de poca importancia. Esta zona abarca una longitud de 510 Km<sup>2</sup>.

Posteriormente a esta zona se presentan solo tres arroyos de importancia; estos son:

#### Arroyo San José:

Es uno de los primeros arroyos que se identifican dentro de esta región, su cuenca no es muy grande (103 Km<sup>2</sup>) y desemboca en la ensenada de La Paz.

#### Arroyo Datilar.

Desemboca en el mismo lugar que el anterior y tiene una cuenca de mayor extensión (518 Km<sup>2</sup>).

Posteriormente existe una serie de cuencas que aunque tienen una extensión de importancia no presentan corrientes que se puedan identificar. En la parte donde el litoral se desvía hacia el sur

oeste en dirección a San José del Cabo y Cabo San Lucas, se encuentra una serie de arroyos que están bien definidos como los arroyos: Ardillas, Guiñarena, San Luis de la Fortuna y otros, que son muy pequeños, y no se puede conocer el área de su cuenca, por no contar con planos adecuados para efectuar las mediciones.

#### Rfo San José.

Es la corriente más importante de esta región. " Escurre de norte a sur; por su margen derecha el área tributaria de la cuenca es la vertiente oriental de las sierras de San Lorenzo y San Lázaro. Por su margen izquierda la zona tributaria corresponde a la vertiente occidental de una pequeña serranía existente en la parte más sudoriental de la península, conocida como Sierra del Venado".<sup>34</sup>

La corriente de este río lleva agua durante la época de lluvias ciclónicas muy fuertes, aunque su "curso inferior tiene escurrimiento permanente de agua que aflora de los arenales, no mayor a  $0.5 \text{ m}^3/\text{seg}$  en el año más seco y que se almacena de las lluvias de algún ciclón".<sup>35</sup>

Estas son las principales corrientes que se encuentran en el Estado sur de la península de Baja California, aunque como se puede observar en el mapa ( Mapa 13), varias corrientes independientes se encuentran localizadas en la misma cuenca, por no poder determinar la cuenca individual de cada una, debido a las mismas características hidrográficas, aunado a las características topográficas que no permiten definir las líneas divisorias de las aguas secundarias.

Por otra parte, también se puede ver que existen cuencas de mayor extensión que las que cuentan con estaciones hidrométricas, pero

<sup>34</sup> *ibid.* p. 1-22

<sup>35</sup> Tamayo, J. *op. cit.*, Tomo II, p. 363.

posiblemente los caudales de las corrientes de estas cuencas mayores, no tengan la misma importancia en cuanto a la cantidad de agua que presentan.

## 2. REGIMEN HIDROLOGICO

Es difícil determinar el régimen hidrológico que predomina en el Estado por la escasez de información que a este respecto se tiene ya que como antes se dijo, solo existen tres estaciones hidrométricas. Sin embargo, si se considera que la precipitación tiene gran influencia en el escurrimiento, se podría hablar también de dos zonas principales respecto al régimen hidrológico, una con régimen de invierno y otra que presenta régimen de verano-otoño.

Como se verá más adelante, en las tres estaciones es mayor la cantidad de lluvia durante los meses de verano y otoño que durante los meses de invierno y primavera, debido a que las estaciones se encuentran localizadas en la zona de influencia de los ciclones tropicales; dos de ellas dentro completamente y la tercera en el límite de dicha influencia.

Antes de hablar del régimen hidrológico y de comparar el escurrimiento con la precipitación, se presenta el cuadro del escurrimiento medio anual de las estaciones que se encuentran en el Estado

CUADRO III  
ESCURRIMIENTO MEDIO ANUAL (MILES DE m<sup>3</sup>)

ESTACION HIDROMETRICA	CUENCA	ESCURRIMIENTO MEDIO ANUAL	ESCURRIMIENTO M DIO	
			MAY-OCT.	NOV-ABR
El Ojo de Agua	Arroyo La Purísima	10 154.5	6 471.1	3 746.4
Piedras Coloradas	Arroyo San Jacinto	214.8	110.3	104.5
San Jacinto	Arroyo San Jacinto	335.3	220.9	114.4

La estación El Ojo de Agua, se localiza en las coordenadas  $111^{\circ} 59' 20''$  longitud oeste y  $26^{\circ} 20' 00''$  latitud norte, al noroeste del poblado La Purísima, esta estación se instaló con el fin de obtener información respecto al régimen hidrológico de la cuenca, ya que este arroyo, " es una corriente permanente con posibilidades de desarrollo".<sup>36</sup> La estación tiene vertedor y escala, que se utilizaron a partir del año 1945, aunque los registros se iniciaron varios años después, ya que se han visto interrumpidas sus funciones varias veces porque el equipo se destruyó, debido a algunos ciclones que afectaron a la zona. Los datos que se obtienen del vertedor sirven para calcular aforos; no existen aparatos que se encarguen de graficar los niveles de agua, así como de la medida de sólidos en suspensión.

Dentro de la cuenca del arroyo San Jacinto, la estación Piedras Coloradas se encuentra en el punto  $110^{\circ} 04'$  longitud oeste y  $23^{\circ} 16'$  latitud norte. Todas las mediciones que realiza esta estación, se hacen de la misma forma que en la estación El Ojo de Agua. La estación San Jacinto, también ubicada en esta cuenca, se sitúa en las coordenadas  $110^{\circ} 02' 45''$  longitud oeste y  $23^{\circ} 14' 30''$  latitud norte. En ellas se realizan las mismas mediciones efectuadas en las otras dos estaciones hidrométricas del Estado.

Como se puede observar en el Cuadro III, los escurrimientos medios anuales son bajos, con lo que se puede pensar que la precipitación y los demás elementos climáticos son de mucho peso e influyen mucho en el escurrimiento superficial de este Estado.

Hay también que hacer notar que en este tipo de zonas, que

---

36. S.R.H. op. cit., p. III-090.101.

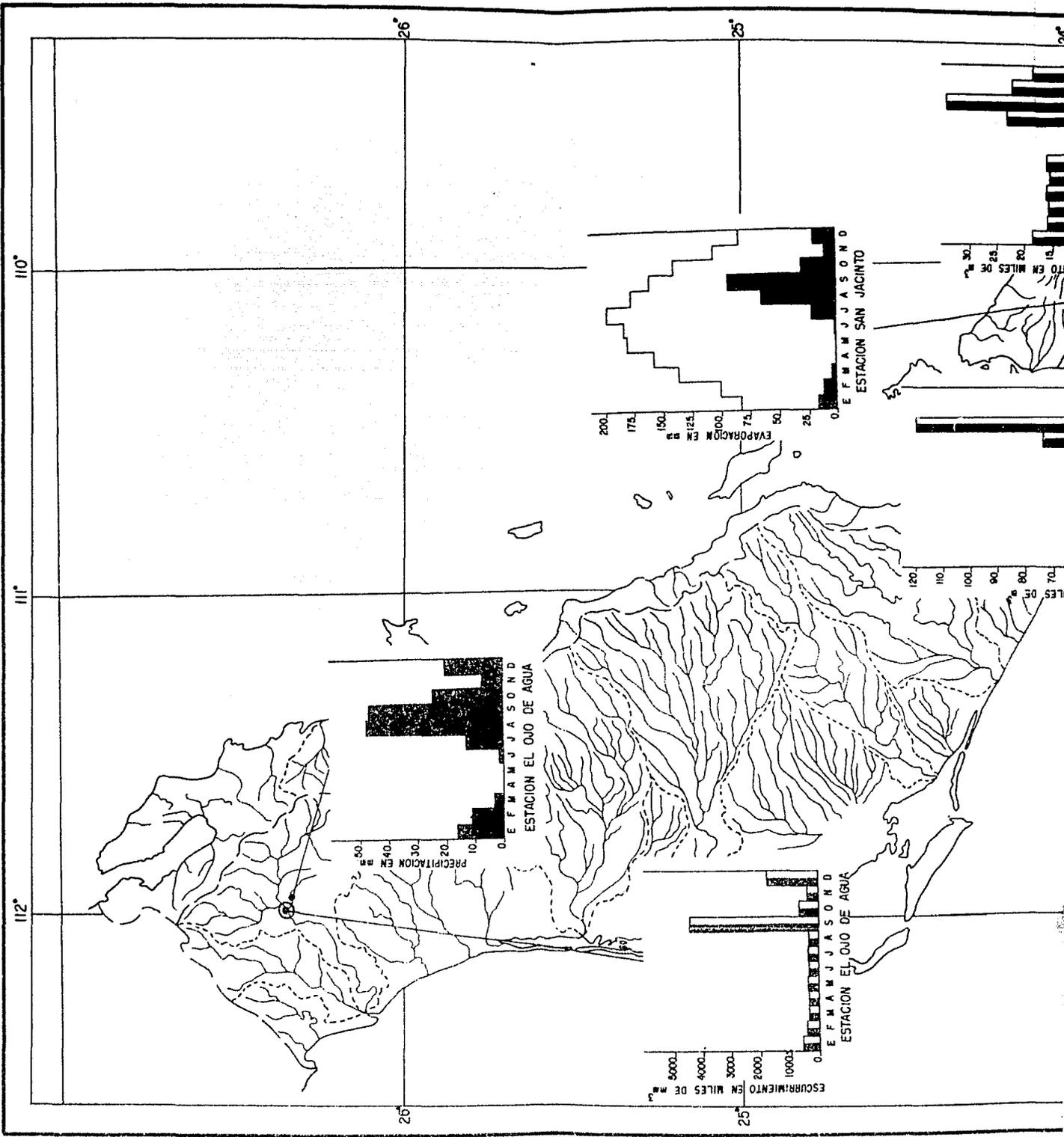
son áridas, se pueden presentar avenidas extraordinarias como consecuencia de algún aguacero torrencial, como ocurrió en 1976 con el ciclón LIZA que afectó la ciudad de La Paz.

