



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS

**EL RECURSO AGUA EN EL DISTRITO DE RIEGO LA COSTA,
HERMOSILLO SONORA**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LICENCIADO EN GEOGRAFÍA

PRESENTA:

ROMERO LIMONGI, ROSA

ASESOR: MADEREY RASCÓN, LAURA ELENA

MÉXICO, D. F.

1977



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.

DEDICATORIA.

A MIS PADRES:

FERNANDO ROMERO PAZ Y ELVIRA LIMONGI LAMOGLIA

Por su cariño inmenso, comprensión y apoyo que
siempre me han brindado.

1830

AGRADECIMIENTOS .

Agradezco atentamente a la Dra. Ma. Teresa Gutiérrez de Mac - Gregor, Directora del Instituto de Geografía, UNAM, las facilidades que me brindó en el desarrollo del presente trabajo.

A mi asesora Dra. Laura Elena Maderey por la libertad y comprensión obtenida.

A mis ilustres maestros: Atlántida Coll, Jorge Caire y demás sinodales por sus valiosas observaciones y enseñanzas.

A la Lic. Ana García por la gran ayuda y comprensión recibida.

En especial al Ing. Jorge Enrique Alvarado O. Subdirector de la Dirección de Geohidrología y zonas áridas, SRH, por las facilidades que me brindó en la obtención del material.

A todos mis maestros que con sus valiosas enseñanzas hicieron posible que llegara este momento.

A todas aquellas personas que de una manera u otra hicieron posible el desarrollo del presente estudio.

I N D I C E G E N E R A L .

- INTRODUCCION
- 1. PRESENTACION DEL AREA DE ESTUDIO
 - 1.1 LOCALIZACION
 - 1.2 MEDIO FISICO
 - 1. 2.1 FISIOGRAFIA
 - 1. 2.2 GEOLOGIA
 - 1. 2.3 CLIMA
 - 1. 2.4 SUELO
 - 1. 2.5 VEGETACION
 - 1. 2.6 HIDROGRAFIA
 - 1.3 MEDIO HUMANO
 - 1. 3.1 CANTIDAD Y DISTRIBUCION DE LA POBLACION
 - 1. 3.2 CRECIMIENTO DE LA POBLACION
 - 1. 3.3 COMPOSICION DE LA POBLACION POR EDAD Y SEXO
 - 1. 3.4 POBLACION SEGUN ACTIVIDADES ECONOMICAS
 - 1. 3.5 CARACTERISTICAS SOCIO-ECONOMICAS
- 2. EL RECURSO AGUA EN EL DISTRITO DE RIEGO
 - 2.1 CENTROS ACUIFEROS
 - 2. 1.1 AGUAS SUPERFICIALES
 - 2. 1.2 AGUAS SUBTERRANEAS
 - 2.2 USO ACTUAL DEL RECURSO AGUA
 - 2. 2.1 USO DE LAS AGUAS SUPERFICIALES
 - 2. 2.2 USO DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS

- 2.3 EVALUACION Y BALANCE DEL RECURSO AGUA
 - 2. 3.1 BALANCE DE LAS AGUAS SUPERFICIALES
 - 2. 3.2 BALANCE DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS
 - 2. 3.3 DEMANDA FUTURA DE AGUA POTABLE
 - 2. 3.4 OFERTA ACTUAL DE AGUA EN LA ZONA
 - 2. 3.5 BALANCE ENTRE LA OFERTA DE AGUA DISPONIBLE Y LA DEMANDA FUTURA
- 3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
- . BIBLIOGRAFIA

INDICE DE ILUSTRACIONES

1. M A P A S

1. Localización
2. Orohidrográfico
3. Geológico
4. Climas
5. Suelo-Vegetación
6. Población

2. G R A F I C A S

1. Climogramas
2. Crecimiento y proyecciones de la población del municipio de Hermosillo, Son. (1930-1980).
3. Pirámide de la población en 1970
4. Población económicamente activa e inactiva
5. Población económicamente activa por ramas de actividad
6. Ingreso per cápita mensual de la población económicamente activa
7. Cálculos de volumen de agua. (1963-1973).

3. T A B L A S

1. Población absoluta del municipio de Hermosillo (1930-1980).
2. Composición de la población por edad y sexo
3. Ingreso mensual en pesos de la población del municipio de Hermosillo.
4. Volúmenes de agua potable extraídos (1963-1968).

5. Volúmenes de extracción de agua para usos agrícolas (1963-1968).
6. Datos Generales de las estaciones hidrométricas
7. Escurrimientos anuales registrados
8. Gastos máximos anuales
9. Demanda futura de agua potable para la ciudad de Hermosillo
(1969-1993).
10. Balance entre oferta y demanda de agua

4. F I G U R A S

1. Croquis de los canales y estaciones hidrométricas
2. Bosquejo de los acuíferos Costa de Hermosillo
3. Croquis de los niveles estáticos originales
4. Croquis de los niveles estáticos (1964)
5. Croquis de los niveles dinámicos originales.

" EL AMBIENTE NATURAL ES UN LUJO PARA AQUELLOS QUE LO POSEEN. PIERDASE Y LA PROPIA EXISTENCIA ESTARA EN PELIGRO. ESTA ES LA LECCION QUE HAY QUE APRENDER DE LAS SOCIEDADES TECNOLOGICAS. LA OPULENCIA ES EFIMERA Y CON FRECUENCIA REBAJA LA CALIDAD DE LA VIDA. RIQUEZA ES LA TIERRA, EL AIRE PURO, EL AGUA LIMPIA ".

SCHWARTS, 1973.

I N T R O D U C C I O N

El agua es uno de los recursos mas abundantes de la superficie terrestre, ya que se encuentra ocupando cerca de las tres cuartas partes de la misma y los depósitos y corrientes subterráneas vienen a acrecentar su volumen disponible.

La presencia del agua sobre la tierra determina la existencia y desarrollo de la vida, sin élla no puede existir.

El uso del agua corre paralelo con el desarrollo de la humanidad ya que influye directamente en la distribución de la población sobre la superficie terrestre, determinando la presencia de ésta las grandes concentraciones humanas.

Además, la presencia del agua es el motor medular en el desarrollo de las diversas actividades económicas.

Por tal motivo, los usos que el hombre le ha dado al agua son sumamente variados y van de acuerdo con su desarrollo tecnológico; en la agricultura, en la industria, en las ciudades, etc.

El agua del mar no se puede utilizar directamente en la vida doméstica y en el desempeño de las diversas actividades económicas del hombre. No obstante, el mar es un recurso como nicho ecológico.

No obstante, es necesario aclarar que no cualquier tipo de agua se puede utilizar, ya que el agua de mala calidad resulta costoso tener que darle un tratamiento previo a su utilización, como es el caso de las aguas "duras".

La importancia de este recurso natural básico, se ve doblemente acrecentada en aquellas regiones de la tierra donde es sumamente escasa, tal es el caso de las regiones áridas y semiáridas que representan más del veinte por ciento de la superficie terrestre (Davis-Wiest, 1971).

La distribución del agua sobre la superficie terrestre se presenta en forma muy irregular, ya que está condicionada a toda una serie de factores del medio físico natural.

El hombre a través del adelanto científico-tecnológico ha tratado de utilizar racionalmente este recurso, sobre todo en aquellas regiones donde su escasez es más acentuada y de esta manera combatir la desigual distribución de ésta, por lo tanto, se ha avocado con mayor interés a la solución de los problemas hídricos en las regiones áridas.

En algunos países esta tecnificación ha tenido resultados positivos como es el caso de Israel, Países Arabes, Perú y Chile, incorporando a la agricultura tierras que por la ausencia del recurso agua estaban marginadas del desarrollo económico del país.

En la República Mexicana la distribución de las lluvias y de las fuentes acuosas es sumamente irregular, debido a esto, en la región norte y centro del país existen grandes extensiones áridas semiáridas, que representan más del 52% de la superficie total, donde la escasez de los recursos básicos agua, suelo y vegetación, reta al hombre a trabajar con mayor tesón y a desarrollar la tecnología para aprovechar al máximo los escasos recursos de esas zonas. Debido a

ésto, en nuestro país cada vez van siendo más importantes los alumbramientos de las aguas subterráneas, cuyo aprovechamiento ha originado el florecimiento socio-económico de algunas zonas "en el noroeste, norte y centro del país (entre éllas el Valle de Santo Domingo, BCS, la Costa de Hermosillo Sonora, y parcialmente han colaborado al desarrollo de La Laguna, Valle de Mexicali, Caborca-Altar, etc.), que en total superan 500,000 hectáreas con bombeo." (Bassols, 1967, Pág. 144).

En la región de estudio las temperaturas son súmamente elevadas, presenta las máximas oscilaciones térmicas y los índices de aridez más altos y extremosos del país, tomando en cuenta que más del 50% del territorio nacional es árido y semiárido, esto también es debido a que la región de estudio se encuentra cercana a los 30°C. de latitud norte correspondiente a la zona desértica mundial.

En una región árida como es la del presente estudio, tiene características de relevante importancia el recurso agua, de ahí que se requieren estudios que permitan su evaluación, cualificación y cuantificación así como de análisis de las políticas de su uso actual; todo esto encaminado a evitar derroche y dilapidación del recurso.

Para hacer el balance hídrico de la región, es necesario conocer los factores geográficos que condicionan a este recurso, esto implica conocer el medio físico de la zona para poder establecer la capacidad recurso.

El estudio del recurso agua no se puede desligar de factores socio-económicos en especial las características de la población y sus tenden-

cias que van a condicionar en cierta forma la demanda futura, esta evaluación va a permitir establecer o presentar alternativas para su mejor uso y éste viene a ser en sí el objetivo primordial de la tesis que se presenta.

Los objetivos que se pretende desarrollar a través de este estudio son los siguientes:

1. Conocer y cualificar los recursos hídricos de la región en relación con los demás elementos del paisaje físico.
2. Evaluar y cuantificar la disponibilidad del agua en el área de estudio.
3. Analizar las características de la explotación actual del recurso agua en la zona.
4. Conocer las perspectivas del uso de este recurso a través del tiempo.

El desarrollo metodológico para llevar a cabo el cumplimiento de estos objetivos, ha sido en primer término la recopilación, análisis y ordenación del material existente en los organismos y dependencias relacionadas con el tema, especialmente en la Secretaría de Recursos Hidráulicos, selección del material cartográfico adecuado que contiene la representación del área, trabajo de campo para conocer de cerca los problemas inherentes al recurso agua.

La presentación del estudio se realiza a través de tres capítulos, el primero de ellos se avoca a la presentación del área de estudio. El Distrito

de Riego Costa de Hermosillo, Son., la cual se ubica en una área mayor: la Cuenca del Río Sonora, por ser éste un análisis de carácter físico, en la segunda parte de dicho capítulo, se exponen las características principales del medio humano que conforma el área de estudio.

El segundo capítulo está dedicado al estudio en detalle del recurso agua en el Distrito de Riego, efectuando un análisis del recurso agua en el Distrito de Riego y dedicado al análisis del uso, evaluación, balance y demanda futura de dicho recurso.

Por último, el estudio se formaliza con una serie de conclusiones y recomendaciones, producto del análisis del tema desarrollado. Acompaña al estudio una representación cartográfica del área, así como una información estadística.

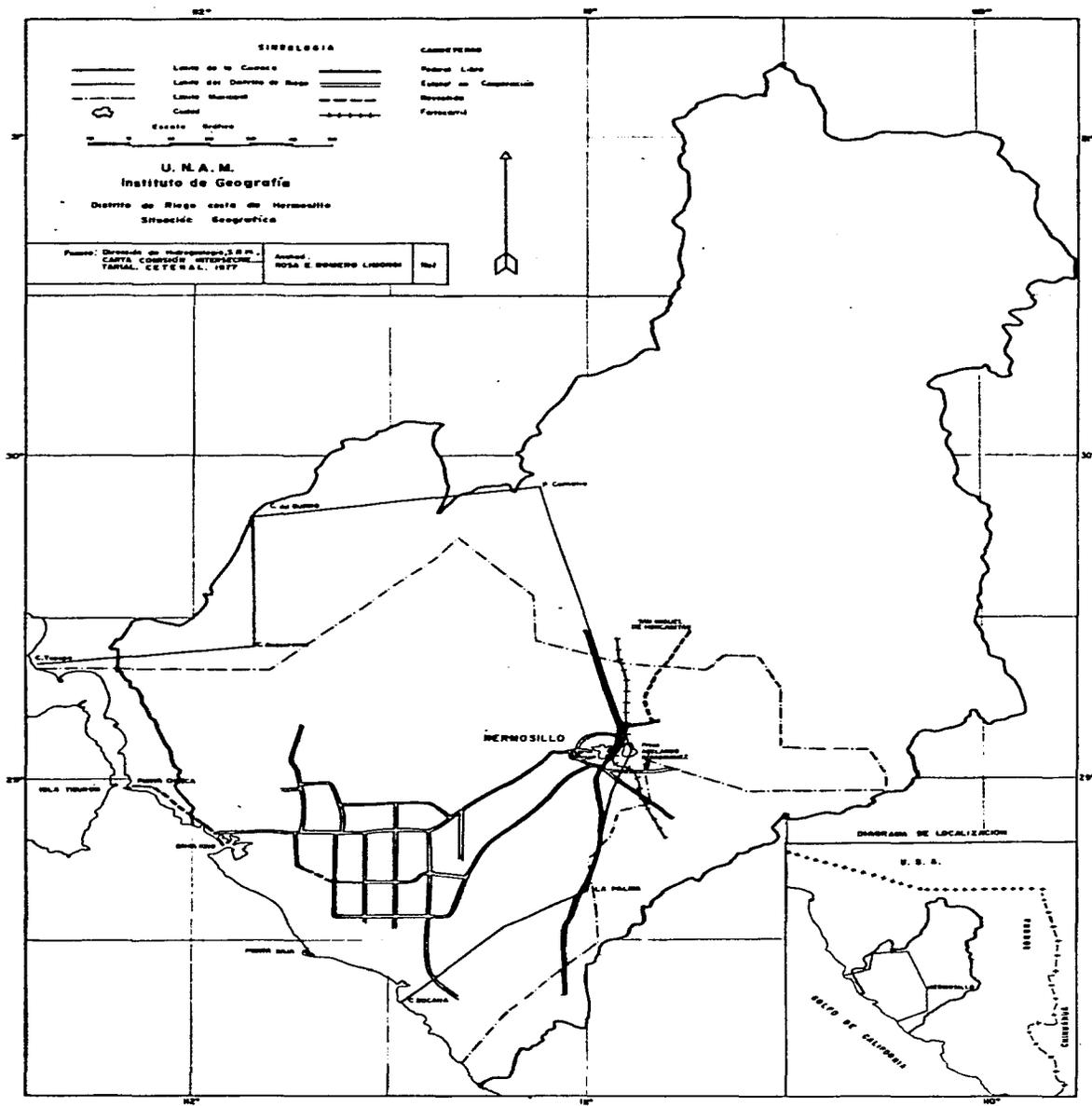
1. PRESENTACION DEL AREA DE ESTUDIO

1.1 LOCALIZACION.

El Distrito de Riego Costa de Hermosillo, está situado entre los paralelos 28°20' y 29°55' de latitud Norte; y entre los meridianos 111°00' y 112°30' de longitud Oeste; en el centro-oeste del Estado de Sonora, entre la Bahía de Kino y la Ciudad de Hermosillo, Capital del Estado de Sonora; (ver el Mapa NO. 1).

La zona de estudio tiene una superficie aproximada de 14,000 km², sus límites han sido establecidos por la Secretaría de Recursos Hidráulicos (*), en forma convencional y han ido variando de acuerdo con las necesidades y problemas que se han presentado como mas adelante se explica. Su superficie es una poligonal formada por líneas rectas que se unen en los puntos mas altos de los cerros que limitan la zona, actualmente se inicia al norte desde el litoral del Golfo de California con una dirección de oeste-este, hasta la cima del Cerro Tepopa que se une en línea recta con los cerros: Anacoretas, Cerro del Burro y Cerro Cornelio. Al este parte del Cerro Cornelio, en línea recta a la Cortina de la Presa Abelardo L. Rodríguez, de ahí a la cima del Cerro Villa de Seris pasando por la Carretera Hermosillo-Guaymas hasta el poblado de la Palma. En el sur parte en línea recta desde el poblado La Palma, sobre la carretera Hermosillo-Guaymas, hasta las cimas de: Loma Colorada, Cerro de la Bocana, y la Costa Sur de la Bahía de Tastiota en el litoral del Golfo de California. Su límite occidental, está formado por dicho litoral, con

(*) Actualmente Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.



una dirección noroeste-sureste, desde el Cerro de Tepopa hasta la Bahía de Tastiota.

Desde el punto de vista administrativo o político, abarca casi todo el Municipio de Hermosillo, como se puede apreciar en el Mapa No. 1.

El Distrito de Riego está muy bien comunicado.

La Carretera Federal No. 15 México-Nogales, lo atraviesa en su parte oriental, pasando por la Ciudad de Hermosillo. Además dentro de la región de estudio, existe una red de carreteras de primer orden como se puede observar en el Mapa No. 1; la Carretera Hermosillo-Bahía de Kino lo atraviesa de este a oeste, hasta la costa; perpendiculares a ésta y en dirección tanto al sur como hacia el norte, se localizan otras carreteras que comunican entre sí al Distrito.

Existen un buen número de caminos de segundo y tercer orden, la red de éstos asciende aproximadamente a 1,280 km. con una densidad de 1 km. por km², valor elevado comparado con otros distritos de riego.

El Ferrocarril del Pacífico que pasa por la Ciudad de Hermosillo hace conexión en la Ciudad de Guadalajara con las vías nacionales de México y por el norte con las vías internacionales.

Las diferentes compañías aéreas tanto locales como internacionales, hacen conexión en el puerto aéreo de Hermosillo.

Además cuenta con telecomunicaciones modernas, sistema de ondas cortas y micro-ondas.

1.2 MEDIO FISICO

El estudio del medio físico es básico para el desarrollo y mejor comprensión de la zona de estudio y en especial para poder valorar el recurso agua. Ya que por medio del estudio detallado de todos y cada uno de sus elementos se puede proceder a cualificar y hasta cuantificar los recursos naturales de la región y de esta manera valorar la importancia del recurso agua.

Desde el punto de vista físico el Distrito de Riego está situado en la Cuenca Baja del Río Sonora (abarcando casi el 40% de la superficie total), por lo tanto, forma parte de dicha región, además la Cuenca Alta ejerce una gran influencia sobre esta zona.

1. 2.1 FISIOGRAFIA

El Distrito de Riego Costa de Hermosillo, está ubicado en su mayor parte dentro de la Cuenca del Río Sonora, desde el punto de vista fisiográfico en dicha Cuenca se observan dos regiones bien definidas: la cuenca alta o región oriental que forma parte de la Sierra Madre Occidental y la cuenca baja donde está situada la región de estudio que es parte de la Llanura Costera de Sonora. (Ver el Mapa No. 2).

LA LLANURA COSTERA DE SONORA. Forma parte de los sinclinatorios de Sinaloa, Nayarit y el Golfo de California.

Según el Dr. Jorge A. Vivo (1953-Pág. 46)." éstos son una continuación de la serie de mesetas intermontanas que se localizan en América del

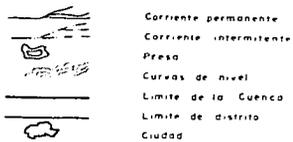
30°

111°

30°

110°

SIMBOLOGIA



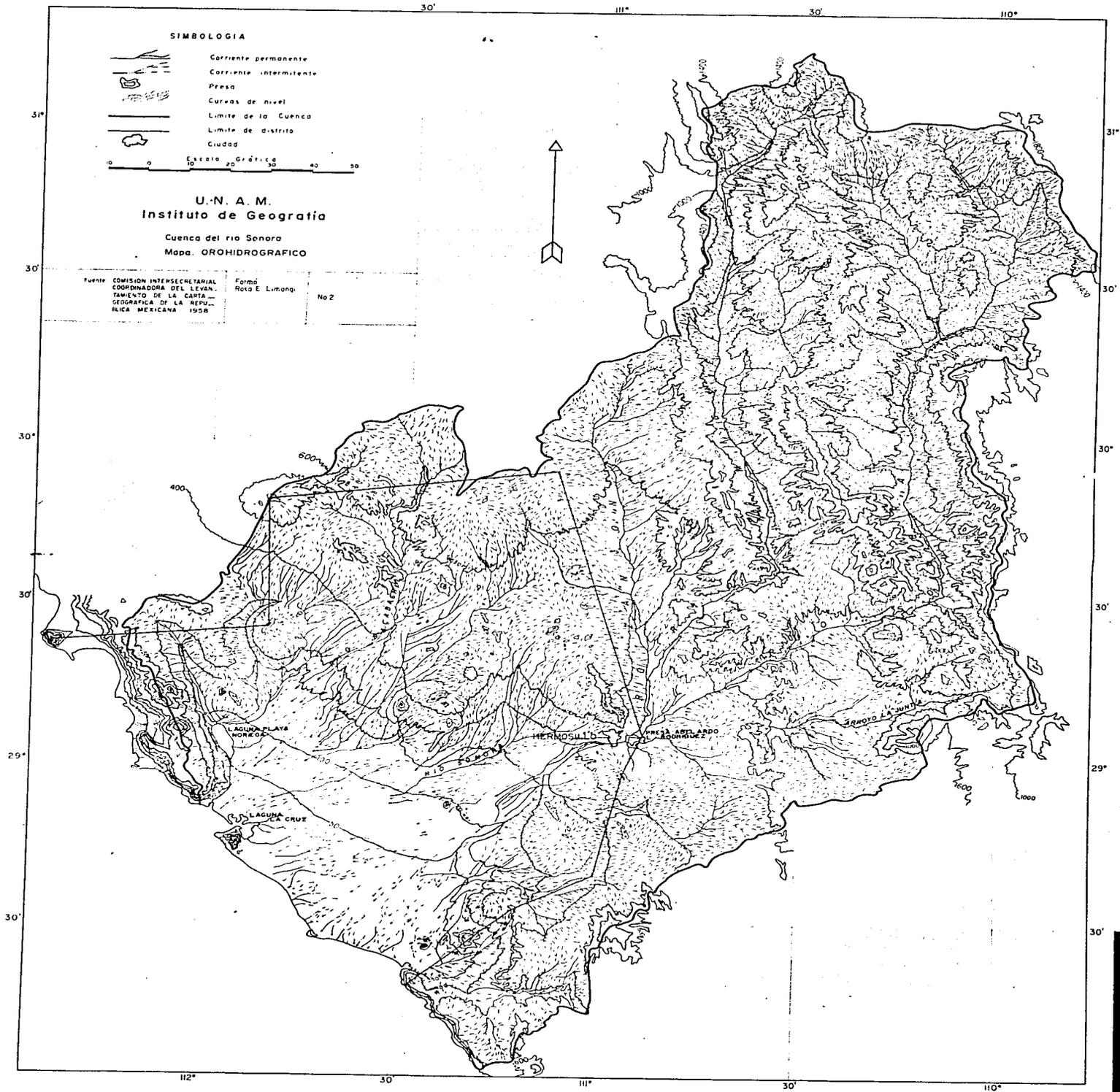
Escala Gráfica 0 20 40 60

U. N. A. M.
Instituto de Geografía

Cuenca del río Sonora
Mapa. OROHIDROGRAFICO

Fuente COMISION INTERSECRETARIAL
COORDINADORA DEL LEVANTAMIENTO DE LA CARTA
GEOGRAFICA DE LA REPUBLICA
MEXICANA 1958

Forma
Rota E. Limonog. No 2



112°

30°

111°

30°

110°

Norte", además dichos sinclinatorios "comenzaron a formarse en el Cretácico Medio y Superior y siguieron desarrollándose hasta el Cenozoico".

La llanura de Hermosillo, está situada en una zona de pliegues ininterrumpidos que se continúan desde la Sierra Madre Occidental hacia la costa. Los sinclinales de dichos pliegues se fueron rellenoando de material sedimentario durante el Pleistoceno y Holoceno, dando origen a la llanura costera que actualmente se observa.

La llanura costera en la actualidad es una región más o menos plana con suaves pendientes, presenta una pendiente general 0.002% (según SRH. 1968), hacia el mar.

Presenta algunas serranías, cerros y colinas intercaladas en forma aislada, generalmente muy erosionadas y rodeadas de abanicos aluviales muy tendidos. Su altitud con dirección oeste-este, varía suavemente desde la curva de nivel de los 12 m. sensiblemente paralela al litoral hasta la Ciudad de Hermosillo a 237 m. de altitud y hacia el extremo mas septentrional del Distrito de Riego se llegan a localizar altitudes de 600 y hasta 800 m. ésto se debe a la presencia de algunas serranías tales como: el Cerro del Burro, la Sierra del Tabaquito, etc.

Más allá de los límites orientales de la región de estudio, se inicia la cuenca alta del río Sonora, que está situada en parte de la Sierra Madre Occidental. Esta Sierra según el Dr. Jorge A. Vivo (1953- Pág. 46), " es la continuación de las sierras Endicott de Alaska y

de las montañas Rocallosas de Canadá y los Estados Unidos de América," continúa diciendo que "estos anticlinorios también comenzaron a formarse en el Cretácico Medio y Superior alcanzando su máximo desarrollo en el Cenozoico Medio y parece que no han sufrido un apreciable desarrollo en el Cenozoico Superior".

La cuenca alta del río Sonora, se inicia mas al este de la Ciudad de Hermosillo a 40 km. aproximadamente comienza el ascenso, donde se localiza la Sierra Madre Occidental, con dirección noreste a partir de los 600 m. de altitud; a los 800 m. de altitud los escarpes van siendo mayores, las pendientes son más fuertes, hasta alcanzar altitudes de mas de 2,000 m. en los límites orientales de la cuenca, en la línea divisoria de las aguas.

La máxima altitud está localizada en la parte central de esta región en la Sierra de Aconchi (2,600 m. s.n.m.).

Algunas de las sierras que se localizan en esta región y que forman parte de la Sierra Madre Occidental de Norte a Sur son: sierra de Pinitos, sierra de Cananea, sierra de Papigochi, sierra del Manzanal y sierra de la Madera, etc.

Las sierras presentan una dirección general de noroeste a sursureste y están dispuestas paralelas a la Costa.

1. 2.2 GEOLOGIA

La Geología en el estudio del agua, tiene una importancia básica, ya que según las características y el origen de las rocas, así como el estudio detallado de las mismas, indica su grado de permeabilidad, su capacidad almacenadora, etc.

Los estudios geohidrológicos llevados a cabo por la SRH, han permitido llegar a conclusiones de vital importancia para la zona, de las cuales depende el desarrollo y la explotación actual y futura de los acuíferos, por ejemplo, se sabe que las rocas que afloran en las pequeñas sierras situadas dentro de la zona del Distrito de Riego, "se consideran impermeables como es el caso de la Sierra de la Salada que no permite el libre paso de las aguas que provienen de la parte alta del río Sonora hacia la parte baja de la misma". (Jiménez 1965- Pág. 66).