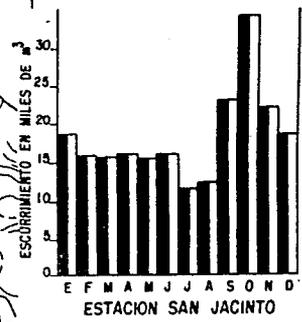
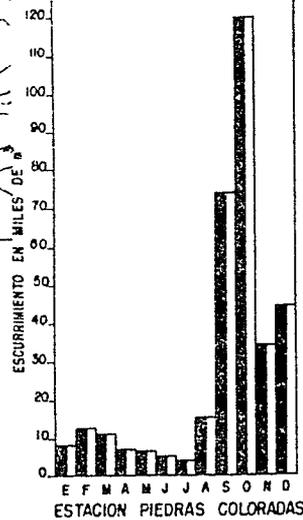
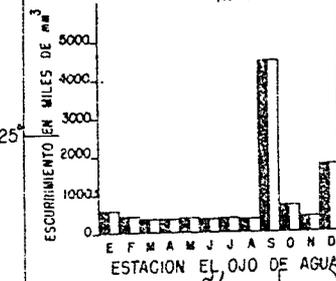
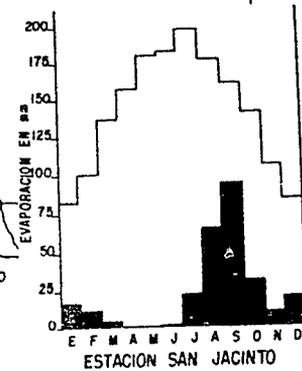
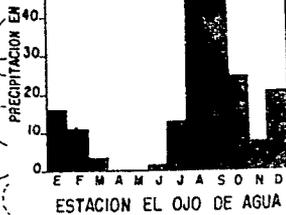
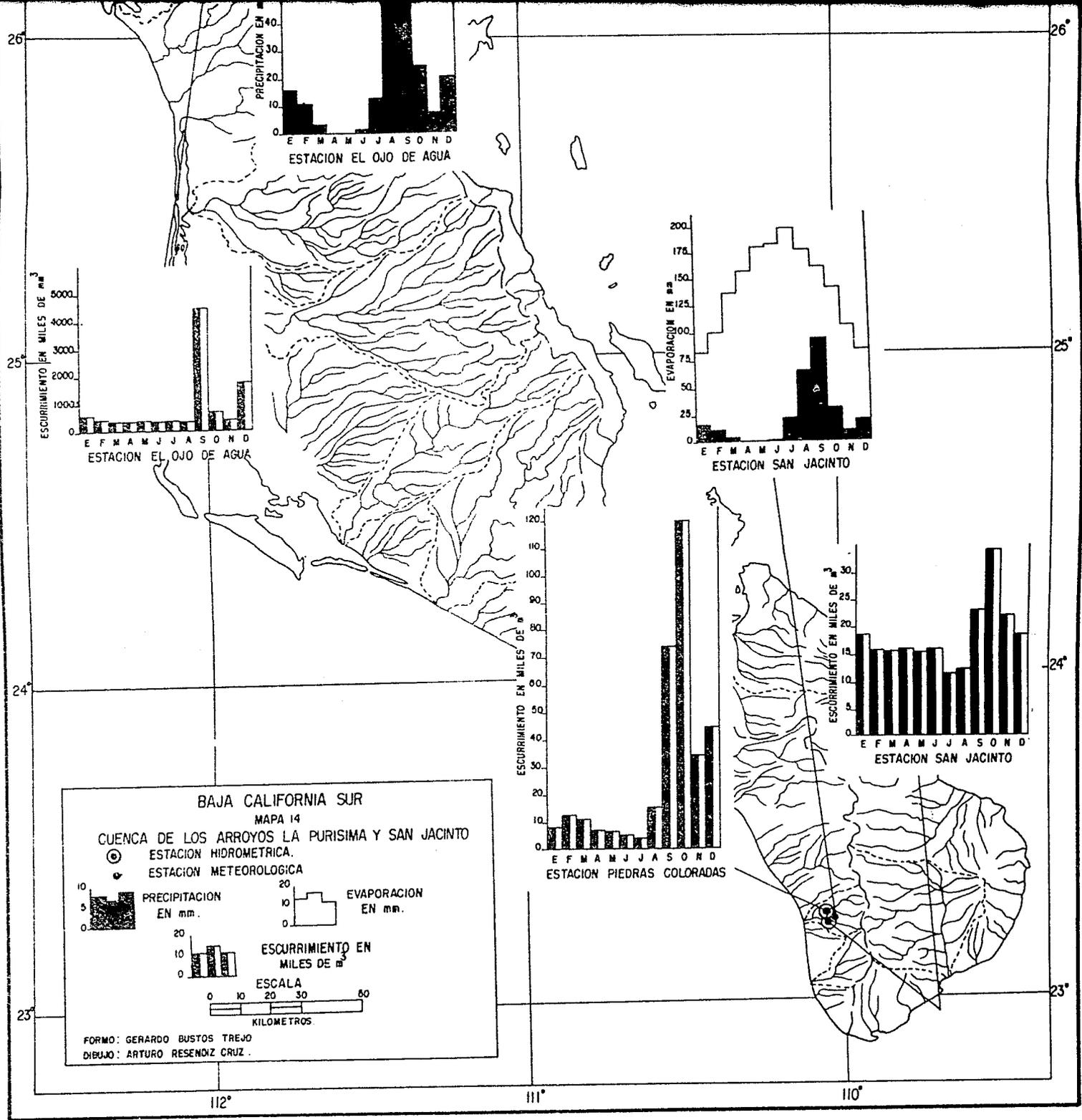
En el mapa 14 se presentan las comparaciones por medio de gráficas entre el escurrimiento y la precipitación, se puede observar, en las tres estaciones, que el escurrimiento es mayor durante los meses que corresponden al período húmedo, es decir, el período comprendido entre mayo y octubre y en general en las tres, de marzo a agosto el escurrimiento se mantiene casi constante experimentando pequeñas variaciones.

Por lo que respecta a la cuenca del arroyo La Purísima, para comparar al escurrimiento con la precipitación<sup>37</sup> en forma cualitativa, se utilizó la de la estación meteorológica del mismo nombre (El Ojo de Agua), que se localiza muy cerca de la estación hidrométrica. De esta estación ya se habló en la parte de la temperatura, por ser una de las estaciones meteorológicas que presenta la oscilación más fuerte. Como se puede ver, el régimen hidrológico está influenciado por el pluviométrico, ya que al inicio del año, es decir, en enero, tanto la precipitación como el escurrimiento tienen un valor mayor que el mes de febrero, en donde ambas disminuyen, en los meses de marzo a junio en la precipitación y de marzo a agosto en el escurrimiento, sucede lo siguiente, por lo que respecta a la precipitación, ésta disminuye e incluso llega a desaparecer durante los meses de abril y mayo, registrándose otra vez en el mes de junio, que sigue aumentando hasta alcanzar su máximo en agosto. El

---

37. Las estaciones meteorológicas utilizadas para la comparación de la precipitación y el escurrimiento, son las que se encuentran aproximadamente en la parte central de la cuenca y representan la variación de este elemento en todas las estaciones de la cuenca.





escurrimiento, entre marzo y agosto se ve que no presenta una variación muy fuerte, es decir, se mantiene casi igual.

Si se compara la precipitación del mes de agosto con el escurrimiento de ese mismo mes, se observa que aunque se produce el máximo de precipitación, el escurrimiento no aumenta; esto se puede explicar porque la precipitación aparte de ser fuente para el escurrimiento superficial, también abastece de humedad al suelo, por lo que, parte del agua precipitada se infiltra para satisfacer las necesidades del suelo para que éste recupere su humedad, tomando en consideración que en los meses anteriores la cantidad de lluvia no fue muy elevada. Por esto mismo, se puede considerar que el máximo escurrimiento se desfasa al mes de septiembre, mientras que la precipitación experimenta un descenso mínimo, con lo que se puede inferir que el suelo se ha saturado del agua que necesita y ésta al no ser retenida continúa su camino.

El resto del año, el escurrimiento sigue el mismo patrón de la precipitación, en el mes de octubre se aprecia un descenso en la precipitación, lo que también sucede en el escurrimiento, ambos siguen descendiendo durante el mes de noviembre y finalmente se nota un aumento durante diciembre.

Según la acumulación de precipitación por estaciones del año, a esta estación le corresponde un régimen de lluvias de otoño, es decir, es en los meses de esta época del año cuando se concentra la mayor cantidad de precipitación, esto también sucede en la estación hidrométrica, que presenta el mayor escurrimiento durante los meses que compone esta estación. Este tipo de régimen tanto en el escurrimiento como en la precipitación, se debe a que los ciclones tropicales no sólo afectan al extremo sur del Estado, sino que extienden

su influencia hasta la latitud de 26°N y lo más probable es que en algunos casos, como el de esta cuenca, rebasen ese límite.

En esta zona es difícil establecer una relación entre la precipitación, el escurrimiento y la evaporación, ya que de las estaciones que se encuentran dentro de la cuenca ninguna registra la evaporación, o si la tiene es en forma muy irregular; sólo se encuentra este tipo de información fuera de la cuenca y aunque se podría utilizar, sería mejor efectuar esa relación con una estación dentro de la cuenca y que fuera representativa de ella.

Por lo que respecta a la cuenca del arroyo San Jacinto (Mapa 14), ésta se encuentra sin lugar a dudas en la zona afectada por los ciclones tropicales y además, como se puede observar, es una cuenca de pequeñas dimensiones, por encontrarse en la zona sur del Estado, en donde la línea divisoria de las aguas cambia su dirección y se acerca hacia el Océano Pacífico por la orientación que presenta el relieve en el extremo sur.

Como ya se dijo antes, en esta cuenca se encuentran dos estaciones hidrométricas, la estación Piedras Coloradas, localizada sobre el arroyo del mismo nombre y la estación San Jacinto, localizada en el arroyo Las Parritas.

La corriente del arroyo Piedras Coloradas presenta un régimen hidrológico bastante homogéneo durante los seis primeros meses del año, pudiéndose hacer una división, ya que de enero a marzo, el escurrimiento es un poco más elevado que en el siguiente trimestre, es decir, en los meses de abril, mayo y junio, en la segunda mitad del año, julio es el mes que presenta menor escurrimiento, éste aumenta paulatinamente hasta llegar a octubre que es cuando el escurri-

miento alcanza su máximo, descendiendo bruscamente en noviembre para luego aumentar en diciembre.

Para comparar cualitativamente la precipitación con el escurrimiento, se utilizó el registro de la estación meteorológica San Jacinto, que se encuentra entre las dos estaciones hidrométricas de la cuenca y en la parte media de la misma.

En el caso de la estación Piedras Coloradas también el escurrimiento está claramente influenciado por la precipitación, ya que se puede ver que en general la marcha anual de ambos es muy semejante, aunque existe una variante y es que en los dos primeros meses del año no existe esta concordancia, porque la precipitación disminuye en febrero, no así el escurrimiento, que aumenta con respecto al mes de enero. Después, el escurrimiento empieza a disminuir, influenciado por la disminución que experimenta la precipitación, que es nula en el mes de mayo.

Mientras tanto, la evaporación ha aumentado hasta el mes de julio, que es cuando alcanza su máximo, influenciado por la disminución de la humedad que producen las lluvias, ya que a partir de agosto, al aumentar la precipitación, aumenta también la humedad de la atmósfera y la evaporación disminuye el resto del año.

La precipitación aumenta y aquí se puede observar su importancia en relación con el escurrimiento, correspondiendo a septiembre la máxima precipitación y a octubre el máximo escurrimiento, aunque aquí no se nota como en la cuenca anterior un aumento brusco, ya que el mes precedente tiene escurrimiento elevado, con lo que se puede pensar que la humedad que perdió el suelo, la recuperó con las primeras lluvias de septiembre, por lo que aunque la lluvia en octu-

que no sea muy elevada, sirve para que se incremente el caudal y registre, como ya se dijo, el máximo escurrimiento.