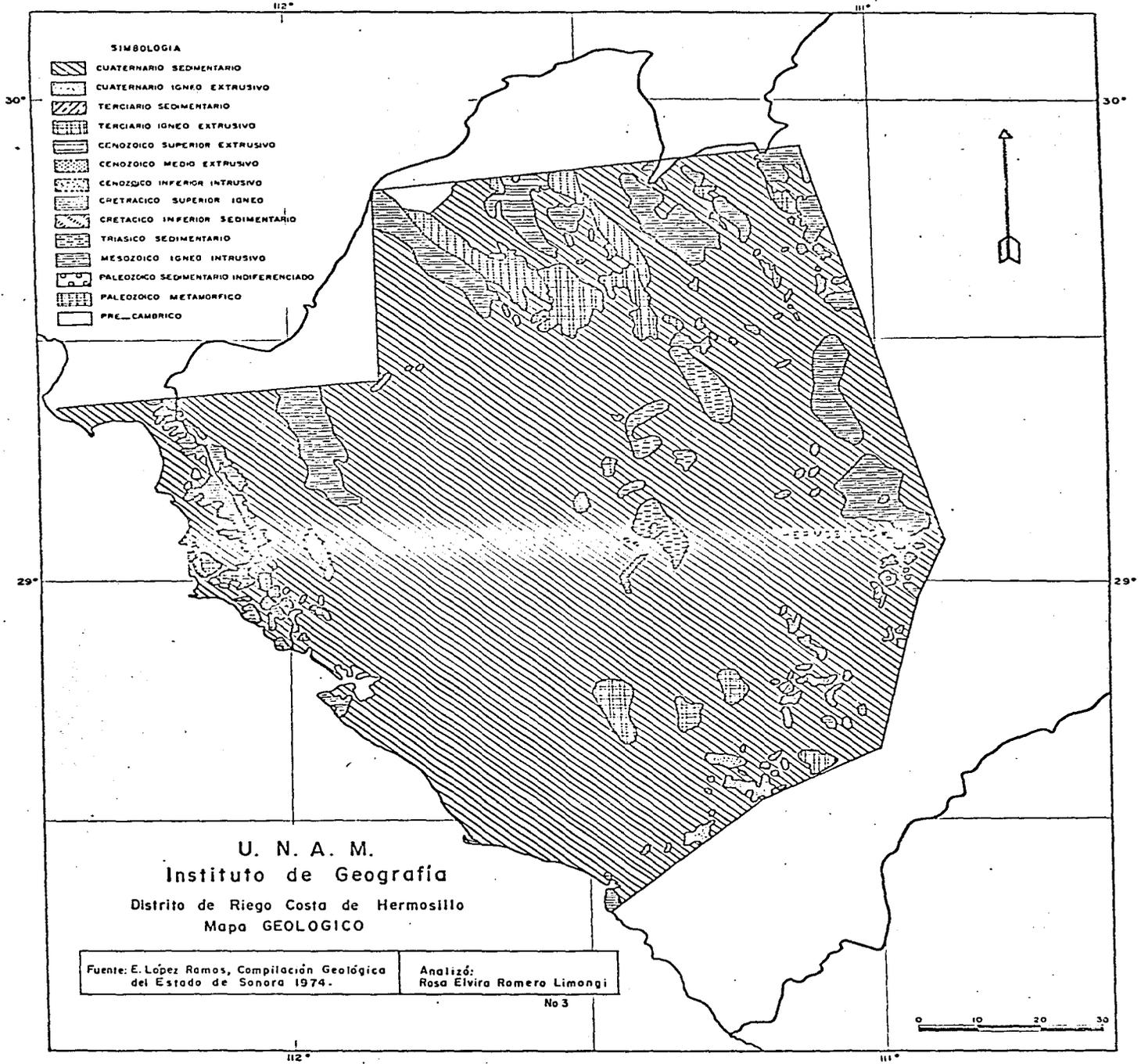
El estudio geológico de la región donde está situado el Distrito de Riego Costa de Hermosillo, ha sido enfocado desde el punto de vista del origen y naturaleza de las rocas, analizándose en un segundo plano las eras y períodos en que se formaron. Esto se explica fácilmente, ya que el interés fundamental es el conocer las características de permeabilidad y de almacenamiento de agua que poseen las rocas como se mencionó anteriormente.

Al observar el Mapa Geológico No. 3 (López Ramos, 1974), en la región de estudio se pueden diferenciar tres regiones: 1. La Costa, 2. El Norte y 3. El Centro y resto del Distrito de Riego; cuyas características principales son:

1. La Costa. Las rocas predominantes en un 80% en esta región son las ígneas extrusivas (andesitas, tobas, basaltos y riolitas) e intrusivas (fundamentalmente granitos), pertenecientes a diversos períodos que van desde el Mesozoico pasando por el Terciario hasta el Cenozoico Superior, el resto está representado por rocas sedimentarias principalmente del Cuaternario. Casi todos los afloramientos son alargados, paralelos al Litoral y en conjunto

SIMBOLOGIA

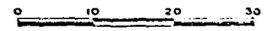
-  CUATERNARIO SEDIMENTARIO
-  CUATERNARIO IGNEO EXTRUSIVO
-  TERCIARIO SEDIMENTARIO
-  TERCIARIO IGNEO EXTRUSIVO
-  CENOZOICO SUPERIOR EXTRUSIVO
-  CENOZOICO MEDIO EXTRUSIVO
-  CENOZOICO INFERIOR INTRUSIVO
-  CRETACICO SUPERIOR IGNEO
-  CRETACICO INFERIOR SEDIMENTARIO
-  TRIASICO SEDIMENTARIO
-  MESOZOICO IGNEO INTRUSIVO
-  PALEOZOICO SEDIMENTARIO INDIFERENCIADO
-  PALEOZOICO METAMORFICO
-  PRE-CAMBRICO



U. N. A. M.
 Instituto de Geografía
 Distrito de Riego Costa de Hermosillo
 Mapa GEOLOGICO

Fuente: E. López Ramos, Compilación Geológica del Estado de Sonora 1974.	Analizó: Rosa Elvira Romero Limongi
--	--

No 3



presentan un aspecto disperso.

2. El Norte. Los afloramientos en esta zona se presentan formando grandes bloques y siguen una dirección de noroeste a sureste, las rocas predominantes son las ígneas intrusivas y extrusivas, pertenecientes a diversos períodos (del Mesozoico al Cenozoico Superior), la Sierra del Tabaquito y el Cerro Cornelio están básicamente formados por rocas graníticas del Mesozoico. También se localizan extensos afloramientos de rocas metamórficas, pertenecientes al Paleozoico, el resto de esta zona está cubierta por rocas sedimentarias del Cenozoico: limos, gravas, etc.

3. En el Centro y resto del Distrito de Riego predominan las rocas sedimentarias del cuaternario que cubren más del 80%, aunque también existen afloramientos sedimentarios del Paleozoico, así como del Cretácico Superior.

También se localizan en forma intercalada importantes afloramientos de rocas ígneas intrusivas graníticas del Mesozoico, en los límites orientales del Distrito de Riego, rodeando a la Ciudad de Hermosillo.

También las hay pertenecientes al Cenozoico Inferior al sureste del Distrito.

Las rocas ígneas extrusivas, principalmente basalto del Cuaternario se localizan en el centro y al sur del Distrito como en la Sierra de Tastiota.

Como se puede apreciar en el Mapa No. 3, las rocas que pre-

dominan en toda la región de estudio, son las sedimentarias cuaternarias (gravas, limos, arcillas), que están cubriendo aproximadamente el 80% de la superficie total.

Los estudios hechos por la Dirección de Geohidrología de la SRH., sobre la geología subterránea de la región en estudio, revelan que el subsuelo está constituido básicamente por limos, arenas de grano fino a grueso y gravas, localizándose la zona más permeable entre el Cerro de San Nicolás y la Sierra de Kino. El espesor del relleno es muy potente y fué originado por proceso de erosión que ya se ha mencionado anteriormente.

En el resto de la Cuenca región Oriental Montañosa, las sierras que la forman están constituidas fundamentalmente por rocas ígneas extrusivas, basaltos, riolitas y andesitas, del Terciario y abundantes rocas ígneas intrusivas del Mesozoico principalmente granitos.

Como ejemplos de sierras eminentemente volcánicas están: Nacozari, Manzanal, Papigochic, etc. y las constituidas por rocas ígneas intrusivas: Sierra de la Madera, el Cerro Codorachi, etc.

También existen importantes afloramientos de rocas metamórficas del Mesozoico. Y el resto está cubierto por rocas sedimentarias principalmente del Cuaternario.

1. 2.3 EL CLIMA

El clima es un factor muy importante del Medio Físico, cuyas características están dadas por una serie de factores tales como: la situación

geográfica, el relieve, la distancia al mar, etc. Sus elementos mas determinantes son la temperatura y la precipitación. Estos a su vez van a determinar la abundancia o escasez de los recursos hídricos de una región.

En la región de estudio se puede observar que la influencia del clima es muy acentuada debido a las características tan definidas de la zona.

La región está situada en las calmas subtropicales, es decir, no hay corrientes de viento horizontal, sino movimientos de ascenso y descenso de masas de aire, además no existen vientos húmedos regulares que se dirijan del mar a la tierra, puesto que es la zona de alta presión y además en ella descienden los vientos contralisios que producen las zonas áridas en toda la tierra en la latitud de los 30°.

Todo esto produce como consecuencia una acentuada escasez de las lluvias, poca humedad en el medio ambiente, alta evaporación debido a la insolación elevada, ausencia de corrientes superficiales caudalosas y permanentes, además las escasas corrientes superficiales se infiltran debido a la presencia de arenas permeables.

Los aspectos climáticos de la zona de estudio son analizados en base a la clasificación climática de Köppen modificada por la Dra. Enriqueta García (UNAM 1973).

Las estaciones meteorológicas que se localizan dentro del Distrito de Riego Costa de Hermosillo, como se observa en el Mapa No. 4, son: La

Gotera, San José y Hermosillo.

El análisis de los climogramas (Gráfica No. 1), correspondientes para cada una de las estaciones mencionadas es el siguiente:

La estación climatológica Gotera, en cinco años de observaciones presenta una temperatura mínima media de 13.8°C. en los meses de enero y febrero, para ascender a una temperatura máxima media de 30°C. en los meses de julio y agosto, observándose por lo tanto una oscilación térmica media de 17.1°C. y una temperatura media anual de 21.7°C.

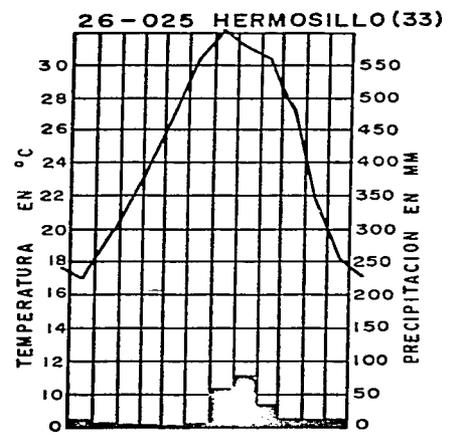
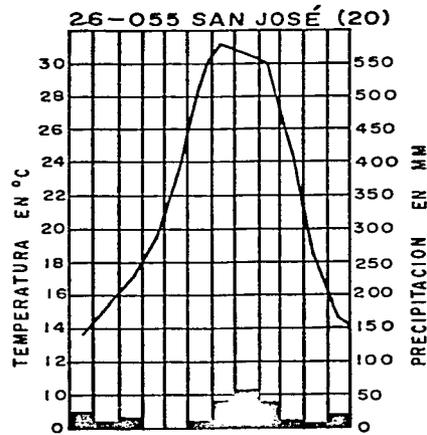
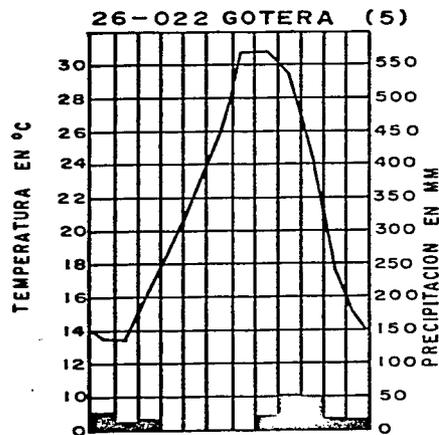
La precipitación es escasa, la máxima promedio se registra en el mes de septiembre con 51 milímetros y la mínima promedio en febrero con 5 milímetros. Existe una ausencia de precipitación en los meses de abril a julio. La precipitación media anual es de 204.9 milímetros.

La estación San José en siete años de observación, presenta una temperatura mínima media en enero de 13.7°C. y la máxima media en julio con 31.5°C. observándose una oscilación de 17.8°C. y con una temperatura media de 22.2°C.

La precipitación promedio alcanza su máximo en el mes de agosto con 55.0 milímetros, la mínima promedio en febrero con 2.1 milímetros, no se registran precipitaciones en abril y mayo. La precipitación media anual es de 200.4 milímetros.

La estación climatológica denominada Hermosillo, en base a

GRAFICA N°1
CLIMOGRAMAS DE LAS ESTACIONES METEOROLÓGICAS
DEL DISTRITO DE RIEGO, COSTA DE HERMOSILLO, SON.