Por lo que respecta a la estación San Jacinto, el mes de enero tiene una precipitación mayor que la del mes siguiente, febrero; se observa que el escurrimiento también disminuye y posteriormente en el período de marzo a junio, el escurrimiento se mantiene casi igual, debido probablemente a que la precipitación disminuye e incluso desaparece en el mes de mayo y también a que la evaporación aumenta, alcanzando su máximo en el mes de julio, a partir del cual la precipitación y el escurrimiento aumentan alcanzando la precipitación su valor máximo en el mes de septiembre para, a partir de ahí disminuir y volver a aumentar durante el mes de diciembre.

Al disminuir la evaporación y aumentar la precipitación, también aumenta el escurrimiento, que alcanza su máximo en el mes de octubre, desfasado con respecto al mes en que se presenta la máxima precipitación por las razones antes expuestas. En los dos últimos meses del año el escurrimiento no sigue el comportamiento de la precipitación, ya que en diciembre la precipitación tiene un aumento y en cambio el escurrimiento sigue descendiendo, lo que probablemente se deba a que las lluvias no son suficientes para aumentar el caudal de la corriente pues hay que considerar las pérdidas por evaporación e infiltración.

Como ya se dijo antes, aquí se pudo observar lo difícil que es poder determinar el régimen hidrológico del Estado, lo que probablemente se podría haber hecho de haber existido más estaciones con información de ese tipo. De cualquier manera se observa claramente en las cuencas donde hay estaciones hidrométricas, como el régimen hidrológico es de otoño, es decir, que la precipitación tiene

marcada influencia en el escurrimiento. También se nota que el escurrimiento aumenta en el invierno como consecuencia del régimen pluviométrico, dada la influencia de las masas de aire polar en esta época del año, como ya se apuntó en el inciso de climas.

Por otra parte, hay que considerar que no sólo los elementos climáticos tienen influencia en el escurrimiento superficial pues si bien estos son decisivos, no hay que olvidar otros factores, dentro de los que se encuentran la estructura geológica y la vegetación, muy relacionados con la infiltración, parte importante dentro del proceso que origina las aguas subterráneas, de las cuales se habla a continuación.

### 3. AGUAS SUBTERRANEAS

En este Estado se iniciaron los estudios de Geohidrología, recientemente (aproximadamente hace 10 años), siendo el Valle de Santo Domingo el que ha tenido más estudios.

Ya se hizo mención de la importancia de la geología para la existencia del agua subterránea, pero cabe señalar la estrecha relación que existe entre el escurrimiento superficial y la infiltración, esta relación se manifiesta de manera más importante cuando la geología permite la formación de acuíferos, que son "formaciones que permiten al agua moverse a través de ellas bajo condiciones ordinarias y son capaces de suministrarlas por gravedad o por bombeo".<sup>38</sup> Los acuíferos pueden ser de dos tipos: libres y confinados. Los acuíferos libres no se encuentran limitados por una superficie permeable, en contraposición a los acuíferos confinados, que si lo están.

---

<sup>38</sup> Maderrey, L. (1967), p. 12.

Aparte de los recientes inicios en los estudios de las aguas subterráneas en esta zona, hay que considerar la inexistencia de algún método práctico para su cuantificación, a diferencia de los que existen para cuantificar las aguas superficiales.

Dentro de la geología, hay que tomar en cuenta el tipo de roca, siendo de mayor importancia para la infiltración del agua las rocas permeables, ya sea por la naturaleza misma de ellas (permeabilidad continua) o por encontrarse fracturadas (permeabilidad localizada).

Una forma de obtener los valores de agua que se infiltra con respecto a la precipitación, que es la fuente directa del escurrimiento superficial, es obtener los datos de precipitación, escurrimiento y evaporación, para obtener del total de precipitación el porcentaje de agua que se infiltra. De esta forma, De la O Carreño<sup>39</sup> (Cuadro IV) presenta los porcentajes de agua infiltrada, evaporada y escurrida en algunos lugares del Estado, en relación con el total de precipitación para dichas zonas; en él, se observa que la evaporación representa el mayor porcentaje de agua que se pierde, seguido de la infiltración que también tiene un porcentaje alto; el escurrimiento superficial tiene el menor porcentaje con respecto a la precipitación.

Maderey<sup>40</sup>, en 1967 realiza una división del país en regiones geohidrológicas, correspondiendo a la Península de Baja California tres regiones, dos de las cuales corresponden al Estado sur. Estas dos regiones son:

39. De la O, C. A. (1954) pp. 42-45

40. Maderey, R. L. op. cit, entre pp. 36-37

CUADRO IV  
RELACION ENTRE PRECIPITACION, ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL, EVAPORACION E INFILTRACION EN ALGUNAS REGIONES DE BAJA CALIFORNIA SUR.

REGION	AREA Km <sup>2</sup>	PRECIPITACION	ESCURRIMIENTO		EVAPORACION		INFILTRACION	
		Millones m <sup>3</sup>	Volumen Millones m <sup>3</sup>	%*	Millones m <sup>3</sup>	%*	Millones m <sup>3</sup>	%*
San Sebastian Vizcaino	16 257	1 625.7	113.1	6.9	894.1	55.0	618.4	38
Arroyo Caije	20 612	3 269.2	143.4	4.4	1 749.7	53.5	1 376.0	42
Arroyo Salado	12 094	2 418.8	84.1	3.5	1 281.9	53.0	1 052.6	43
Arroyo Caracol	3 530	706.0	24.5	3.5	374.2	53.0	307.2	43
Todos Santos	3 542	1 168.6	24.6	2.1	613.1	52.4	530.7	45
Rfo San José Santiago	6 498	3 013.2	45.2	1.5	1 575.9	52.3	1 392.0	46

\* Porcentaje respecto a la precipitación

Fuente: De la O Carreño, 1954, Segunda Parte, pp. 42-45.

- 1) Zona central de la Península de Baja California
- 2) Zona sur de la Península de Baja California

La primera zona según la clasificación, presenta condiciones regulares para la existencia de aguas subterráneas y la segunda corresponde a características malas. A continuación se presentan las características de cada zona.

#### ZONA CENTRAL DE LA PENINSULA DE BAJA CALIFORNIA

Las sierras que forman parte de esta región geohidrológica tienen en su formación material ígneo extrusivo y zonas sedimentarias que permiten fácilmente la infiltración del agua. A todo lo largo de esta zona, como ya se había mencionado, la llanura costera del Océano Pacífico es de gran extensión y la del Golfo de California es inexistente en muchas zonas, o bien es muy pequeña en las zonas donde se puede apreciar.

Esta zona central de la península, que en realidad corresponde a la casi totalidad del Estado sur, es la que presenta las mejores características geohidrológicas de las tres que se incluyen en la península. En ella, "las sierras volcánicas actúan como regiones alimentadoras de los acuíferos de la costa occidental"<sup>41</sup>.

Debido a la homogeneidad de la geología, en la zona, el agua que se encuentra es de carácter freático, aunque por la existencia de estratos menos permeables, pueden existir acuíferos confinados.

El abastecimiento de agua en esta zona, es a través del agua subterránea por la escasa cantidad de agua proveniente de la precipitación. La realimentación de los mantos subterráneos se rea-

---

41. Ibid. p. 32

liza en forma lenta.

#### ZONA SUR DE LA PENINSULA DE BAJA CALIFORNIA.

A diferencia de la zona anterior, esta parte de la península presenta material intrusivo, que es relativamente permeable, en donde existe poca probabilidad de almacenamiento de agua en los estratos de la corteza, aunque las poblaciones que se encuentran localizadas en esta zona, la utilizan para abastecerse y la toman de los materiales sedimentarios correspondientes a los lechos secos de las corrientes. Esta es una de las zonas de la península que presentan lluvias de mayor altura.

Muy relacionado con las aguas subterráneas, se encuentra el estudio de los manantiales termales, debido a que son aguas subterráneas que brotan en un determinado momento a la superficie y que generalmente "están relacionados con fenómenos volcánicos y con regiones falladas o débiles de la corteza terrestre"<sup>42</sup>

En el Estado se localizan seis manantiales (Mapa 15) que se consideran de importancia, de los cuales se dan sus principales características.

Según otros estudios realizados, se considera que los cinco primeros manantiales tienen aguas con propiedades curativas y todos ellos son termales, es decir, que sus aguas tienen temperaturas que oscilan entre 40°C y 65°C.

Dada la importancia que tienen las aguas subterráneas en la zona en cuestión, se están realizando estudios para cuantificar y tener una idea de las zonas de agua subterránea que existen en el Estado, además de ver la cuantificación (Cuadro VI), para poder to-

---

42. Coronado G., C. (1978) pág. 107

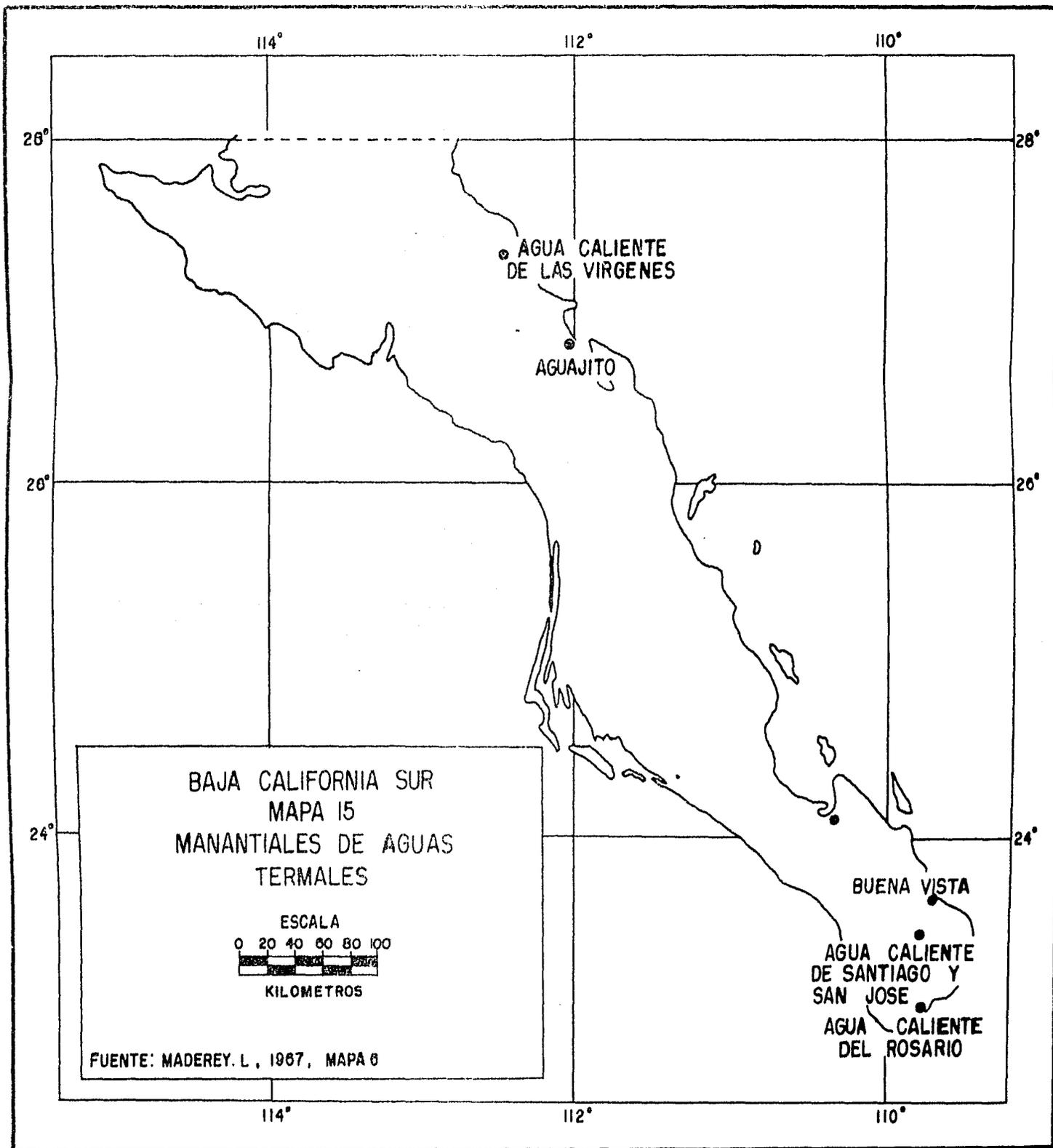
mar así medidas al respecto en cuanto a la utilización de las aguas subterráneas; en el mismo Cuadro VI, se puede ver que una de las zonas que se utiliza como modelo matemático, el Valle de Santo Domingo, es de las que se encuentran más explotadas; esto se debe a la agricultura de riego que se practica en esa zona.