Fuente: Dra. García, E. Modificaciones del Sistema de Clasificación de Köppen.
 Instituto de Geografía, U. N. A. M. 1973.

los 33 años de observaciones, presenta las características siguientes:

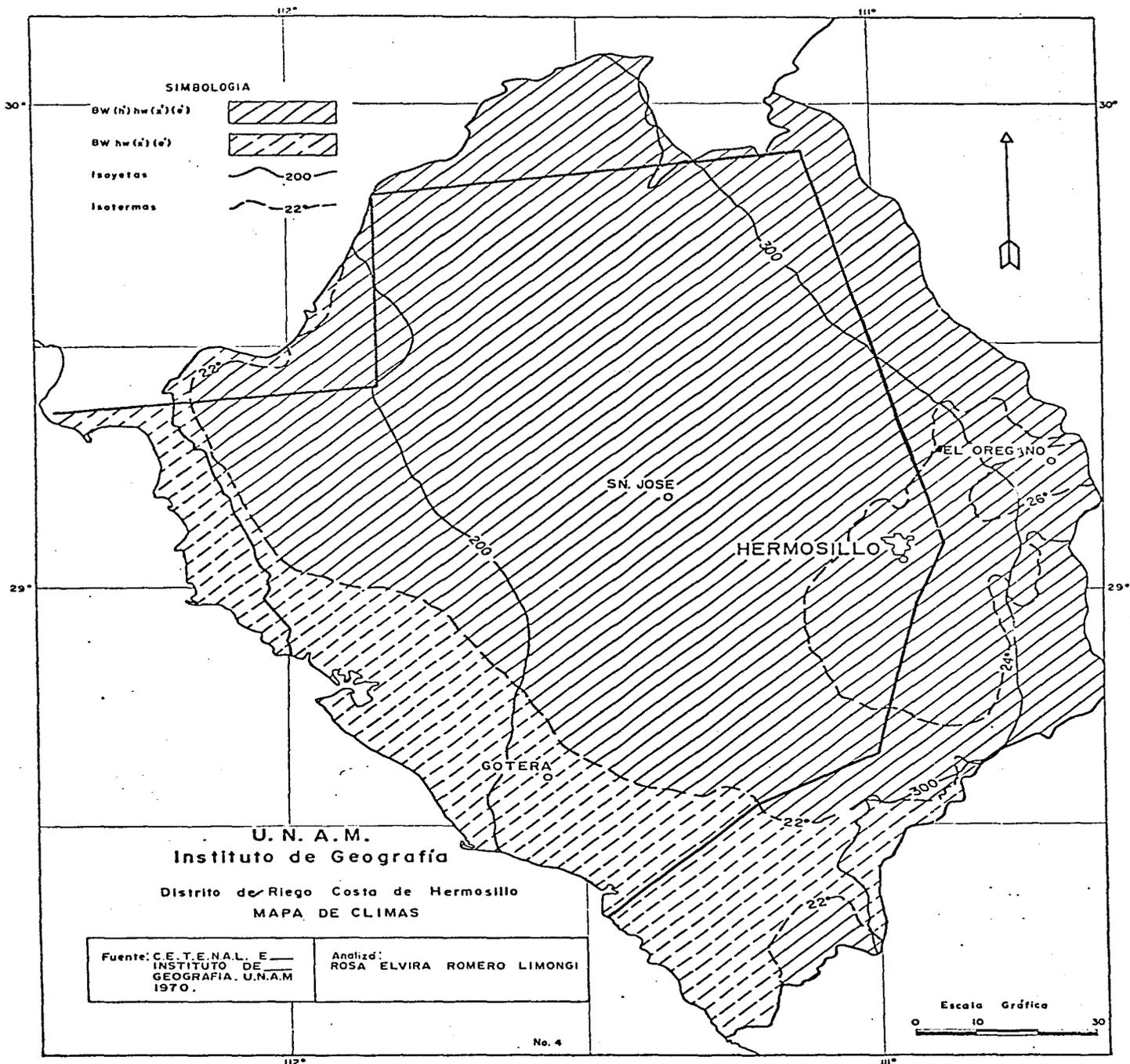
Temperatura mínima media en el mes de enero con 17.2°C. la máxima media en julio con 32.6°C. observándose una oscilación de 15.4°C. la temperatura media anual es de 25.2°C. Por lo que respecta a la precipitación, ésta se presenta muy irregular en todo el año, alcanzando su máximo promedio en el mes de agosto con 71.8 milímetros y el valor mínimo promedio en mayo con 1.1 milímetros. La precipitación media anual es de 244.9 milímetros.

En el resto de la cuenca y en forma general se puede afirmar que las temperaturas que se registran en la región oriental son más bajas que las de la costa debido a la presencia de un relieve más alto. Desde el punto de vista de la lluvia, ésta es más escasa en la costa que en el resto del Distrito.

Las isoyetas mínimas (Mapa No. 4) concurren a lo largo de la costa, siendo éstas de 100 a 200 milímetros, aumentando hacia el interior. Las isotermas se presentan en forma homogénea en casi todo el Distrito de Riego variando de 22°C. a 24°C. con excepción de una pequeña región en los límites orientales de ésta que tiene una isoterma de 26°C.

La evaporación potencial media anual es de 2,440 milímetros, o sea, once veces mayor que la precipitación.

Los climas que existen en el Distrito de Riego, (Mapa No. 4), según la clasificación anteriormente citada, tienen las siguientes expresiones: 1. BWhw (x') (e') y 2. BW (h') hw (x') (e'); que se determinaron con el cálculo de las observaciones efectuadas en las tres estaciones meteorológicas si-



tuadas dentro de la región de estudio.

1) En la faja costera a lo largo del litoral, el clima es BWhw (x') (e') muy seco o desértico, semicálido con invierno fresco, con temperatura media anual entre 18°C. y 22°C. y la del mes más frío menor de 18°C. con régimen de lluvias de verano, (por lo menos 10 veces mayor cantidad de lluvia en el mes más húmedo de la mitad caliente del año que en el mes más seco, con un porcentaje de lluvia invernal entre 5 y 10.2 de la total anual) muy extremoso con una oscilación mayor de 14°C.

2) En el resto del Distrito de Riego el clima es BW (h') hw (x') (e') muy seco o desértico, cálido con temperatura media anual mayor de 22°C. y la del mes más frío menor de 18°C. tiene un régimen de lluvias de verano; (por lo menos 10 veces mayor cantidad de lluvia en el mes más húmedo de la mitad caliente del año, que en el mes más seco, con un porcentaje de lluvias invernal entre 5 y 10.2 de la total anual); muy extremoso, oscilación mayor de 14°C.

1. 2.4 SUELO

Los suelos están íntimamente relacionados con el clima, siendo precisamente la temperatura y la precipitación factores determinantes en las características básicas de éstos, además de las características de la roca madre.

En la región de estudio por lo tanto los suelos son los correspondientes al clima desértico, es decir, son secos debido a la escasa precipitación, cuentan con perfiles poco diferenciados; los vientos han desempeñado un papel principal en su formación, en su proceso sólo hay"transferencias

o transformaciones," para lo cual requirieren pequeñas cantidades de agua.
(Hardy 1970-Pág. 254).

Desde el punto de vista edafológico el área de estudio presenta diversas formaciones de suelo (Mapa No. 5). Estas se han considerado de acuerdo a la clasificación FAO/ UNESCO. (Dirección de Agrología, SRH-1971).

En forma general, se establece que el 90% aproximadamente del área de estudio está formada por los suelos Yermosol-lúvico con diferente textura, el 10% corresponde a los Xerosoles Lúvicos.

Observando el Mapa No. 5, se puede afirmar que las unidades de suelo presentan una orientación norte-sur y para su descripción se ha tomado una secuencia oeste-este, figurando en primer término la unidad del suelo denominada Yermosol lúvico, seguido del Xerosol Lúvico.

Los Yermosoles son suelos que tienen un horizonte A muy débil, un régimen de humedad árido y carecen de congelación permanente dentro de los primeros 200 centímetros de suelo.

Los Yermosoles lúvicos tienen un horizonte A que no es duro cuando está seco, su horizonte B es argilúvico.

La utilización de estos suelos está condicionada a la disponibilidad de agua para riego, sin élla sólo puede practicarse el pastoreo en forma restringida.

El manejo del suelo y del agua en las zonas bajo riego debe ser cuidadoso tanto por la frecuente presencia de horizontes arcillosos o de horizontes areno-gravosos cementados por sales, como por la presencia misma

SIMBOLOGIA

SUELOS

YL_2ab
YL_2abc

Yermosoles Lúvicos

XL_2ab

Xerosoles Lúvicos

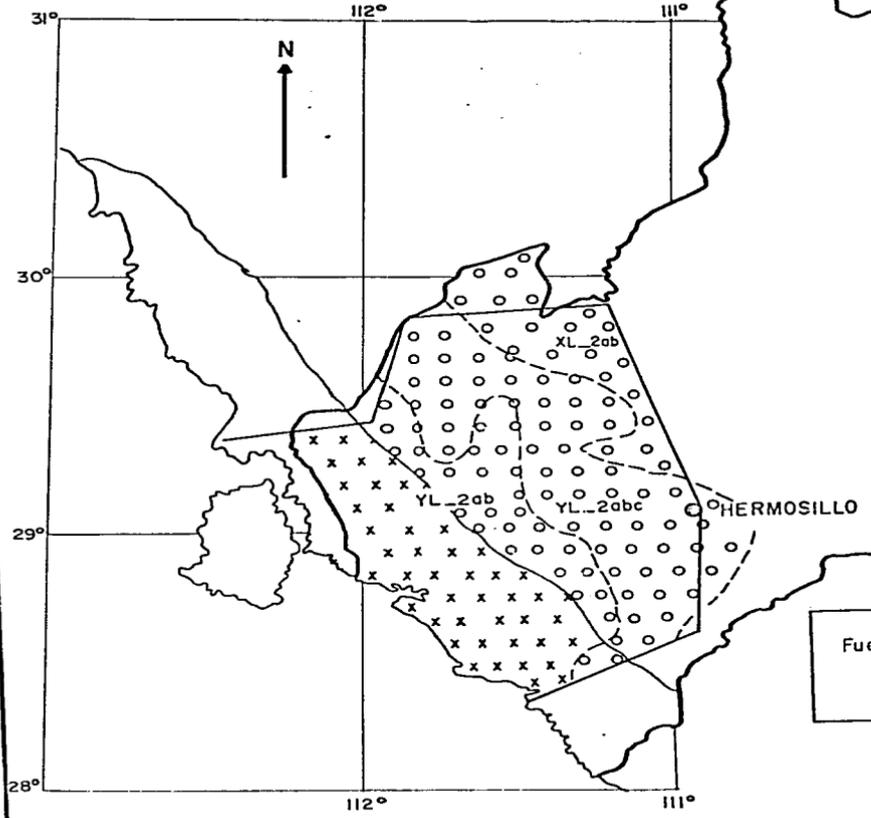
VEGETACION

x x x x
x x x

Selva baja Caducifolia

o o o o
o o o o

Matorral desértico Microfilo



U.N.A.M.
Instituto de Geografía

Distrito de riego costa de Hermosillo.
Mapa de Suelos_Vegetación.

Fuente: Dirección General de
Agrología S.R.H. —
1971.

Construyó:
Rosa Elvira R. Limongi

de sales solubles en el agua y el suelo y a la saturación del suelo con sodio absorbido.

Es necesario en estos suelos la fertilización nitrogenada complementada con abono orgánico y fósforo. Se pueden cultivar en ellos algodón, vid y hortalizas.

En contacto con los suelos Yermosoles y con dirección hacia el este, se localiza la unidad edafológica denominada Xerosol-lúvico.

Los Xerosoles son suelos con un horizonte A pálido bien desarrollado y probablemente con un horizonte B cámbico o un B argilúvico; tiene en algún sub-horizonte y en el extracto de saturación a 25°C una conductividad de 2 ohms/cm. o mayor, y muestra un incremento de profundidad de Na + K dentro de los 125 centímetros de profundidad, carece de horizonte salino.

Los Xerosol-lúvico tienen un horizonte A que no es duro cuando está seco, tiene un horizonte B argilúvico, puede tener un horizonte cálcico o Gypsico subyaciendo al B.

Tienen un régimen de humedad árido y carecen de congelamiento permanente dentro de los 200 centímetros de suelo.

En estos suelos, el agua de riego debe manejarse con cuidado evitando la inundación, pues al secarse el suelo las sales que contienen pueden ascender al nivel en que se desarrollan las raíces. En otros casos las fases salinas y sódicas que presentan con cierta frecuencia restringen su uso

bajo riego.

En general tienen una fertilidad natural moderada que debe complementarse con fertilizantes nitrogenados y en ocasiones con elementos menores, como hierro y zinc. Bajo riego se siembran en ellos vid, chile, cereales, maíz, papas y hortalizas. Sin riego su uso se limita al pastoreo y ramoneo de la escasa vegetación.

Por lo que respecta al resto del área que conforma la Cuenca del Río Sonora, las unidades de suelo siguen presentando una dirección general norte-sur, encontrándose además de los mencionados, las unidades edafológicas de los Castañozems y los Litosoles en la región oriental de la Cuenca.

Los Castañozems situados al Este de la Ciudad de Hermosillo, fuera de los límites del Distrito de Riego Costa de Hermosillo, son los mejores suelos de toda la Cuenca, cuentan con un alto nivel de elementos nutritivos para el desarrollo de las plantas y una riqueza moderada en materia orgánica. Bajo riego la productividad es elevada y se mejora con adición moderada de fertilizantes.

1. 2.5 VEGETACION

El tipo de vegetación de una región de la Tierra, es la consecuencia directa de la inter-relación existente entre el clima y el suelo.

Las xerofitas, son plantas típicas de las zonas áridas y semi-áridas de la Tierra, cuyas características propias, les permiten vegetar y flo-

recer en un medio tan hostil. Son plantas almacenadoras de agua y su evapotranspiración es mínima, debido a que están provistas de espinas y de una dermis impermeable.

No obstante la vegetación en estas regiones, al igual que la lluvia, es escasa y en los sitios donde las condiciones de aridez son más extremas las especies vegetales, se presentan más espaciadas unas de otras.

Muchas plantas de las regiones desérticas crecen y funcionan durante la estación más húmeda del año y quedan en estado latente durante la estación más seca.

La vegetación de la región de estudio, se ha considerado según el análisis de las diversas clasificaciones que existen, llevado a cabo por la Dirección de Agrología, SRH 1971.

Existen dos tipos de vegetación: 1. La selva baja caducifolia y 2. El matorral desértico micrófilo.

Con dirección oeste-este, en la región costera, se localiza una faja más o menos ancha, como se puede observar en el Mapa No. 5, orientada de noroeste a sureste de selva baja caducifolia (Miranda y Hernández 1963), formada por árboles de 15 m. de altura o menos según las condiciones climáticas, tiran sus hojas total o parcialmente en la temporada de secas que es larga con temperaturas media menor de 22°C. y precipitación menor de 200 m. Probablemente la cercanía del mar permite la presencia de este tipo de vegetación que es propio de lugares con climas semi-secos más no desérticos, como es el caso particular de la región de estudio.

Las especies más comunes son: Chijol o jabin, Priscidia priscipula, tsalam, Lysiloma Bahamensis, copite o siricote, cordiadodecandra, camarón o plumajillo, Alvaradoa amorphoides, Brasil, Haematoxylon brassiletto, tepeguaje, lysiloma gellennanni, L. Acapulcensis, mosmot o lanta, ceiba acuminata, copal, Bursera excelsa, achin, Pistacia Mexicana, cuachalalá o Cuachalalate, Amphipterygium adstringens, cuajiotes, Bursen spp. Chupandía o copaljocote, Cyrtocarpa procera, casahuates, Ipomoea spp. navío, conzattia sericea. En ocasiones son abundantes las especies de leguminosas espinosas.

De estas especies, las más importantes son: mesquite verde, palo verde o mantecoso, Cercidium spp. ebano, Pithecellobium Flexicanle y palo fierro, Olneya tesota.

En el estrato herbáceo son comunes Boutelona curtispindula, B. Rothrockii, Hilaria semplei, Catherstecum spp.

En la observación de campo se comprobó que existe muy poca vegetación en la zona y que si bien todas las especies están representadas, éstas son en mínima cantidad y están muy espaciadas.

Irmediatamente con dirección al Este, está el matorral desértico micrófilo (Rzedowski 1966), que se encuentra extendido en toda la superficie restante del Distrito de Riego Costa de Hemosillo, inclusive vá más allá de los límites de la región de estudio.

Se distingue por la predominancia de elementos arbustivos de hoja o foliolo pequeño. Se encuentra en los terrenos planos y en las partes inferiores y laderas de los cerros en donde la temperatura media es de mayor de 22°C. y la precipitación varía de 200 milímetros a 500 milímetros, teniendo

de 7 a 11 meses de sequía en el año.

Se localiza en los depósitos profundos de los suelos de origen aluvial que existen en la mayor parte del Distrito de Riego y sobre los depósitos más someros y algo pedregosos de las porciones inferiores de los abanicos aluviales en las laderas de los cerros, donde suele haber un horizonte de induración de naturaleza ferruginosa o de carbonato de calcio.

Este tipo de vegetación presenta algunas variantes en cuanto a la composición florística y a la altura de los mismos componentes. Algunos arbustos pierden con regularidad su follaje mientras que otros son perennifolios.

La variante más notoria está constituida por Larrea Tidentata, gobernadora como especie dominante, además de Flourensia cernua, Hojasín, Allionia incarnata, Prosopis Laevigata, mezquite, Celtis pallida, granjeno, Opuntia leptocaulis, clavellina y gramíneas en el estrato herbáceo.

En términos generales, se puede afirmar que el tipo de vegetación predominante en el Distrito de Riego, es el matorral desértico micrófilo, como se puede observar en el Mapa No. 5, éste representa aproximadamente un 70% y el 30% restante corresponde a la vegetación de Selva Baja Canducifolia.

En el resto de la Cuenca del Río Sonora, se aprecian variaciones en los tipos de la vegetación debido principalmente a la presencia de las sierras; existen importantes zonas alargadas de norte a sur con vegetación de

mezquital. Una pequeña zona de matorral crasicale, zacatal pastizal, además del matorral desértico micrófilo que también es predominante en esta región oriental.

1. 2.6 HIDROGRAFIA

Las aguas superficiales en las regiones áridas y semiáridas de la Tierra, a pesar de ser sumamente escasas, llegan a ser de vital importancia para los pobladores de esas regiones, ya que por medio de ellas logran sobrevivir en medios tan hostiles.

La Hidrografía de la región de estudio se ve afectada directamente por el clima, es decir la escasez de la lluvia y la alta evaporación que son factores decisivos que limitan la presencia de las aguas superficiales; a esto hay que agregar la permeabilidad de los terrenos por donde se desplazan los ríos y arroyos.

Desde el punto de vista hidrográfico, el Distrito de Riego Costa de Hermosillo, está situado en la Cuenca Baja del Río Sonora, (8,560 km², representando el 40% de la superficie total de dicha Cuenca) y casi toda la Cuenca del río Bacoachi (7,310 km²) como se puede apreciar en el Mapa No. 2.

La corriente superficial más importante de esta zona es el río Sonora, su cuenca tiene una superficie total de 21,900 km² (SRH. 1969).

Se extiende de norte a sur desde su origen, cercano a la frontera con los Estados Unidos de América, hasta la Presa Abelardo L. Rodríguez:

sus afluentes principales son el río San Miguel y el Zanjón que corren paralelos a él y se le unen por su ribera oriental, poco antes de llegar a la Ciudad de Hermosillo, donde se desvía hacia el suroeste, con dirección franca hacia el mar. Es una corriente de carácter criptorréico que al cruzar las rocas sedimentarias profundas de la llanura costera, generalmente se infiltra antes de llegar a su desembocadura en el Estero de Tastiota en el Golfo de California y sólo era visible durante las crecientes extraordinarias. Actualmente las aguas del río Sonora y sus afluentes son captadas en la Presa Abelardo L. Rodríguez, poco antes de llegar a la Ciudad de Hermosillo.

Desde el punto de vista morfológico el río junto con sus afluentes presenta una configuración sub-dentrítica. (Obsérvese el Mapa No. 2.)

La SRH (1968-Pág. 71), expresa lo siguiente al respecto:

" El drenaje oriental, en la zona de las montañas, se desarrolla formando un sistema rectangular, que posiblemente sigue líneas de debilidad (fracturas o fallas), por las cuales corre el río Sonora y sus afluentes, orientados paralelamente a las montañas.

Estos ríos han dejado como testigos a su paso, amplios -- valles en los que aún se aprecian vestigios de la altura de su antiguo cauce.

Al correr transversalmente a las montañas de bloque, han labrado cañones con paredes verticales en forma de 'V', al desembocar en la llanura costera, debido a la poca pendiente topográfica y al volumen de sedimentos que arrastran en la época de lluvias, los ríos forman corrientes trenzadas dentro de sus cauces, los que al desembocar en la planicie dan origen a corrientes semiradiales que propician la formación de grandes abanicos aluviales en las porciones norte y sur del área, y por último, corrientes erráticas al desembocar en el mar."

Aguas abajo de la presa, el río escurre por zonas planas hasta su desembocadura. En este último tramo el curso del río es indefinido y los escasos volúmenes que escurren generalmente se infiltran en las zonas arenosas, antes de llegar a su desembocadura como ya se mencionó anterior-

mente. En esta zona los principales afluentes del río Sonora son: el arroyo la Manga por la margen derecha y los arroyos la Poza y del Bajío, por la margen izquierda; que cruzan el Distrito de Riego Costa de Hermosillo, donde se utilizan sus aguas antes de que descarguen en el colector general.

Escurrimientos o Avenidas. Los escurrimientos superficiales del río Sonora junto con sus afluentes el río San Miguel y el Zanjón hasta la presa Abelardo L. Rodríguez, se determinaban antes de la construcción de ésta, por la suma de los escurrimientos registrados en la estación hidrométrica de Hermosillo. Actualmente el escurrimiento medio anual total observado es de 120 millones de m^3 , con un máximo de 250 millones de m^3 .

Además de la cuenca del río Sonora, dentro de la región de estudio se encuentra situada gran parte de la cuenca del río Bacoachi, cuyas aportaciones son significativas desde el punto de vista hidrológico.

Tiene su origen en la línea divisoria de las aguas del río Magdalena, donde se le conoce como arroyo Bacoachito, su dirección general es de norte a sur y en la parte baja cambia hacia el suroeste hasta tratar de desembocar en el Golfo de California, ligeramente al noroeste de Bahía de Kino. Su cauce inferior es indefinido y al igual que el río Sonora es una corriente de carácter criptorréico, es decir. se pierde en los arenales del litoral antes de llegar al mar.

Sus únicos afluentes en la Cuenca baja, son el Arroyo y el Carrizo por su margen izquierda. El área de captación de esta corriente es de $6,780 \text{ km.}^2$, y el escurrimiento medio anual estimado, es de 38 millones de m^3 .

No existe ningún aprovechamiento de sus aguas, excepto el caudal que se infiltra y alimenta los acuíferos de la región de estudio.

Como se puede observar en el Mapa No. 2, las corrientes superficiales de la región de estudio donde está situado el Distrito de Riego Costa de Hermosillo, son sumamente escasas, de poco caudal y de regímenes intermitentes; debido a esto desde el punto de vista físico es difícil que logren llegar a su desembocadura, pero la construcción de la Presa Abelardo L. Rodríguez embalsó a todas las aguas provenientes del Río Sonora y sus afluentes impidiéndoles de esta manera llegar a la llanura costera.

En el resto de la Cuenca, región oriental, los escurrimientos son más importantes como se aprecia en el Mapa No. 2, no obstante esto, la mayoría de las corrientes fluyen hacia la llanura costera de Hermosillo.

En resumen, el Distrito de Riego Costa de Hermosillo, Sonora, presenta las características siguientes:

Desde el punto de vista orográfico presenta dos tipos de relieve; en la región occidental la costa, el más bajo y en el sector oriental el de mayor altura en donde se localizan las sierras cuya disposición es nornoroeste, lo que se traduce en un factor importante para el área desde el punto de vista hidrográfico, ya que favorece los escurrimientos hacia la llanura costera.

Geológicamente se observa que las rocas que predominan en la región son las rocas sedimentarias del Cuaternario, en un 80%, seguidas de las rocas ígneas intrusivas y extrusivas con un 15% y el resto del área cubierta por rocas metamórficas.

Al efectuar el estudio climático se aprecia que el área en estudio tiene el clima seco desértico y por lo que respecta a la cuenca, presenta los tipos climáticos siguientes: templado en una pequeña porción del área norte y seco estepario en la mayor parte de la cuenca alta.

Es necesario señalar que los suelos del Distrito de Riego no son de buena calidad, ya que los mejores de mayor capacidad agrícola quedan fuera del área de estudio y colindando con ella, es decir al este de la ciudad de Hermosillo.

Concordando con las características edafológicas y climáticas la vegetación del área pertenece al tipo matorral desértico microfilo, propio de suelos pobres.

Las corrientes superficiales de la zona de estudio son escasas, intermitentes y de poco caudal, pero las características del suelo hacen que el agua de origen pluvial se infiltre originando un amplio manto freático subterráneo, el que ha sido aprovechado por el hombre.

1.3 MEDIO HUMANO

El recurso agua es uno de los elementos más importantes del paisaje geográfico físico para la subsistencia del grupo humano, sea cual fuese la localización espacial de éste sobre la superficie terrestre. Por esta circunstancia es que todo estudio hidrológico que se realice debe estar inter-relacionado con el estudio humano existente en el área, ya que será el hombre el que realice su aprovechamiento en forma racional o irracional.

Las actividades económicas generadas por la presencia del grupo humano requieren en su mayoría la presencia del agua y mientras más cantidad de población exista, mayor será la demanda de este recurso; por esta razón un estudio hidrológico debe ser complementado con el análisis de la distribución y composición de la población en el área y sus actividades económicas, así como su tasa de crecimiento, que será un factor indicativo de las demandas futuras del recurso agua.

1.3.1 CANTIDAD Y DISTRIBUCION DE LA POBLACION

Para el análisis de la distribución de la población así como los otros aspectos del medio humano se ha considerado la información censal del municipio de Hermosillo, ya que el Distrito de Riego que se analiza abarca en forma general el área comprendida por el municipio.

El municipio de Hermosillo presenta en 1970 una población de 208,164 habitantes, lo que representa el 18.94% de la población estatal, es el municipio con mayor población absoluta en el Estado de Sonora, su den-

sidad es de 14 habitantes por km^2 , cifra que duplica la densidad estatal de 5.94 habitantes por km^2 .

Con relación a su distribución, ésta presenta el sistema de habitat disperso, ya que existe una sola concentración demográfica importante, correspondiente a la ciudad de Hermosillo, capital del Estado de Sonora que en 1970 era de 176,596 habitantes, es decir, el 84.7% de la población total del municipio, esta situación se encuentra representada en el Mapa No. 6.

Existen en el municipio 579 localidades, una con más de 150,000 habitantes, nueve con más de 500, cincuenta y una con más de 100 y quinientas diez con menos de 100 habitantes, esta circunstancia hace que exista el 15.2% de población rural y el 84.8% urbano.

Desde el punto de vista de la clasificación de las localidades, existe solo una con categoría de ciudad y las restantes corresponden a ranchos, haciendas, granjas, colonias agrícolas y ejidos.

1.3.2. CRECIMIENTO DE LA POBLACION

Por ser el grupo humano el elemento más dinámico del paisaje geográfico, es interesante señalar el crecimiento del mismo a través de la información censal para conocer los requerimientos de éste en función de los recursos naturales, específicamente del recurso agua, objeto de estudio de este trabajo.

La información censal señala los valores siguientes de la población total del municipio de Hermosillo, Sonora.

T A B L A No. 1

POBLACION ABSOLUTA DEL MUNICIPIO DE HERMOSILLO (1930-1980)

AÑO	POBLACION TOTAL	CRECIMIENTO TOTAL INTERCENSAL (%)	ANUAL %
1930	28,869	- - -	- - -
1940	30,065	4.14	0.4
1950	54,503	81.28	8.1
1960	118,055	116.60	11.7
1970	208,164	76.32	8.5
1980 *	264,799	27.21	2.7

FUENTE: Censos de población del Estado de Sonora 1930-1970 SIC.