CUADRO V  
MANANTIALES LOCALIZADOS EN EL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA SUR

NOMBRE	POBLACION O ACCIDENTE GEOGRAFICO CERCANO	TIPO DE MANIFESTACION	TEMPERATURA
1. Agua Caliente de Santiago y San Jorge	Santiago	Manantial	Termal
2. Agua Caliente de Las Virgenes	Santa Rosalva	Manantial	Termal
3. Agua Caliente del Rosario	San José del Cabo	Manantial	Termal
4. Aguajito	Mulegé	Manantial	Termal
5. Buenavista	La Paz	Manantial	Termal
6.	La Paz	Manantial	Termal

Fuente: Maderey R, L., op. cit. p. 47

El Estado de Baja California Sur es, por decreto oficial, una zona completamente vedada para el alumbramiento de aguas subterráneas.



CUADRO VI  
ESTUDIOS REALIZADOS EN LAS ZONAS ACUIFERAS DEL ESTADO

ZONAS ACUIFERAS DEL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA SUR	ESTUDIOS DE CUANTIFICACION E INVENTARIO DE LAS ZONAS ACUIFERAS	RESULTADO DE LOS ESTUDIOS DE CUANTIFICACION AVANCES DEL INVENTARIO HASTA 1974
1. Valles del Vizcafno	P	SE
2. San Bruno-Mulegé-Santa Rosalfa	P	ND
3. San Juan Londo	P	SuE
4. Loreto	P	EE
5. Valle de Santo Domingo	MM	SE
6. Valle de La Paz	A	SE
7. San Juan de Los Planes	A	SE
8. Valle del Carrizal	A	SuE
9. El Triunfo de San Antonio	P	EE
10. Zona de San Bartolo	I	EE
11. Valle de Todos los Santos	P	EE
12. Arroyo Santiago - Las Cuevas	I	SuE
13. Zona Pescaderos y Plutarco Elfas Calles	P	SE
14. Cabo San Lucas	P	SE
15. Arroyo San José	MM	SuE

I - Iniciado  
P - Preliminar  
A - Avanzado  
MM - Modelo matemático

SE - Sobre explotado  
SuE - Subexplotado  
EE - En equilibrio  
ND- No se ha determinado

Fuente: SRH, Agua Escondida pp.14-16

#### 4. AGUAS ESTUARINAS

Se designa con este nombre genérico a las aguas que se encuentran en los litorales " en una faja más o menos amplia en la que se encuentran esteros, lagunas y marismas".<sup>43</sup>

En el Estado existen gran cantidad de hectáreas que corresponden a este tipo de agua, en las que deben predominar las lagunas hipersalinas, ya que éstas " se encuentran en las zonas áridas y semiáridas del territorio, donde la precipitación es escasa y la evaporación excede a la alimentación de agua dulce o de mar".<sup>44</sup>

Estas zonas son,<sup>45</sup> yendo de norte a sur por el litoral del Pacífico y de sur a norte por el litoral del Golfo de California (Mapa 13):

- a) Del límite con el Estado de Baja California a Punta Eugenia.
- b) De Punta Eugenia a Punta Abreojos
- c) De Punta Abreojos a Punta San Juanico
- d) De Punta San Juanico a Bahía Magdalena
- e) De Bahía Magdalena a Cabo San Lucas
- f) De Cabo San Lucas a Los Frailes
- g) De Los Frailes a Punta San Lorenzo
- h) De Punta San Lorenzo a Punta Machado
- i) De Punta Machado a Bahía Concepción
- j) De Bahía Concepción a Santa Rosalía
- k) De Santa Rosalía al límite con Baja California, zona que se continúa hasta Punta Final, ubicada en dicho Estado.

43. Benassini, O, op. cit., p. 204

44. Ibid. p. 205

45. Ibid, p. 293-294

#### IV. APROVECHAMIENTO DEL RECURSO AGUA.

##### 1. GENERALIDADES

Una vez analizados los factores físicos que influyen en el comportamiento de los recursos hidrológicos así como las características de estos en este capítulo, se da una visión general del aprovechamiento que se realiza de ellos en el Estado, en especial para el uso doméstico y el que se le da en las principales actividades económicas que se realizan en la entidad.

La escasez de los recursos hídricos superficiales implica la utilización del agua subterránea, por lo que en esta zona tiene gran importancia (como ya se vio). Para su aprovechamiento es necesaria la perforación de pozos, algunos de los cuales han sido utilizados en extremo y poco a poco se han ido secando porque la recarga de los acuíferos no es proporcional a la cantidad de agua que se utiliza, además de otros problemas como la filtración de aguas salinas en pozos cercanos a la costa.

"El concepto actual del aprovechamiento racional de los recursos hidráulicos de una cuenca hidrográfica, comprende el control del río y su aprovechamiento en usos múltiples, como:

- 1) De retiro. Que son los que requieren desviar el agua de un cauce natural o un almacenamiento, a un sistema hidráulico bien definido, como:
  - a) Abastecimiento a centros de población
  - b) Industrias extractivas o de transformación fuera de los centros de población.

c) Riego

2) In situ. Que se definen como los que no requieren desviar el agua de un cauce natural o depósito, como:

- a) Tratamiento de tierras.
- b) Programas de conservación del agua y el suelo.
- c) Mantenimiento y propagación de la fauna acuática.
- d) Recreativos.

3) En corriente. Son aquellas que se refieren al uso del agua mientras fluye por un cauce natural o un canal, como:

- a) Desarrollo de energía hidroeléctrica.
- b) Navegación.
- c) Recreación
- d) Alimentación y lavado de esteros para abatir la contaminación y mantener y propagar la fauna acuática.
- e) Dilución y arrastre de desechos<sup>46</sup>

Por otro lado, hay que tomar en cuenta el resultado de la calidad del agua, dependiendo de los distintos usos que a ésta se le den; existe una secuencia que teóricamente sería la ideal pero que en la mayoría de los casos no se puede poner en práctica porque existen algunos factores que la obstruyen, como es, entre otros, la distribución de la industria y de las poblaciones. Esta secuencia, citada por Coronado,<sup>47</sup> es la siguiente:

46. Benassini, O., (1968), p. 5.

47. Coronado G., C., op. cit., p. 112.

1. Aprovechamientos que no consumen ni contaminan el agua.
2. Aprovechamientos que reducen la disponibilidad de agua.
3. Aprovechamientos que contaminan el agua o que pueden desarrollarse en aguas contaminadas.

Realizar un estudio del aprovechamiento del agua en el Estado de Baja California Sur es difícil por la escasa información que existe, ya que no existen estudios al respecto. Los datos que se presentan son, casi en su totalidad resultado de una estimación realizada por la Dirección General de Usos del Agua y Prevención de la Contaminación de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos con base en el Censo de Población de 1970, con lo cual se puede dar una idea de la utilización y de las necesidades de agua en el Estado.

Dentro de los distintos usos que se describirán a continuación, no se hace mención de la generación de energía hidroeléctrica, ya que las características topográficas e hidrológicas no permiten la generación de energía de este tipo, por lo que se tienen que utilizar otros medios para la obtención de energía. Tampoco se habla de navegación debido a que no se practica dado el carácter intermitente de las corrientes de la zona.

## 2. AGUA POTABLE PARA ABASTECIMIENTO A CENTROS DE POBLACION.

En este renglón se considera el uso doméstico del agua, el más importante dentro de los distintos emplazamientos humanos, que abarca desde el uso para la alimentación hasta el uso para la higiene.

El tipo de agua que el hombre utiliza debe tener ciertas características para considerarse como agua potable, es decir, debe ser lo suficientemente pura para evitar enfermedades gastrointestina-

les.

El Estado de Baja California Sur cuenta con una población de 128 019 habitantes<sup>48</sup>, que se distribuye en 7 municipios (Mapa 16), cuya población y superficie se presentan en el Cuadro VII. Se observa que el municipio que tiene mayor número de habitantes es La Paz, seguido por Comondú, que también ocupa el segundo lugar en extensión, Mulegé es el municipio de mayor extensión.

CUADRO VII  
POBLACION DE BAJA CALIFORNIA SUR

MUNICIPIO	HABITANTES	SUPERFICIE (Km <sup>2</sup> )	DENSIDAD (hab/Km <sup>2</sup> )
Comondú	32 260	10 858.30	1.91
La Paz	51 521	14 756.21	3.49
Mulegé	19 416	33 092.21	0.59
San Antonio	5 088	3 163.53	3.49
San José del Cabo	9 497	2 414.28	1.61
Santiago	5 716	1 935.58	3.93
Todos Santos	4 521	1 456.89	2.95
Total	128 019	73 677.00	1.74

Fuente: SIC, IX Censo General de Población, (1970), p. 3.

Para la población total se ha calculado que se extraen, para uso doméstico, un total de 4 979 miles de metros cúbicos al año, de los cuales se consumen 3 485 miles de metros cúbicos y se descar-

48. SIC. IX Censo General de Población, (1970), p. 3.

gan<sup>49</sup> 3 485 miles de metros cúbicos. En el Cuadro VIII, se puede ver la distribución del volumen extraído para cada uno de los municipios.

En el municipio que se extrae mayor cantidad de agua anualmente es el de La Paz, lo que resulta lógico, ya que es el que tiene mayor número de habitantes. En él se extraen 2 660 000 m<sup>3</sup>, de los cuales se aprovechan 798 000 m<sup>3</sup> y existe una descarga de más de un millón de metros cúbicos aprovechables en otras actividades. Le corresponde a cada habitante 15.48 m<sup>3</sup> de agua por año.