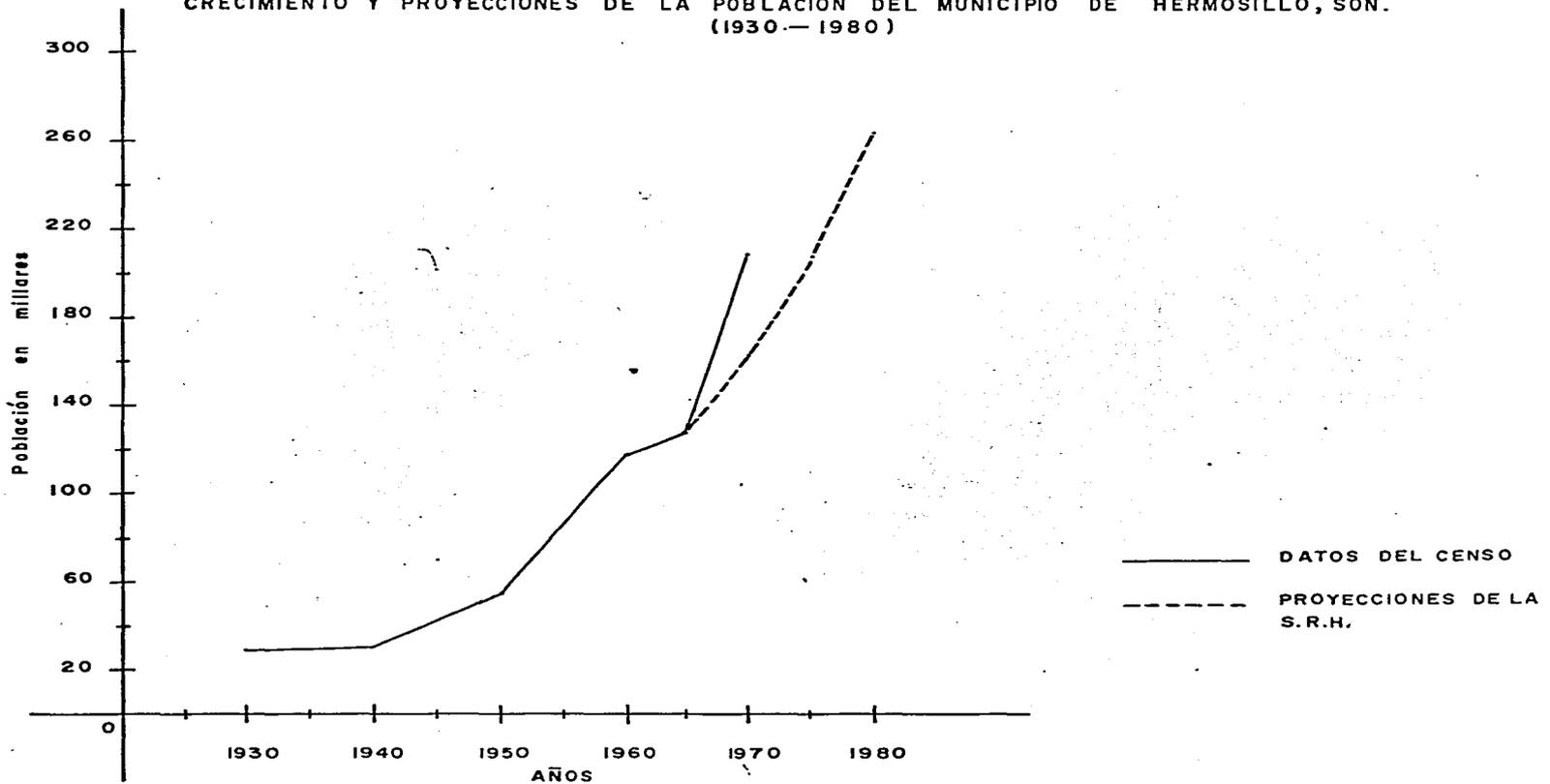
(*) Población estimada por la proyección realizada en la SRH 1967
Anexo No. 3.

Como se observa en la Tabla No. 1 y Gráfica No. 2, a partir del año 1950 se aprecia el mayor crecimiento de la población del Municipio de Hermosillo, ya que en el Censo de 1960 registra el 116.6% de aumento, lo que ocasiona un crecimiento medio anual de 11.6%.

Esta cifra está revelando la incidencia en el medio geográfico, la instalación del Distrito de Riego No. 51 Costa de Hermosillo, Sonora; el que originó un mayor poblamiento del área.

Por lo que respecta al crecimiento de la población de 1960 a 1970, también se aprecia un aumento el que alcanza un valor de 76%, es decir con

CRECIMIENTO Y PROYECCIONES DE LA POBLACIÓN DEL MUNICIPIO DE HERMOSILLO, SON.
(1930.—1980)



FUENTE: CENSO GENERAL DE POBLACION (1930—1970). S.I.C.
Y Estudio Hidrogeológico Completo de los Acuíferos de
la Costa de Hermosillo, Son. 1968. S. R. H.

un equivalente al 8.5% de crecimiento medio anual.

La SRH (1967), ha llevado a cabo estudios sobre el crecimiento de la población en el período comprendido de 1930-1980, obteniendo la población probable para los años de 1965, 1970, 1975 y 1980 (Gráfica No. 2).

La realidad ha superado las proyecciones hechas por la SRH, ya que para 1970 se tenía calculada una población de 163,148 habitantes y el censo registró 208,164 habitantes; es decir, un 28% más que la población proyectada para ese año, de modo que para 1980 se espera una población superior a los 264,799 habitantes, cifra estimada por SRH.

Lo anteriormente expuesto demuestra la necesidad urgente de resolver los problemas presentes y futuros inherentes al agua y a que este aumento de población va a demandar mayor necesidad de agua para usos domésticos, agrícolas e industriales, etc.

1.3.3. COMPOSICION DE LA POBLACION POR EDAD Y SEXO

El análisis de las cifras estadísticas con la composición por edad y sexo de la población que conforma el municipio de Hermosillo presentadas en la Tabla No. 2 y pirámide (Gráfica No. 3) correspondiente, señala los resultados siguientes:

A nivel municipal se observa una leve preponderancia del sexo masculino en relación al femenino, ya que los hombres acusan un 50.5% y las mujeres el 49.5%.

Por lo que respecta a la edad, se observa una predominancia de los individuos de edad joven, ya que las edades de 0 a 19 años representan el 56.1% en relación a la población adulta, es decir, la comprendida entre

20 y 60 años que alcanza un porcentaje de 39.4%, restando un porcentaje de 4.5 para la edad de la vejez. En relación con la distribución por sexo y en cada uno de los estratos de edad mencionados, la interpretación de la pirámide señala los valores siguientes:

El porcentaje de hombres jóvenes es de 28.3 y el de mujeres en este mismo estrato es de 27.8, observando una diferencia de 0.5% mayor de hombres.

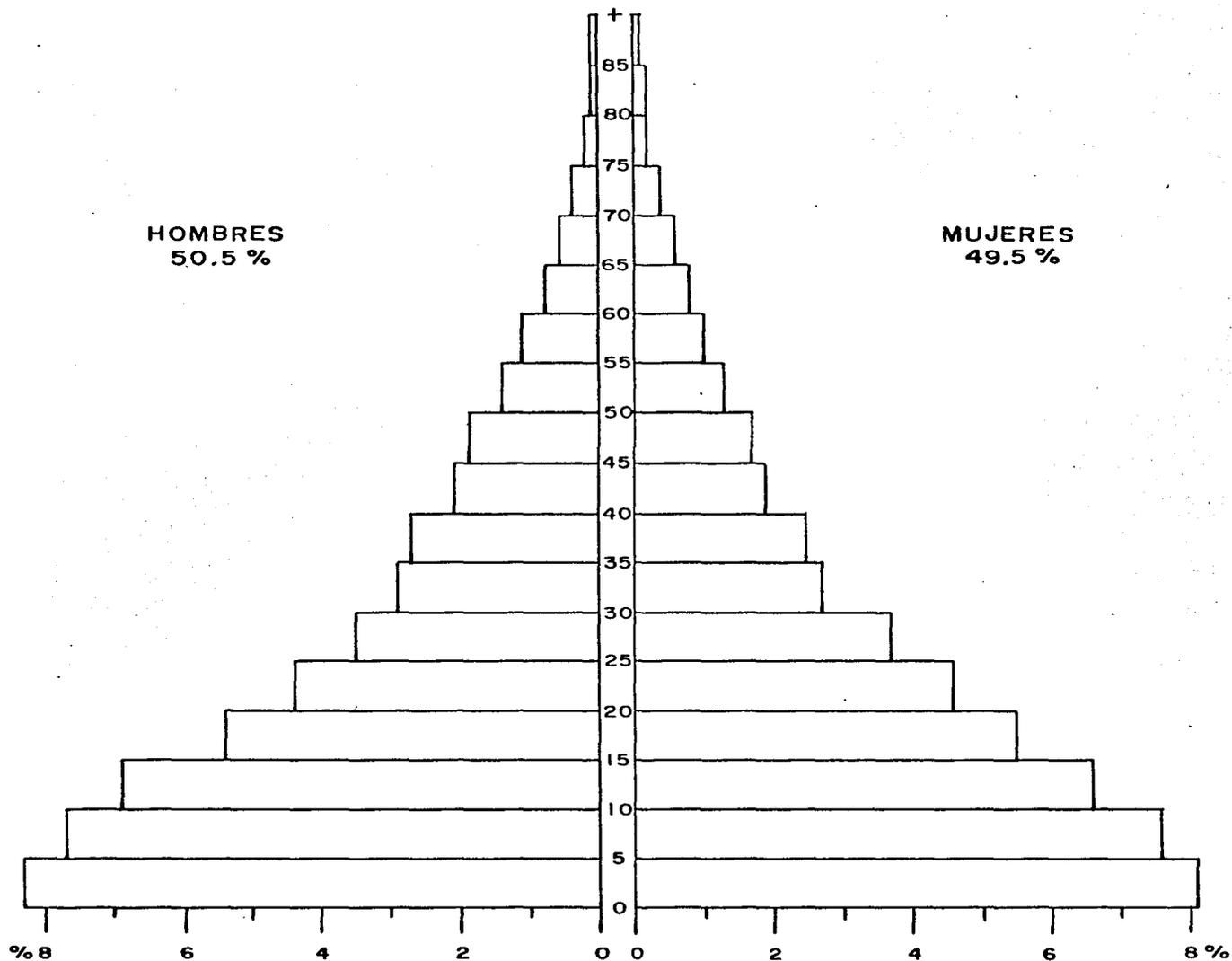
T A B L A No. 2

COMPOSICION DE LA POBLACION POR EDAD Y SEXO
DEL MUNICIPIO DE HERMOSILLO, SON. 1970.

E D A D	POBLACION		HOMBRES		MUJERES	
	T O T A L	%	T O T A L	%	T O T A L	%
0-4	34,241	16.4	17,381	8.3	16,860	8.1
5-9	31,767	15.3	15,995	7.7	15,772	7.6
10-14	28,032	13.5	14,304	6.9	13,728	6.6
15-19	22,730	10.9	11,181	5.4	11,549	5.5
20-24	18,696	9.0	9,075	4.4	9,621	4.6
25-29	14,923	7.2	7,239	3.5	7,684	3.7
30-34	11,753	5.6	6,093	2.9	5,660	2.7
35-39	10,790	5.2	5,595	2.7	5,195	2.5
40-44	8,438	4.0	4,457	2.1	3,981	1.9
45-49	7,412	3.6	3,881	1.9	3,531	1.7
50-54	5,568	2.7	2,895	1.4	2,673	1.3
55-59	4,513	2.1	2,360	1.1	2,153	1.0
60-64	3,399	1.6	1,700	0.8	1,699	0.8
65-69	2,416	1.2	1,221	0.6	1,195	0.6
70-74	1,648	0.8	797	0.4	851	0.4
75-79	750	0.4	319	0.2	431	0.2
80-84	597	0.3	256	0.1	341	0.2
85- +	491	0.2	199	0.1	292	0.1
	208,164	100	104,948	50.5	103,216	49.5

PIRAMIDE DE LA POBLACION DEL MUNICIPIO DE
HERMOSILLO 1970

GRAFICA N°3



FUENTE: IX CENSO GENERAL DE POBLACION, DEL EDO. DE SONORA, 1970. S.I.C.

En la edad adulta el porcentaje masculino es de 20.0 y el femenino de 19.4, nuevamente con un leve predominio masculino equivalente a 0.6%.

Las edades de 60 a más de 85 años, acusan un valor de 2.2% para el sexo masculino, 2.3% para el femenino.

Es de importancia señalar que el sexo femenino, dentro de la edad de 15 a 30 años, tiene un porcentaje más alto con relación al sexo masculino, lo que puede explicarse al considerar que los hombres en esta edad emigran y a partir de esta edad y hasta 85 años y más, la estructura por sexo se mantiene en condiciones similares.

1. 3.4. POBLACION SEGUN ACTIVIDADES ECONOMICAS.

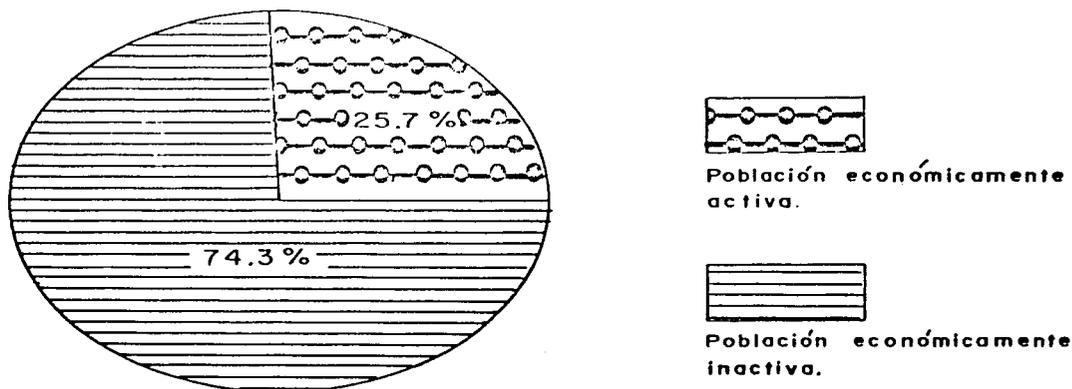
La población económicamente activa del municipio es de 25.7% respecto al total de la población, la población inactiva alcanza un valor de 74.3% (Gráfica No. 4). Por lo que respecta a la repartición de esta población en las actividades económicas, el censo establece los valores siguientes: actividades primarias 22.7%, secundarias 22.2%, terciaria 49.3% y no especificadas el 5.7% (Gráfica No. 5).

Del análisis de estas cifras y de la gráfica correspondiente, establece una amplia superioridad de la población económicamente inactiva, semejante a la media nacional 73%.

Las cifras de los sectores de actividades de la población reflejan que la mayor parte de la población económicamente activa está dedi-

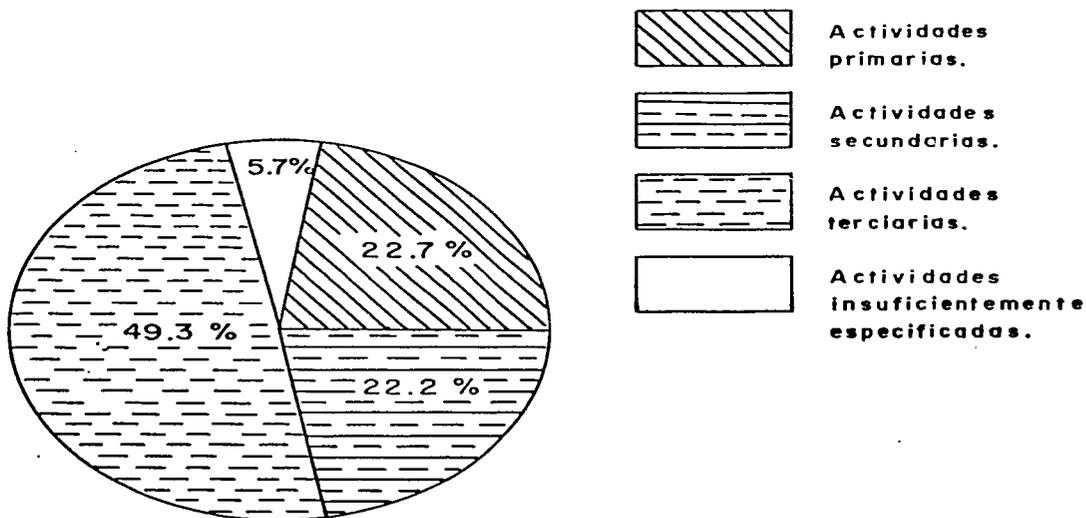
GRÁFICA N° 4

POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA E
INACTIVA. MUNICIPIO DE HERMOSILLO. 1970.



GRÁFICA N° 5

POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA POR RAMAS
DE ACTIVIDAD . MUNICIPIO DE HERMOSILLO . 1970 .



cada a las labores terciarias, seguidas de las primarias y por último las secundarias.

El gran crecimiento del Sector terciario en la región de estudio, hace necesario analizar las causas o motivos que han propiciado éste, ya que desde el punto de vista económico el Municipio de Hermosillo es básicamente agrícola; ésto es debido a:

La agricultura comercial de riego que se practica en la zona está altamente tecnificada, de manera que el personal que se ocupa en la misma es mínimo, esto ocasiona una expulsión de mano de obra; paralelamente a esta se origina la emigración campo-ciudad. En la Ciudad no hay un desarrollo industrial que absorva la mano de obra desplazada del campo, por lo tanto ésta se concentra en el sector terciario, que está cubriendo el 7.2% desempleados más el 4.3% de subempleados, siendo un total de 11.5%, cifra bastante alta que pesa sobre la población económicamente activa y comprueba lo anteriormente expuesto.

La ubicación de la Ciudad de Hermosillo, Capital del Estado de Sonora, es un factor muy importante que ha promovido el desarrollo de las actividades terciarias y ha acentuado la emigración campo-ciudad.

Otra de las razones que explica el gran crecimiento del sector terciario, es el gran desarrollo de la agricultura comercial, requiere de servicios de apoyo sobre todo del transporte, la agroindustria y la comercialización de productos agrícolas; que son fuentes de trabajo muy importantes. Conforme los datos obtenidos en el IX Censo General de Población de

1970, Estado de Sonora; el 9.9% de la población económicamente activa, son comerciantes y vendedores, dentro de éstos están incluidos los que comercian con las materias primas obtenidas en el Distrito de Riego; y el 17.5% son empleados en servicios diversos y conductores de vehículos, aunque los servicios diversos incluyen múltiples actividades, dentro de este grupo están incluidos los empleados que transportan las materias primas al mercado.

Todo lo anteriormente expuesto demuestra la importancia tan trascendental de las actividades primarias dentro de la región de estudio, a pesar de que ocupan el 20.6% de la población económicamente activa.

1. 3.5. CARACTERISTICAS SOCIOECONOMICAS.

El primer aspecto analizado para caracterizar a la población desde el punto de vista socioeconómico es el ingreso per cápita. De acuerdo al censo de 1970, en el municipio de estudio, representa los valores siguientes:

TABLA No. 3.

Ingreso mensual en Pesos

Población absoluta	Población relativa	Grupos de sueldo en Pesos
1,621	3.2 %	hasta 199.00
4,982	9.8 %	200.00 a 499.00
20,880	41.1 %	500.00 a 999.00
10,753	21.2 %	1,000.00 a 1,499.00
6,310	12.4 %	1,500.00 a 2,499.00
3,831	7.5 %	2,500.00 a 4,999.00
1,633	3.2 %	5,000.00 a 9,999.00
805	1.6 %	10,000.00 y más

FUENTE: IX Censo General de Población, Edo. de Sonora, 1970. SIC.

el análisis de la Gráfica No. 6 y cifras correspondientes de esta variable Tabla No. 3, se desprende lo siguiente: que el 54.1 % de la población económicamente activa percibe menos de 1,000 pesos mensuales para subsistir, el 33.6 % de 1,000.00 a 2,499.00, el 10.7 % de 2,500.00 a 9,999.00; y sólo el 1.5 % percibe 10,000.00 y más pesos mensuales.

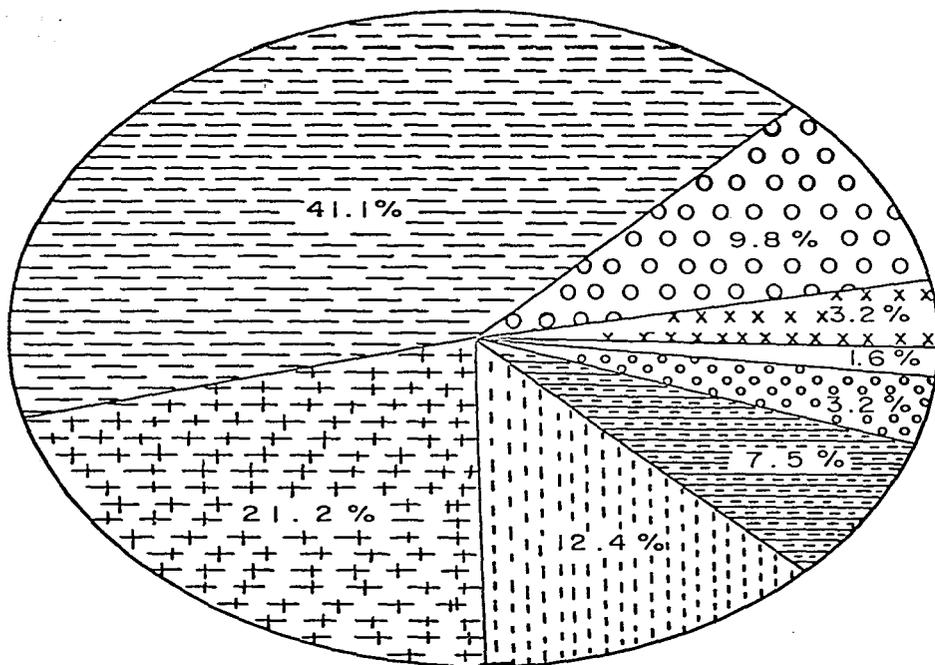
El salario mínimo de la región para los empleados es de 35.70 pesos y para los trabajadores del campo 34.25 pesos diarios en los años 1972 y 1973.

Las condiciones culturales de la población del Municipio de Hermosillo quedan señaladas por los valores siguientes: El 89.1 % es alfabeta, 62.5 % asiste a escuelas primarias y el 42.9 % presenta instrucción primaria y superior. En forma general estas condiciones culturales presentan un valor mayor que a nivel Estado.

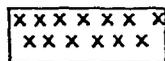
La vivienda que es otra forma de apreciar las condiciones sociales de un área, presenta los valores siguientes en el Municipio de Hermosillo. El 64.4 % son propias, el 76.1 % tiene agua entubada, 53.6 % posee drenaje y el 74.3 % tiene sus viviendas con piso diferente a tierra.

Las características del medio humano del municipio de Hermosillo señalan que se trata de un espacio geográfico con desigual distribución en su población. Con una predominancia de población urbana concentrada en una sola localidad, frente a un gran número de localidades rurales pero con escasa población (Mapa No. 6).

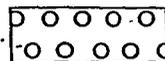
INGRESO PERCAPITA MENSUAL DE LA
POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA.
MUNICIPIO DE HERMOSILLO, 1970.



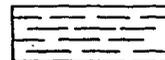
PESOS



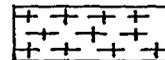
Hasta 199



200 a 499



500 a 999



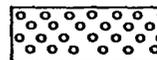
1000 a 1499



1500 a 2499



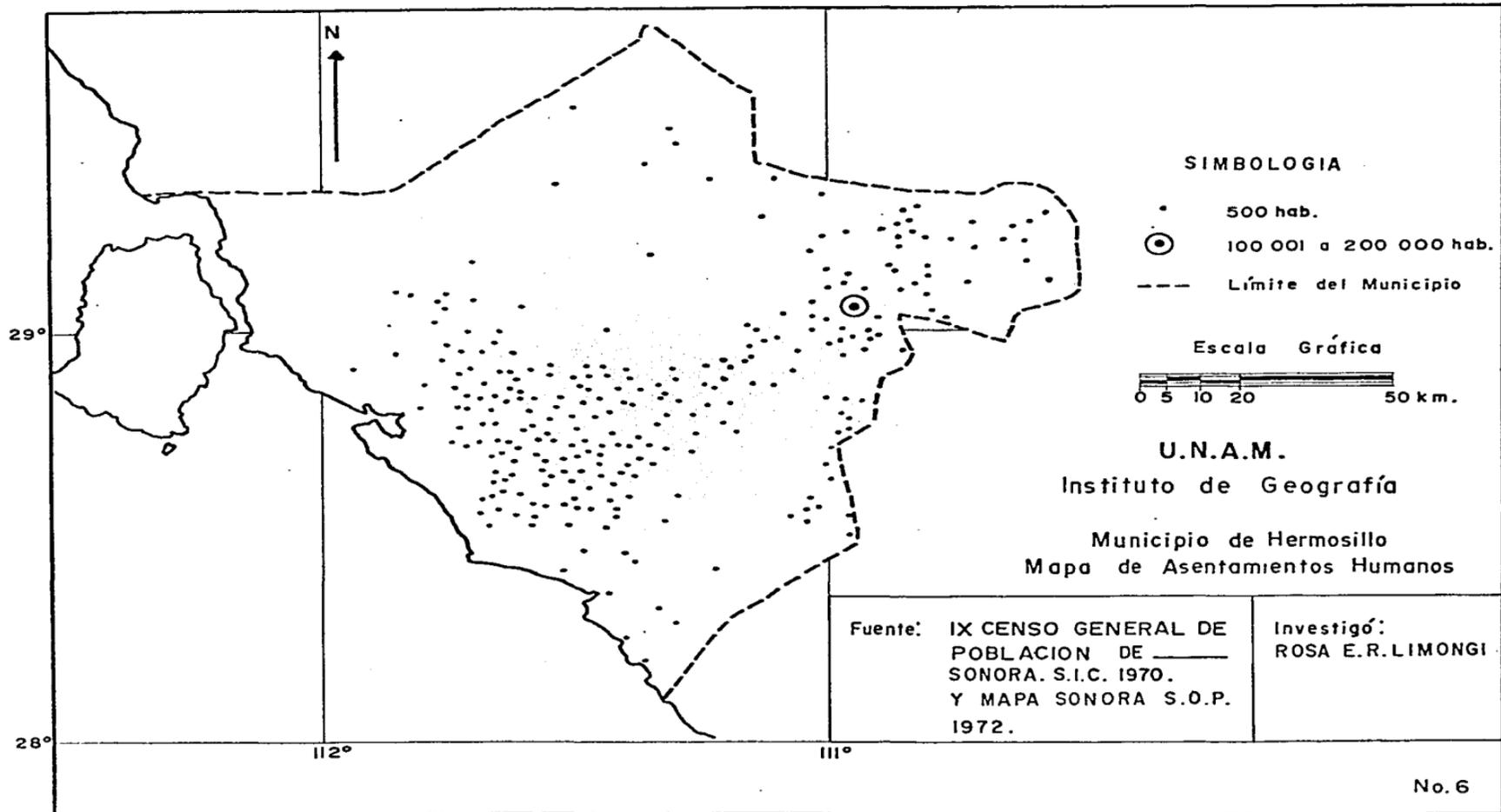
2500 a 4999



5000 a 9999



10000 y más



SIMBOLOGIA

- 500 hab.
- ⊙ 100 000 a 200 000 hab.
- - - Límite del Municipio

Escala Gráfica



U.N.A.M.
Instituto de Geografía
Municipio de Hermosillo
Mapa de Asentamientos Humanos

Fuente: IX CENSO GENERAL DE
 POBLACION DE _____
 SONORA. S.I.C. 1970.
 Y MAPA SONORA S.O.P.
 1972.