En el mismo cuadro se puede observar lo que le corresponde a cada habitante en el resto del Estado. Supuestamente a cada habitante le debería corresponder un total de 11.67 m<sup>3</sup> de agua por año, pero esto no es así, ya que el municipio antes mencionado es el que consume más agua y en cambio, los municipios que consumen menos agua son San Antonio y Santiago (5.89 m<sup>3</sup> al año/habitante y 5.94 m<sup>3</sup> al año/habitante respectivamente).

---

49. La descarga es la diferencia entre la extracción y el consumo. La Dirección General de Usos del Agua y Prevención de la Contaminación, considera que ésta es aprovechable siempre y cuando se tomen en cuenta algunos factores, entre los que se incluyen la infiltración y la identificación de las corrientes en donde se vierte esa agua.

CUADRO VIII

VOLUMEN ESTIMADO DE AGUA PARA USO DOMESTICO  
(MILES DE METROS CUBICOS / AÑO). EN EL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA SUR.

MUNICIPIO	EXTRACCION	CONSUMO	DESCARGA	HABITANTES	m <sup>3</sup> /HAB/AÑO
Comondú	1 063	319	744	32 260	9.88
La Paz	2 660	798	1 862	51 521	15.48
Mulegé	617	185	432	19 416	9.52
San Antonio	99	30	69	5 088	5.89
San José del Cabo	293	88	205	9 497	9.26
Santiago	113	34	79	5 716	5.94
Todos Santos	135	40	94	4 521	8.84
Total	4 979	1 494	3 485	128 019	11.67

Fuente: Dirección General de Usos del Agua y Prevención de la Contaminación.

A continuación se presenta una relación del tipo de servicio que tiene la población de los municipios para abastecerse de agua (Cuadro IX). Según el estudio realizado por la ya mencionada Dirección General de Usos del Agua y Prevención de la Contaminación, existen varios tipos de servicios de abastecimiento de agua. Entre ellos se encuentran el servicio de agua entubada, donde el agua llega directamente a las casas y el servicio de hidrante público que sirve para abastecer a una zona determinada y donde las personas tienen que ir a tomar el líquido.

La misma Dirección considera la existencia de otros tipos de servicio de abastecimiento de agua, y aunque no especifica de que tipo de servicio se trata, se debe de pensar en los pozos y norias para el abastecimiento de agua en algunas zonas del Estado.

La población que utiliza el hidrante público para el abastecimiento de agua es menor en cantidad respecto a la que cuenta con servicio de agua entubada o con otro tipo de servicio en todos los municipios. En algunos municipios predomina el servicio de agua entubada, estos son: Comondú y La Paz, lo que resulta obvio porque aquí se encuentran tres de las cinco localidades urbanas<sup>50</sup> que existen en el Estado. El resto de las localidades urbanas se encuentran en los municipios de Mulegé y San José del Cabo, que junto con San Antonio, Santiago y Todos Santos, son los que tienen predominio de algún tipo de servicio de abastecimiento no especificado.

En el mismo cuadro, (Cuadro IX), también se presenta una relación por municipio de los habitantes que cuentan con drenaje,

---

50. Dirección General de Usos del Agua y Prevención de la Contaminación.

CUADRO IX  
TIPOS DE SERVICIO PARA ABASTECIMIENTO DE AGUA  
EN EL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA SIIR

MUNICIPIO	HABITANTES	HABITANTES CON SERVI- CIO DE AGUA ENTU- BADA	%	HABITANTES CON SERVI- CIO DE HI- DRANTE PU- BLICO	%	OTROS	%	HABITANTES CON SERVI- CIO DE DRENAJE	NUMERO DE CASAS	CASAS CON DRENAJE	%
Comondú	32 260	13 617	42.2	6 209	19.2	12 434	38.6	5 724	5 350	1 019	19.0
La Paz	51 521	31 632	61.4	8 262	16.0	11 627	22.6	17 918	8 415	3 081	36.6
Mulegé	19 416	7 697	39.6	3 308	17.0	8 339	43.4	6 842	3 453	1 198	34.7
San Antonio	5 088	984	19.3	384	7.5	3 720	73.2	178	835	38	4.5
San José del Cabo	9 497	3 435	36.1	2 263	23.8	3 799	40.1	1 426	1 549	238	15.4
Santiago	5 716	1 132	19.8	631	11.0	3 953	69.2	241	913	58	6.3
Todos Santos	4 521	1 565	34.6	779	17.2	2 177	48.2	633	731	106	14.5
Total	128 019	60 062	47.0	21 908	17.1	46 049	35.9	32 962	21 246	5 738	27.0

Fuente: Dirección General de Usos de Agua y Prevención de la Contaminación.

así como el total de casas y el número de ellas que cuentan con este servicio.

Como es lógico, el municipio que tiene mayor cantidad de habitantes con servicio de drenaje, es La Paz, que posee también la mayor población, aunque esto no se debe tomar como una constante, ya que a pesar que el municipio que tiene menor número de habitantes es Todos Santos, no es el de menor cantidad de población con este servicio, lo es San Antonio.

Por lo que respecta al número de casas con drenaje, en ninguno de los municipios éstas rebasan el 50 %, al municipio de La Paz corresponde el mayor porcentaje (36.6 %) y al de Santiago el menor (4.5 %).

Al no haber drenaje existen fosas sépticas para la acumulación de los desechos orgánicos; dichas fosas deben estar situadas lejos de los pozos de abastecimiento, en el caso de que los haya, para evitar la filtración y así, la contaminación del agua.

### 3. AGRICULTURA

En el Estado de Baja California Sur " la agricultura ocupa 33 % de la población económicamente activa..., superandola en importancia los servicios, que absorben una cifra un poco mayor al 40 % de dicha población económicamente activa ".<sup>51</sup>

Se calcula que para uso agrícola se extraen 426 363 miles de m<sup>3</sup> anualmente (Cuadro X), de los cuales se consumen 406 060 miles de m<sup>3</sup> y se descargan 20 303 miles de m<sup>3</sup>.

<sup>51</sup>. Sámano P., C., (1975), p. 53.

El municipio que consume la mayor cantidad de agua en esta actividad económica, es Comondú, seguido por La Paz, lo que resulta normal si se toma en cuenta que estos dos municipios comprenden al distrito de riego No. 66 del que se hablará más adelante. En el resto de los municipios, con excepción de Mulegú, se considera que no se extrae agua para esta actividad.

En el cuadro X se puede ver también el valor estimado de la producción agrícola, así como las ventas de los productos agrícolas, en donde Comondú y La Paz ocupan el primero y segundo lugar por municipio respectivamente en ambos renglones y se puede ver que la ganancia es elevada, sobre todo en el municipio de Comondú.

Los cuatro municipios que no presentan extracción de agua para esta actividad, son los que se encuentran en la parte sur del Estado, en la zona donde la serranía ocupa casi toda la extensión, por lo que no es posible practicar la agricultura en esta zona.

Por otra parte, el hecho de que exista producción y ventas en esos municipios, puede deberse a la existencia de industrialización de algunos productos agrícolas, ó también a que de los municipios que tienen mayor producción (Comondú, Mulegú y La Paz), se exporten productos para venderse en otras zonas del Estado. Además, existen huertos de frutas en los valles.

La agricultura en esta zona, debido a las condiciones climáticas, es agricultura de riego. El agua de riego se obtiene de la explotación del agua subterránea a través de pozos o de la acumulación de la escasa agua de lluvia a través de obras realizadas principalmente por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos; la cual ha venido estableciendo numerosas obras de riego (grandes

CUADRO X  
 VOLUMEN ESTIMADO DE AGUA PARA USO AGRICOLA  
 (MILES DE METROS CUBICOS/AÑO) Y VALOR  
 DE LA PRODUCCION AGRICOLA Y VENTAS  
 (MILLARES DE PESOS)

MUNICIPIO	(1) EXTRACCION	(1) CONSUMO	(1) DESCARGA	VALOR (2) PRODUCCION	(2) VENTAS	%
Comondú	312 616	297 730	14 886	149 224	145 693	97.6
La Paz	106 525	101 452	5 073	7 632	6 576	86.1
Mulegé	7 222	7 198	344	3 553	3 021	85.0
San Antonio	-	-	-	7 444	6 736	90.4
San José del Cabo	-	-	-	3 956	3 227	81.5
Santiago	-	-	-	1 991	1 604	80.5
Todos Santos	-	-	-	2 764	2 479	89.6
<b>Total</b>	<b>426 363</b>	<b>406 060</b>	<b>20 303</b>	<b>173 033</b>	<b>172 867</b>	<b>99.9</b>

Fuentes: (1) Dirección General de Usos del Agua y Prevención de la Contaminación

(2) Dirección General de Estadística. V Censos Agrícola-Ganadero y Ejidal, (1975),

p. 101.

distritos, pequeña irrigación y unidades de riego), para aprovechar al máximo la poca agua con que se cuenta y así incrementar la agricultura".<sup>52</sup>

Para este tipo de aprovechamiento del agua, existe una serie de aprovechamientos superficiales (Cuadro XI), en donde destacan aquellos que sirven para la derivación de las aguas, por la cantidad de hectáreas que benefician, destacan General J. Domínguez (200 has en el municipio de Comondú y B. de la Sierra (250 has) en el municipio de Santiago. Estos aprovechamientos seguramente no son exclusivamente para uso agrícola, ya que la gran mayoría se localiza en la zona donde no se estima la extracción de agua para actividades agrícolas.

#### Distrito de riego No. 66

Este distrito corresponde al valle de Santo Domingo que " se encuentra ubicado... entre las delegaciones de La Paz y Comondú, y tiene, aproximadamente, una superficie del orden de 400 000 has. Fue establecido por acuerdo presidencial en 1954".<sup>53</sup>

Es en esta zona donde se practica el 85 % de la agricultura de todo el Estado, de ahí su importancia en el valor de la producción, el 15 % restante se reparte entre las demás zonas agrícolas del Estado.

El agua que se utiliza en este distrito de riego, proviene de 541 pozos perforados que existen en la zona, que están distribuidos

52. Idem.

53. Durán S. E. y Vargas A. V., (1972) s/p. Nótese la utilización de las palabras territorio y delegaciones, por ser una obra aparecida antes de que este territorio se convirtiera en Estado.

CUADRO XI.  
 APROVECHAMIENTOS SUPERFICIALES  
 EN EL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA SUR

NOMBRE	TIPO	MUNICIPIO	CORRIENTE	COORDENADAS	PROCESO	HECTAREAS BENEFICIADAS
General J. Domínguez	Derivación	La Purísima	A. La Purísima	N 25°10' W 112°05'	Obra terminada	200
La Misión	Derivación	Mulegé	A. Mulegé	N 26°53' W 111°58'	Obra terminada	120
Tezcalama	Derivación	San Antonio	San Antonio	N 23°47' W 110°02'	Obra terminada	-
El Salto	Almacenamiento	San Antonio	San Antonio	N 23°47' W 110°03'	Obra terminada	-
San Bartolo	Derivación	San Antonio	San Antonio	N 23°44' W 119°52'	Obra terminada	150
Santiago	Canal	Santiago	Santiago	N 23°28' W 109°43'	Obra terminada	160
B. de la Sierra	Derivación	Santiago	Miraflores	N 23°19' W 109°44'	Obra terminada	250

Fuente: SRH, Boletín Hidrológico No. 28, p. 1-33.

de la siguiente forma:<sup>54</sup>

a) De pequeños propietarios	26
b) De colonos	480
c) De ejidatarios	35

Estos pozos tienen una dotación anual de 280 millones de metros cúbicos autorizada, pero existe un déficit muy fuerte en cuanto a la recarga anual, ya que ésta es de 150 a 160 millones de metros cúbicos y así se observa una fuerte sobreexplotación de los mantos freáticos.

La superficie abierta al cultivo según el tipo de usuario, tiene un total de 54 100 has, que se distribuye de la siguiente forma:<sup>55</sup>

a) De pequeños propietarios	2 600 has
b) De colonos	48 000 has
c) De ejidatarios	3 500 has

Al relacionar estos datos con la cantidad de pozos que le corresponden a cada uno de los tipos de usuarios, se observa una relación directa, en donde a mayor número de pozos, mayor extensión de la superficie de cultivo.

El déficit en la recarga de los acuíferos implica la disminución de la superficie de riego, así como una reducción del número de usuarios, esto representa un problema y plantea la necesidad del mejor aprovechamiento del agua y la utilización del tipo de riego más apropiado para esta región. En un estudio realizado por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos<sup>56</sup>

54. SRH, Santo Domingo Agrícola, p. 7

55. Idem.

56. SARH, Catálogo de proyectos hidroagrícolas,

se propone la introducción de sistemas de riego por aspersión y goteo, con lo que el agua se aprovecha al máximo, así como una reprogramación de los cultivos.

Esto significa que hay que realizar una serie de estudios en el distrito de riego para cuantificar las necesidades de agua de los usuarios y poder así realizar una mejor utilización de ella para la agricultura.

Según datos del ciclo agrícola 1974-1975 (Cuadro XII), en el valle de Santo Domingo o distrito de riego No. 66, la cosecha tuvo un valor de \$ 409 076 850.00, lo que denota la importancia del valle dentro de la agricultura del Estado. Este total se obtuvo en tres tipos de cultivo: los cultivos de invierno (cártamo, garbanzo y trigo), con un valor de la cosecha de \$ 117 533 630.00 los cultivos de primavera-verano (algodón, frijol, maíz, sorgo y otros), con un valor de \$ 254 226 720.00 y por último, los cultivos perennes (alfalfa achicalada y frutales), con un valor de \$ 37 316 500.00. Como se puede observar los cultivos del ciclo primavera-verano son los de mayor importancia en cuanto al valor total de la cosecha, ya que en el caso particular de los distintos cultivos, el trigo tiene el valor mayor de producción (63 800 ton), pero a este producto no le corresponde el mayor valor de la cosecha, ya que por ser más elevado el costo del algodón, aunque su producción es más baja (26 403 ton), le corresponde el valor mayor de producción.

La producción que se obtiene en este distrito de riego, tiene su principal mercado en Estados Unidos, dada su calidad y también por la cercanía del país. Puerto San Carlos y Puerto Escondido son las salidas más próximas; el primero en el Océano Pacífico y el

CUADRO XII

RELACION ENTRE LA SUPERFICIE, PRODUCCION Y VALOR DE LA COSECHA EN EL DISTRITO DE RIEGO NO. 66  
(SANTO DOMINGO, E.C.S.), PARA EL CICLO AGRICOLA 1974-1975

CULTIVOS	SUP. SEMBRADA HAS.	SUP. COSECHADA HAS.	RENDIMIENTO MEDIO TON/Ha	PRODUCCION TON	PRECIO MEDIO RURAL \$/TON.	VALOR DE LA COSECHA (\$)
<b>INVIERNO</b>						
Riego						
Cártamo	260	239	1.561	373	3 352.66	1 250 555.00
Garbanzo	685	487	1.070	521	4 500.86	2 344 950.00
Trigo	13 928	13 768	4.582	63 080	1 806.25	113 938 125.00
Total Riego	14 873	14 494				117 533 630.00
Total invierno	14 873	14 494				117 533 630.00
<b>PRIMAVERA-VERANO</b>						
Riego						
Algodón	6 842	6 823	3.870	26 403	4 800.00	126 734 400.00
Frijol	3 996	3 905	2.193	8 564	6 500.00	55 666 000.00
Mafz	854	699	3.423	2 393	1 800.83	4 309 380.00
Sorgo	8 030	7 894	4.536	35 802	1 599.97	57 286 880.00
Varios.	483	462				10 230 060.00
Total Riego	20 235	19 783				254 226 720.00
Total Prim-Ver	20 235	19 783				254 226 720.00
<b>PERENNES</b>						
Riego						
Alfalfa achicalada	1 893	1 892	20.500	38 786	800.00	31 028 800.00
frutales	466	466				6 287 700.00
Total riego	2 359	2 358				37 316 500.00
Total perennes	2 359	2 358				37 316 500.00
Total general	37 467	36 635				409 076 850.00

Fuente: SRH, Características de los Distritos de Riego, Tomo I, p. 10.

segundo en el Golfo de California".<sup>57</sup>

Por otra parte, al ser la agricultura una de las principales actividades económicas en el Estado, ha contribuido al incremento de la población en esta zona; Villa Constitución, que se considera como el centro de población principal en el valle de Santo Domingo, además de ser "considerada como colonia agrícola por la Dirección General de Estadística, ha aumentado casi diez veces su población (en un período de 10 años), mientras que los municipios en que se localiza sólo la han duplicado".<sup>58</sup>

Por otra parte, en casi todo el Estado se están realizando obras de pequeña irrigación para incrementar la agricultura (Cuadro XIII). Estas obras comprenden tres municipios: Mulegé, La Paz y Comondú, ya que las características topográficas de las cuatro restantes no son favorables para la existencia de agricultura. La mayoría de las obras se encuentran en los municipios de La Paz y Mulegé y son en general obras de pozos profundos, (uno por cada unidad de riego), así como algunas derivadoras. Estos pozos, se deben perforar haciendo los estudios pertinentes para lograr un mejor aprovechamiento del agua y evitar así la sobreexplotación que ya existe de los acuíferos.

Otros cultivos que se practican en el Estado son: dátil, vid y aceituna, aunque no son de la misma importancia que los anteriores (Cuadro XII).

#### 4. GANADERIA

La ganadería es una actividad que está en íntima relación

---

57. Sámano P, C., op. cit. p. 58.

58. Ibid, p. 59.

CUADRO XIII  
 OBRAS DE PEQUEÑA IRRIGACION EN EL ESTADO DE  
 BAJA CALIFORNIA SUR

UNIDAD DE RIEGO	MUNICIPIO	TIPO DE APROVECHAMIENTO	SUPERFICIE PROYECTADA	EN HAS. REGADAS
Purfsima y San Isidro	Mulegé	1 derivadora	400	100
San José 1	La Paz	1 pozo profundo	80	64
San José 2	La Paz	1 pozo profundo	100	100
San José 3	La Paz	1 pozo profundo	100	100
Vizcafno 1 a 25	Mulegé	25 pozos profundos	1 500	700
Santiago	La Paz	2 pozos profundos	50	210
Miraflores	La Paz	1 manantial 10 litros	-	-
Mulegé	Mulegé	2 derivadoras manantial	-	-
San Bartolo	La Paz	1 manantial	121	80
San Bruno	Mulegé	1 pozo profundo	100	65
San Ignacio	Mulegé	1 derivadora	23	145
San José de Gracia	Mulegé	1 manantial	80	100
San José de Magdalena	Mulegé	1 manantial		25
San Lucas	Mulegé	2 pozos profundos	310	20
San Juan Lando	Comondú	2 pozos profundos	240	-

Fuente: Sámano, C. 1975, p. 61.

con la agricultura, ya que por lo general se cultivan plantas forrajeras que se utilizan para la alimentación del ganado, como "alfalfa achicalada, el sorgo forrajero y los desperdicios de trigo, algodón y frijol"<sup>59</sup>

La escasez de agua en este Estado, hace pensar en la introducción de "pastizales tecnificados con pastos apropiados que requieran de poca agua como son: la grama azul, la grama avena, el pasto búfalo y el pasto azúcar, entre los nativos; y el pasto panizo azul; el pasto Rhodes, el pasto Buffel y el pasto Sudán entre los de resiembra".<sup>60</sup>

Esto hace notar que la ganadería necesita de dos fuentes de agua, por una parte una obtención directa para los animales y otra el agua que se utiliza en la agricultura, para la producción de los pastos que sirven de alimento al ganado.

En el Cuadro XIV se observan las existencias de ganado en el Estado, el tipo de ganado más abundante es el vacuno, que también ocupa el primer lugar por tipo de ganado en los municipios, excepto en Comondú, donde es más importante el caprino. El tipo de ganado que tiene menor número de cabezas, corresponde al ganado de bueyes y vacas que se engloba dentro de los animales de trabajo.

El ganado, como ya se dijo, necesita de cierta cantidad de agua para su alimentación; en el Cuadro XV se relaciona la extracción, el consumo y la descarga de agua que se hace en esta actividad económica, así como el valor de la producción animal y las ventas que se obtienen tanto de la carne, como de los productos que

<sup>59</sup>. Ibid. p 60

<sup>60</sup>. Guzmán V, R. (1978), p. 105.

CUADRO XIV  
EXISTENCIAS DE GANADO, ESTADO DE BAJA CALIFORNIA SUR

MUNICIPIO	VACUNO	PORCINO	LANAR	CAPRINO	CABALLAR	MULAR	ASNAL	ANIMALES DE TRABAJO		
								BUEYES Y VACAS	CABALLOS Y YEGUAS	MACHOS Y MULAS
Comondú	42 622	8 351	1 870	67 948	2 451	1 175	2 613	13	201	8 030
La Paz	25 054	2 098	773	14 570	1 916	543	1 228	-	34	489
Mulegé	24 440	1 686	587	23 831	506	551	1 887	8	376	364
San Antonio	22 959	2 926	412	3 727	1 633	508	431	13	137	116
San José del Cabo	21 145	2 950	371	2 352	1 158	307	2 416	14	391	353
Santiago	13 641	2 203	467	2 778	762	152	368	8	299	334
Todos Santos	11 238	2 130	170	3 618	758	154	314	4	225	197
<b>Total</b>	<b>161 099</b>	<b>22 344</b>	<b>4 650</b>	<b>119 744</b>	<b>9 184</b>	<b>3 390</b>	<b>9 257</b>	<b>60</b>	<b>1 663</b>	<b>9 883</b>

Fuente: Dirección General de Estadística, (1975). pp. 63-75.

de los distintos tipos de ganado se puede obtener, como leche, mantequilla, lana, etc. Son tres los municipios que requieren de agua para esta actividad: Comondú, La Paz y Mulegé, el resto no presenta consumo estimado de agua, en cambio, la Dirección General de Estadística presenta a estos municipios con existencia de ganado, por lo que puede pensarse que en estos municipios debe haber comercio, tanto de los animales como de los productos que de ellos resultan.

De los tres municipios, el que utiliza mayor cantidad de agua para esta actividad, es el municipio La Paz, seguido de Comondú y por último Mulegé, que es donde se encuentra el desierto de Vizcaíno, lo que debe frenar en gran medida estas actividades. El municipio que tiene el valor de la producción más elevado es Comondú, seguido de La Paz, orden que siguen también en el aspecto de ventas.

CUADRO XV

VOLUMEN ESTIMADO DE AGUA PARA USO PECUARIO  
(MILES DE METROS CUBICOS/AÑO) Y VALOR DE LA  
PRODUCCION GANADERA Y VENTAS (MILLARES DE PESOS)  
EN EL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA SUR.

MUNICIPIO	(1) EXTRACCION	(1) CONSUMO	(1) DESCARGA	(2) VALOR PRODUCCION	(2) VENTAS	%
Comondú	1 064	319	744	14 051	12 649	90.0
La Paz	5 676	1 703	3 973	6 779	5 951	87.7
Mulegé	364	109	255	5 938	5 196	87.5
San Antonio	-	-	-	4 623	4 045	87.4
San José del Cabo	-	-	-	4 901	3 873	79.0
Santiago	-	-	-	3 193	2 687	84.1
Todos Santos	-	-	-	2 221	1 973	88.8
Total	7 104	2 131	4 973	41 706	36 374	87.2

Fuentes: (1) Dirección General de Usos del Agua y Prevención de la Contaminación.

(2) Dirección General de Estadística, V Censos Agrícola-Ganadero y Ejidal. (1975)

La escasez del agua en la zona, hace que sea necesario, como ya se dijo, una planificación de la ganadería, no sólo en cuanto a los pastos que sirven para alimento del ganado, sino también en lo que se refiere al control del ganado, en número de cabezas para ayudar a la conservación de los mismos pastizales y evitar que se produzca la disgregación del suelo y su inminente pérdida.

## 5. INDUSTRIA

De las actividades económicas más íntimamente relacionadas con el consumo de agua, la industria es la que presenta menor utilización de este recurso, debido a la escasa industrialización que hay en el Estado.

En el Cuadro XVI se presenta la extracción, consumo y descarga de agua que se utiliza para esta actividad, en él se puede observar que las cantidades son mucho menores que las que se utilizan para agricultura o ganadería, lo que indica que son las actividades primarias las que se encuentran más desarrolladas en el Estado. Para la actividad industrial, se calcula que se extraen anualmente 1 030 miles de metros cúbicos de los cuales se consumen 90 000 m<sup>3</sup> y el resto se descarga. De estos, es el municipio de La Paz el que ocupa la mayor cantidad de esta agua en consumo, a pesar de que en donde se extrae mayor volumen de agua es en Mulegé.

En el mismo cuadro se presenta el número de establecimientos industriales que existen en el Estado, en donde hay un total de 272, y es el municipio de La Paz el que tiene el mayor número de ellos así como los municipios de San Antonio y Santiago. También La Paz es el municipio que tiene el mayor valor de la producción con

\$ 1 187 775.00 al año, de un total del Estado de \$ 467 506 000.00 lo que representa el 40,1 % del valor total de la producción.

CUADRO XVI  
VOLUMEN ESTIMADO DE AGUA PARA USO INDUSTRIAL  
(MILES DE METROS CUBICOS/AÑO), ESTABLECIMIENTOS  
INDUSTRIALES, VALOR DE LA PRODUCCION (MILES DE  
PESOS), EN EL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA SUR.

MUNICIPIO	EXTRACCION	CONSUMO	DESCARGA	ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES	VALOR DE PRODUCCION
Comondú	73	6	67	49	96 22
La Paz	368	50	318	156	187 77
Mulegé	528	25	503	42	171 23
San Antonio	1	0	1	1	2 15
San José del Cabo	4	0	4	11	9 33
Santiago	1	0	1	1	
Todos Santos	53	9	45	12	74
Total	1 030	90	939	272	467 50

Fuente: Dirección General de Usos del Agua y Prevención de la Contaminación

En cuanto a los subgrupos industriales que predominan en el Estado, ( Cuadro XVII), estos son 10. El municipio que tiene más subgrupos es el de La Paz, de ahí que sea el que utilice más agua y tenga mayor valor de la producción.

También se observa que en cinco de los municipios hay industria de conservación, empackado y enlatado de pescados y mariscos, esto se debe a que el Estado es una de las zonas del país " que reúne mejores condiciones naturales en cuanto a ubicación geográfica para la pesca, aproximada-

CUADRO XVII  
SUBGRUPOS INDUSTRIALES EN BAJA CALIFORNIA SUR

MUNICIPIO	SUBGRUPO INDUSTRIAL
Comondú	204 - Conservación, empaçado y enlatado de pescados y mariscos.
	231 - Hilado, tejido y acabado de textiles de fibras blandas, excepto tejidos de punto.
La Paz	204 - Conservación, empaçado y enlatado de pescados y mariscos
	205 - Manufacturas de productos de molino, excepto azúcar.
	209 - Industrias alimenticias modernas.
	214 - Fabricación de refrescos y aguas gaseosas purificadas.
	231 - Hilado, tejido y acabado de textiles de fibras blandas, excepto tejidos de punto.
Mulegé	122 - Extracción y beneficio de minerales metálicos, excepto el mineral de hierro.
	204 - Conservación, empaçado y enlatado de pescados y mariscos.
San Antonio	372 - Fabricación y reparación de aparatos, artefactos, materiales y accesorios eléctricos y electrónicos.
San José del Cabo	204 - Conservación, empaçado y enlatado de pescados y mariscos.
Santiago	207 - Molienda de caña de azúcar y remolacha y destilación de alcohol etílico
Todos Santos	204 - Conservación, empaçado y enlatado de pescados y mariscos.
	206 - Fabricación de productos de pastelería y panadería
	207 - Molienda de caña de azúcar y remolacha y destilación de alcohol etílico
	334 - Fabricación de cemento hidráulico.

Fuente: Dirección General de Usos del Agua y Prevención de la Contaminación.

mente siete octavas partes de sus límites son costeros y existen ricos cardúmenes..."<sup>61</sup>

En general la gran mayoría de las actividades industriales requieren del agua para realizar sus operaciones, y entre las que consumen más agua se encuentran la anteriormente mencionada, la que se relaciona con el procesamiento de minerales, la relacionada con la fabricación de refrescos, la molienda de caña de azúcar y la fabricación de cemento hidráulico.

Otras ramas de la industria que utilizan gran cantidad de agua, son las que se relacionan con los hilados y tejidos para mantener las condiciones de humedad óptimas para el tratamiento de los hilos.

## 6. TURISMO

El turismo relacionado con el agua en el Estado, se localiza principalmente en los manantiales termales, que con instalaciones adecuadas pueden ser polos de atracción turística.

Por otra parte, otra zona que puede pensarse como futuro recurso turístico, es la "misión de Santa Rosalía de Mulegé, construida en 1766 por los frailes dominicos. El paisaje de este pueblo, con el único río del territorio y un bosque de palmas datileras, es un atractivo de la región."<sup>62</sup>

Esto no quiere decir que no existan otros tipos de atractivos turísticos, de hecho existen, pero no pueden ser incluidos en este tema.

---

61. Gutiérrez O, T. (1975), p. 137

62. Garay M. R. E., (1975), p. 246.

Hay que mencionar también la importancia que tiene esta zona como foco de atracción turística, por lo que existirá una competencia entre el agua que se utiliza para satisfacer a esta población flotante y la que se consume en el resto de las actividades económicas que se practican en el Estado.

## V. CONTAMINACION DEL AGUA

La contaminación " consiste en la alteración de las condiciones del medio ambiente dadas por la correlación de factores físicos, químicos y biológicos que al ser modificados por el exceso de desperdicios arrojados deliberadamente en él, trae como consecuencia un rompimiento ecosistemático que puede transformarse en un factor limitante para la vida de la flora y la fauna"<sup>63</sup>.

En el caso del agua, los mecanismos de contaminación pueden ser naturales y artificiales, el primero de ellos " se produce con azolve o con sales, la primera es frecuente durante las avenidas, mientras que la segunda se presenta generalmente durante los estiajes."<sup>64</sup> Por lo que respecta a la contaminación artificial, esta se puede deber a: " 1), la descarga de aguas negras provenientes de los centros de población; 2) las aguas residuales de las industrias; y 3) las aguas de las zonas de riego, que descargan a través de sistemas de drenaje".<sup>65</sup>

En el caso de la zona de estudio, no se cuenta con información precisa sobre contaminación del agua, por haberse apenas iniciado el registro de ésta. Por lo expuesto en el capítulo anterior, y por alguna información previa, se pueden hacer algunas consideraciones sobre contaminación, ya que en esta zona, el agua, por su escasez, es un recurso que debe ser manejado con mucho cuidado.

En algunas zonas, los pozos profundos se contaminan, con el agua de mar aun a la distancia de 25 km de la costa, como en

---

63. Jiménez R. A., (1974), p. 113

64. Benassini, op. cit., p. 266

65. Idem.

la zona del Valle de La Paz en donde se han cegado algunos.

El principal problema a que se enfrenta la zona, es la invasión de los pozos por aguas salinas debido a la constante utilización y a la escasa recarga que estos tienen. El problema del agua salina es un problema muy serio, ya que así se contaminan las principales fuentes de abastecimiento de agua en la zona, lo que repercute en la mayoría de las actividades económicas en el Estado, además del problema que representa para el abastecimiento urbano.

Por otra parte, el hecho de que en muchos lugares no exista drenaje, puede generar otro tipo de contaminación, ya que al estar los pozos de abastecimiento que seguramente son muy abundantes en el Estado, cercanos a las fosas sépticas, pueden haber filtraciones por capilaridad y contaminación del agua.

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La situación geográfica del Estado de Baja California Sur, hace que el clima sea el factor físico más determinante en cuanto a la distribución de los recursos hidrológicos con que cuenta la zona. Esto no quiere decir que la topografía y la vegetación no sean importantes, lo son en la medida en que una vez sobre la superficie terrestre, el agua corre libremente pendiente abajo o bien se infiltra dependiendo de las características geológicas de la zona.

La distribución de la precipitación en el Estado es muy irregular debido a las condiciones existentes del relieve y también a fenómenos relacionados con la circulación general de la atmósfera, que afectan a esta zona durante el año. Esto hace que las cantidades de precipitación no sean muy elevadas, lo que se ve reflejado en el escurrimiento superficial, que es muy bajo.

La corriente fría de California hace que aumente la humedad relativa en el verano, lo que impide que los valores de evaporación potencial se eleven más, aunque de por sí son cantidades altas si se toma en consideración la poca humedad que existe en el Estado durante el resto del año.

Por otra parte, al realizar la comparación cualitativa entre la precipitación y el escurrimiento superficial, se observa una relación directa entre ambos elementos, ya que el segundo se comporta casi igual que el primero, con lo que definitivamente se comprueba la influencia de la precipitación como elemento del clima en la hidrología de la región.

Es recomendable, establecer más estaciones hidrométricas en el Estado, ya que con tres estaciones no es posible realizar un estudio a fondo en este sentido; ya que si bien no existen escurrimientos permanentes, es importante conocer los volúmenes de escurrimiento en los meses que si exista, para poder conocer de manera más completa los recursos hídricos del Estado.

Por otra parte, el estudio demostró que los recursos hidrológicos superficiales son muy escasos en el Estado y son muy pocos los arroyos que cuentan con un caudal perenne, por lo que la importancia de las aguas subterráneas es definitiva, ya que la población depende en gran parte de ella para poder realizar sus actividades. Esto se hace más patente al analizar los escurrimientos medios anuales en las cuencas que presentan estaciones hidrométricas, con lo que se observa que los recursos superficiales no bastan para satisfacer las necesidades de agua de la población.

De lo anterior se desprende que dada la explotación que se realiza de los mantos freáticos a través de pozos, éstos corren el peligro de secarse en mayor escala, porque la recarga de los acuíferos es muy lenta, de hecho algunos ya se han secado. Esto representa un detrimento de las actividades económicas de la zona, como en el caso del Valle de Santo Domingo, donde algunos pozos han sido sobreexplotados, con la consiguiente disminución de las existencias de agua en los mantos freáticos, que repercute en la extensión de hectáreas cosechadas y en la producción agrícola de la zona.

Por lo que respecta a la cantidad de agua que le corresponde a cada habitante por año, suponiendo que la estimación de los datos sea exacta, es una cantidad que por tratarse de una región

seca indica el valor tan grande que debe dársele al agua en esta zona, en donde es grande el problema de obtención del líquido, lo que hace que para uso doméstico se otorgue una cantidad que sea estrictamente la necesaria, para no tener que hacer un consumo mayor que posteriormente repercutiría en los mantos freáticos.

La agricultura es la actividad económica que consume más agua, esto es lógico porque es muy poco lo que se puede aprovechar de la precipitación, por lo que se requiere del riego para poder desarrollar esta actividad y lógicamente el consumo de agua es mayor. Por esto, es importante tomar las medidas necesarias e introducir nuevas técnicas de riego como el goteo o la aspersion, que son los que aprovechan el agua al máximo, con esto se lograría por una parte el mejor aprovechamiento del recurso, porque así la cantidad de agua destinada para cada cultivo sería exactamente la necesaria y por otro lado, se frenaría la sobreexplotación de los mantos freáticos a través de pozos y evitar así su posible desecación y contaminación con agua del mar, ya que en algunos casos los pozos están recibiendo filtraciones de aguas salinas, lo que representa otro problema para la agricultura y en general para todas las actividades por la mezcla que se produce entre el agua salada y el agua dulce.

La agricultura y la ganadería son las dos actividades económicas que consumen más agua en el Estado; esta última, requiere de la agricultura como fuente de alimentación para el ganado, por lo que están en íntima relación. Es importante insistir en que el ganado necesita también de agua para satisfacer las necesidades de su organismo, y las plantas que se utilizan para su alimentación, también requieren de agua para su desarrollo; por lo que se puede

considerar que en esta actividad el agua es doblemente importante.

El estudio ha dejado en claro la importancia que tiene el mejor aprovechamiento del agua en las zonas áridas del país, donde los factores físicos influyen de manera patente en la distribución del recurso agua. Esto hace pensar que en estas zonas, aunque se puede muy bien extrapolar a toda la República Mexicana, hay que realizar estudios exhaustivos que lleven a determinar una utilización adecuada del escaso recurso agua con que cuenta la zona. Inclusive pensar en la desalación del agua del mar en el Estado en cuestión para lograr la mejor satisfacción de las necesidades de agua tanto para la población, como para las actividades económicas que se realizan en el Estado.

Por otra parte es necesaria la conservación y buena utilización, tanto del agua, como del resto de los recursos naturales básicos, ya que todos se encuentran muy relacionados entre sí. La importancia del agua es mayor, ya que en gran medida el resto de los recursos dependen de ella, por lo que su contaminación o consumo inmoderado trae como consecuencia un desequilibrio en ese importante conjunto básico para la vida en la Tierra.

## BIBLIOGRAFIA

1. Benassini, Oscar, " Aprovechamiento racional de los recursos hidráulicos de México ", Comité Nacional para el Decenio Hidrológico Internacional, Memoria 1966-1967, México, 1968.
2. Benassini, Oscar, " Los recursos hidráulicos de México y su aprovechamiento racional ", El escenario geográfico (Introducción ecológica), Instituto Nacional de Antropología e Historia, México, 1974.
3. Coronado G., Carlos, Los recursos hidrológicos del Estado de Guerrero. Tesis profesional, UNAM, México, 1978.
4. Cruz N. Francisco, La climatología sinóptica de Sonora y Baja California, Tesis profesional, UNAM, 1978.
5. Czerna, Zoltan de, " La evolución geológica del panorama fisiográfico actual de México". El escenario geográfico (Introducción ecológica). Instituto Nacional de Antropología e Historia, México, 1974.
6. De la O, C, Alfonso, " Las provincias geohidrológicas de México" Boletín del Instituto de Geología, No. 56/2, UNAM, México, 1954.
7. Durán S, E. y Vargas A. V., Las técnicas de Ingeniería Económica aplicadas a la explotación de los recursos hidráulicos subterráneos. SRH, Dirección de Información y Divulgación, México, 1972.
8. Garay M, Rosa E., " Realidades y perspectivas del turismo en Baja California", Boletín de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística, Baja California, Tomo CXX, México, 1975.
9. García, Enriqueta y Mosiño, Pedro, " Los climas de la Baja California", Comité Nacional para el Decenio Hidrológico Internacional, Memoria 1966-1967, Instituto de Geofísica, UNAM, México, 1968.
10. García, Enriqueta y Falcón, Zaida, Nuevo Atlas Porrúa de la República Mexicana, Editorial Porrúa, México, 1972.

11. Gutiérrez O, Tonatiuh, " Producción pesquera de Baja California Sur", Boletín de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística, Baja California, Tomo CXX, México, 1975.
12. Guzmán, V, Raquel, " La Geografía y los problemas de la ganadería en el norte de México", Memoria del VII Congreso Nacional de Geografía Aplicada, México, 1978.
13. Jiménez R. Arturo, Características hidrográficas de la vertiente del Golfo de México en el Estado de Veracruz, Tesis profesional, UNAM, México, 1974.
14. López de Llergo, Rita, " Principales rasgos geográficos de la República Mexicana", México: sus necesidades, sus recursos. Editorial técnica, S. A., México, 1970.
15. Maderey R., Laura, Aguas subterráneas en México, Instituto de Geografía, UNAM, México, 1967.
16. Maderey R., Laura, Balance hidrológico de la cuenca del río Tizar durante el periodo 1967-1968, Tesis profesional, UNAM, México, 1971.
17. Maderey R, Laura, El agua de escurrimiento en la República Mexicana, Instituto de Geografía, UNAM, México, 1977.
18. Maderey R., Laura, " La humedad y la vegetación en la península de Baja California". Boletín del Instituto de Geografía, Volumen VI, UNAM, México, 1975.
19. Muñoz L. Manuel. Vocabulario fisiográfico, Instituto Panamericano de Geografía e Historia. Publicación No. 75, México, 1945.
20. Ordóñez, Ezequiel, " Principales provincias fisiográficas y geológicas de la República Mexicana", Gufa del explorador minero Instituto de Geología, México, 1946.
21. Sámano P. Carmen, " El distrito de riego de Santo Domingo, en Baja California Sur", Boletín de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística, Baja California, Tomo CXX, México, 1975.
22. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Catálogo de proyectos hidroagrícolas, Comisión Nacional del Plan Hidráulico, México, 1977.

24. Secretaría de Recursos Hidráulicos, Agua Escondida, Dirección General de Irrigación y Control de Ríos, Dirección de Geohidrología y Zonas Áridas, México, 1975.
25. S.R.H., Atlas del agua de la República Mexicana, México, 1976.
26. S.R.H., Boletín Hidrológico No. 28, Regiones hidrológicas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, Península de Baja California, Jefatura de Irrigación y Control de Ríos, México, 1971.
27. S.R.H., "Características de los distritos de riego (Tomo I)" Subsecretaría de Operación, México, D. F., 1976.
28. S.R.H., "Manuel de riegos para el Valle de Santo Domingo", Santo Domingo Agrícola, Baja California Sur, 1976.
29. Stamp, D. L., (editor), A glossary of geographical terms, Longmans, Ed, London, 1962.
30. Suárez S. Irene A., "Algunas recomendaciones sobre agricultura en los distritos de riego en la península de Baja California", Boletín de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística, Baja California, Tomo CXX, México, 1975.
31. Tamayo, J. L., Geografía general de México, Tomos I y II, Instituto Mexicano de Investigaciones Económicas, México, 1962.
32. Vivó E, Jorge A, Geografía de México, Fondo de Cultura Económica. México, 1958.

#### REFERENCIAS CARTOGRAFICAS

1. Comité Coordinador del levantamiento de la Carta de la República Mexicana. Esc. 1:500 000. Cartas: San Bartolomé, Santa Rosalía, Magdalena, La Paz y San José del Cabo.
2. Raisz, Erwin, Landforms of Mexico, Cambridge, Mass, U.S.A., 1964.
3. Secretaría de Recursos Hidráulicos. Mapa hidrológico. Estaciones hidrométricas. Escala: aproximada 1: 950 000

4. Secretaría de Obras Públicas, Mapa de Carreteras del Territorio de Baja California, Esc. 1: 1 200 000, 1972.
5. World Aeronautical Chart , Estaciones Meteorológicas, Esc. 1: 1 000 000.

#### FUENTES ESTADISTICAS

1. Dirección General de Estadística. V Censos Agrícola-Ganadero y Ejidal, Baja California, Territorio. México, 1975.
2. Secretaría de Agricultura y Ganadería, Servicio Meteorológico Nacional, Normales Climatológicas, Periodo 1941-1970, México, 1976.
3. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, D.G.E. Departamento de Cálculo Hidrométrico y Climatológico, Estadística de los elementos climáticos y del volumen de escurrimiento.
4. Secretaría de Industria y Comercio. IX Censo General de Población, Territorio de Baja California, 1970. México, 1971.
5. Secretaría de Recursos Hidráulicos, Dirección General de Usos del Agua y Prevención de la Contaminación. Estimación de los volúmenes de agua utilizados por la población, la ganadería, la agricultura y la industria en el Estado de Baja California Sur.