Investigó:
 ROSA E.R. LIMONGI

2. EL RECURSO AGUA EN EL DISTRITO DE RIEGO

A N T E C E D E N T E S.

En el año de 1945 se inició la explotación de las aguas subterráneas con fines de riego, en la región de estudio, contándose con 15 pozos. Este fué el comienzo de una de las zonas por bombeo más importantes de la República Mexicana.

En el año de 1948 por Decreto Presidencial, se estableció el Distrito de Colonización Miguel Alemán en la zona de Siete Cerros y además se construyó la Presa Abelardo L. Rodríguez proyectada para el riego de 12,000 hectáreas aproximadamente, con una capacidad de 250 millones de m³, en la región de Siete Cerros donde se cultivaban unas 5,000 hectáreas con las aguas del río Sonora.

Las primeras perforaciones se efectuaron sin control alguno y para 1951 ya existían 360 pozos, por lo que se decretó a la zona vedada para la perforación de los pozos el 11 de julio de 1951, requiriéndose un permiso de la SRH para la perforación de nuevos pozos, ya que fué la encargada de controlar el uso y explotación de las aguas subterráneas de la región.

Aún con estas limitaciones, para fines de 1950 ya había en existencia 468 pozos. Poco tiempo después, en octubre de 1953, fué necesaria la creación del Distrito de Riego No. 51 Costa de Hermosillo, por Decreto - Presidencial, con el objeto de vigilar la aplicación del Reglamento y proporcionar asistencia técnica a los agricultores.

A pesar de estas disposiciones, siguieron proliferándose los alumbramientos en la periferia de la zona de veda, lo que afectó a los acuíferos de la región, ya que forman una sola unidad geológica, por lo que el 11 de diciembre de 1954, se decretó una ampliación a la zona de veda original.

En 1955 las perforaciones llegaron a 482, cifra que se ha mantenido hasta la actualidad, con los que se riegan 120,000 hectáreas de las cuales el 75% (90,000 has.) se dedican al cultivo del trigo principalmente y el 17% (20,000 has.) restante al del algodón.

Debido a que las observaciones efectuadas denotaban un continuo descenso de los niveles de almacenamiento subterráneo, en 1956 la SRH, con intervención del Gobernador del Estado de Sonora, puso ante la consideración de los agricultores la integración de un Consejo para la conservación de los recursos geohidrológicos en la Costa de Hermosillo, mismo que por Ley del Estado de Sonora quedó constituido en 1957.

Sin embargo, los mantos seguían abatiéndose sin interrupción y se amplió nuevamente la zona de veda el 2 de mayo de 1963 hasta quedar determinada por la línea divisoria de las aguas de la cuenca. Además, ante esta grave situación, la SRH de común acuerdo con los usuarios del Distrito de Riego, dictó las medidas legales (por medio del Reglamento del 14 de mayo de 1963), que tienden a limitar las extracciones de estas aguas a la capacidad productiva del acuífero, mediante la reducción en las extracciones medias anuales en toda el área de explotación y el mejor aprovechamiento del agua de riego, lográndose reducir pérdidas por medio del revestimiento de canales y mejorando las técnicas de riego.

Con el objeto de proteger aún más la región el 2 de junio de 1967, se amplió la zona de veda hasta los límites actuales.

2.1. CENTROS ACUIFEROS

2.1.1. LAS AGUAS SUPERFICIALES

Los recursos de aguas superficiales son más bien escasos debido a las condiciones físicas imperantes en la región de estudio, como es la escasa precipitación, el agua perdida por la elevada evaporación y por la infiltración, etc.

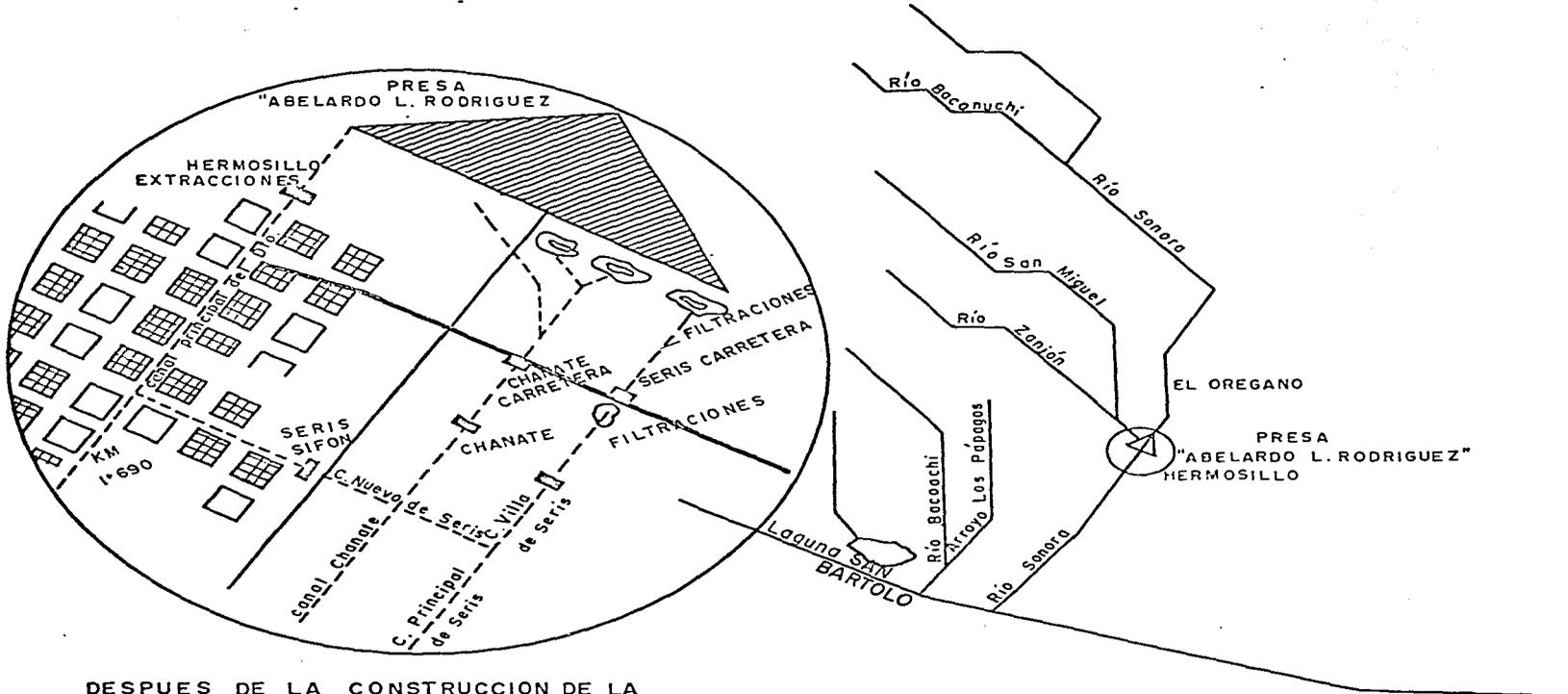
Como se mencionó anteriormente, las corrientes superficiales que llegan al Distrito de Riego Costa de Hermosillo, son los ríos Sonora y Bacoachi.

Las aguas del Río Sonora al entrar al Distrito de Riego Costa de Hermosillo, son embalsadas en la Presa Abelardo L. Rodríguez; inmediatamente después de ésta, existe una serie de Canales de Riego: El Canal Principal, Canal Nuevo de Seris, Canal Viejo de Seris, Canal Chanate y Canal Camoú; este último se localiza fuera de los límites orientales del Distrito de Riego, entre la Ciudad de Hermosillo y la estación hidrométrica y meteorológica de El Orégano.

A lo largo de dichos canales están situadas las siguientes estaciones hidrométricas, Figura No. 1. Hermosillo, Hermosillo Extracciones, Km. 1 + 690, Seris Sifón, Seris, Seris Carretera, Chanate Carretera, Chanate y por último situadas fuera de los límites orientales del Distrito las estaciones Camoú y El Orégano.

Fig. N° 1.

Croquis de los Canales y Estaciones Hidrométricas .



DESPUES DE LA CONSTRUCCION DE LA PRESA ABELARDO L. RODRIGUEZ .

Fuente: BOLETÍN HIDROLOGICO N°40, Tomo II
DIRECCION DE HIDROLOGÍA, S.R.H. 1969.

Características de la Presa. La cortina de la presa es de tipo flotante, con sección de tierra y materiales graduados, provista del lado de aguas arriba de un delantal impermeable de 300 m. de longitud.

La altura total es de 36 m. medida sobre el lecho del río es de 29 m. la longitud de la corona es de 1,411 m. y de un ancho de 12 m.

La capacidad del vaso es de 254 millones de metros cúbicos, con una capacidad muerta de 4 millones de metros cúbicos, hasta el umbral de la toma. El área de embalse máximo abarca 4,063 hectáreas.

Su capacidad es de $15 \text{ m}^3/\text{seg.}$ y el desfogue alimenta directamente al Canal Principal del Distrito de Riego.

Tiene una capacidad de descarga de 2,735 km.2.

Aguas abajo de la Presa Abelardo L. Rodríguez, a 150 m. de la salida de la obra de toma sobre el Canal Principal del Distrito de Riego, se localiza la estación hidrométrica Hermosillo Extracciones, suspendida desde 1947 donde se medía el agua extraída por la obra de toma a la Presa.

Del Canal Principal a una distancia de 1,500 m. de la obra de toma de la Presa se desprende el Canal Nuevo de Seris, que se encarga de regar las tierras de la margen izquierda, cruzando el Río Sonora por medio de un sifón de 427 m. de desarrollo.

Las filtraciones de la Presa. Son conducidas por el canal Viejo de Seris hasta el Canal Nuevo de Seris, aproximadamente a 1,600 m. aguas abajo de la toma.

La Estación Hidrométrica Seris-Sifón. Se encuentra a 200 m. aguas abajo de la estructura de toma del Canal Nuevo de Seris lateral, y controla los escurrimientos de la margen izquierda en esta zona.

El Canal Viejo de Seris. Conocido también con el nombre de Canal Villa de Seris, existe desde antes de la construcción de la Presa, alimentándose en ese entonces principalmente con aguas subálveas. Actualmente conduce las filtraciones de la presa vertiéndolas al Canal Nuevo de Seris.

Aproximadamente a 100 m. de su toma, se construyó la estación hidrométrica Seris que mide las filtraciones mencionadas anteriormente. Los niveles en el Canal Viejo de Seris, están afectados por los escurrimientos en el Canal Seris-Sifón.

El Canal Chanate. Funciona actualmente con volúmenes provenientes de las filtraciones de la presa. Sin embargo, de acuerdo con las necesidades de riego, su escurrimiento se incrementa con agua derivada del Canal Seris. Anteriormente a la construcción de la Presa, se alimentaba del Río Sonora; la estación hidrométrica sobre este canal se encuentra al sur del Barrio del Mariachi, en la esquina sureste de la zona de captación de agua potable para la Ciudad de Hermosillo.

Las estaciones hidrométricas mencionadas proporcionan los datos referentes al área drenada, los escurrimientos medios anuales, los gastos, etc., con el fin de controlar y aprovechar mejor los escurrimientos del río.

El escurrimiento medio anual del río Sonora es de 92×10^6 m^3 /año, estos aforos se realizan en la estación del Orégano, (Ver Fig. 1).

Los escurrimientos de sus afluentes el San Miguel y el Zanjón, son del orden de unos 28×10^6 m^3 . Como las entradas netas medias en la Presa son de 120×10^6 m^3 /año, no se aforan directamente, sino que son deducidas a partir del funcionamiento de la presa.

La magnitud de la evaporación en el vaso, es del orden de 25×10^6 m^3 /año aproximadamente, (20.83%), cifra digna de consideración.

Las filtraciones de la presa, aparentemente han disminuído de 28×10^6 m^3 anuales (23.33%) en 1948 a solo 7.5×10^6 m^3 anuales en 1962 (6.25%).

Restando las pérdidas por evaporación e infiltración, permanecen aproximadamente 87.5×10^6 m^3 / anuales (72.91%) utilizándose un 19% de éste para cubrir las necesidades de agua en la Ciudad de Hermosillo y un 81% para la irrigación de alrededor de 12,000 hectáreas de cultivo.

Las Aguas Superficiales del Río Bacoachi. No existen registros hidrométricos de estas corrientes y tampoco se aprovechan en forma alguna, ya que la Laguna de Noriega funciona como un gran evaporímetro, ensalitrando las tierras.

Puede decirse que únicamente se aprovecha el caudal que se infiltra en el subsuelo y que alimenta los acuíferos que posteriormente se

explotan, mediante la operación de los pozos ubicados en el Distrito.

Se puede afirmar que es característica general de los ríos del Pacífico, el fluír por pendientes muy fuertes, (La diferencia del gradiente entre la Cuenca Alta y la Baja es muy elevada) y que debido a ésto, el agua producto de las grandes avenidas desagua rápidamente en el mar, sin haberse logrado un mayor aprovechamiento de la misma.

Dentro de éstos, el río Sonora no es la excepción, de aquí que la construcción de la Presa Abelardo L. Rodríguez, haya sido muy acertada para poder aprovechar mejor los recursos de agua superficial y controlar las esporádicas avenidas.

2.1.2. AGUAS SUBTERRANEAS

La región donde está situado el Distrito de Riego Costa de Hermosillo es rica en aguas subterráneas. Se extienden desde la confluencia del Río San Miguel con el Sonora, hasta unos 50 kms. aguas abajo hasta llegar al litoral.

Según los estudios hechos por la SRH (1967-1968), muestran que dicha región es una Cuenca tectónica donde existen tres formaciones principales desde el punto de vista geohidrológico. (Ver Fig. No. 2)

1) El Acuífero Superior. Constituído por sedimentos de origen aluvial que incluyen depósitos de limos, arcillas, arenas y gravas; tiene un espesor medio de 200 m, los materiales son finos en los primeros 100 m y van

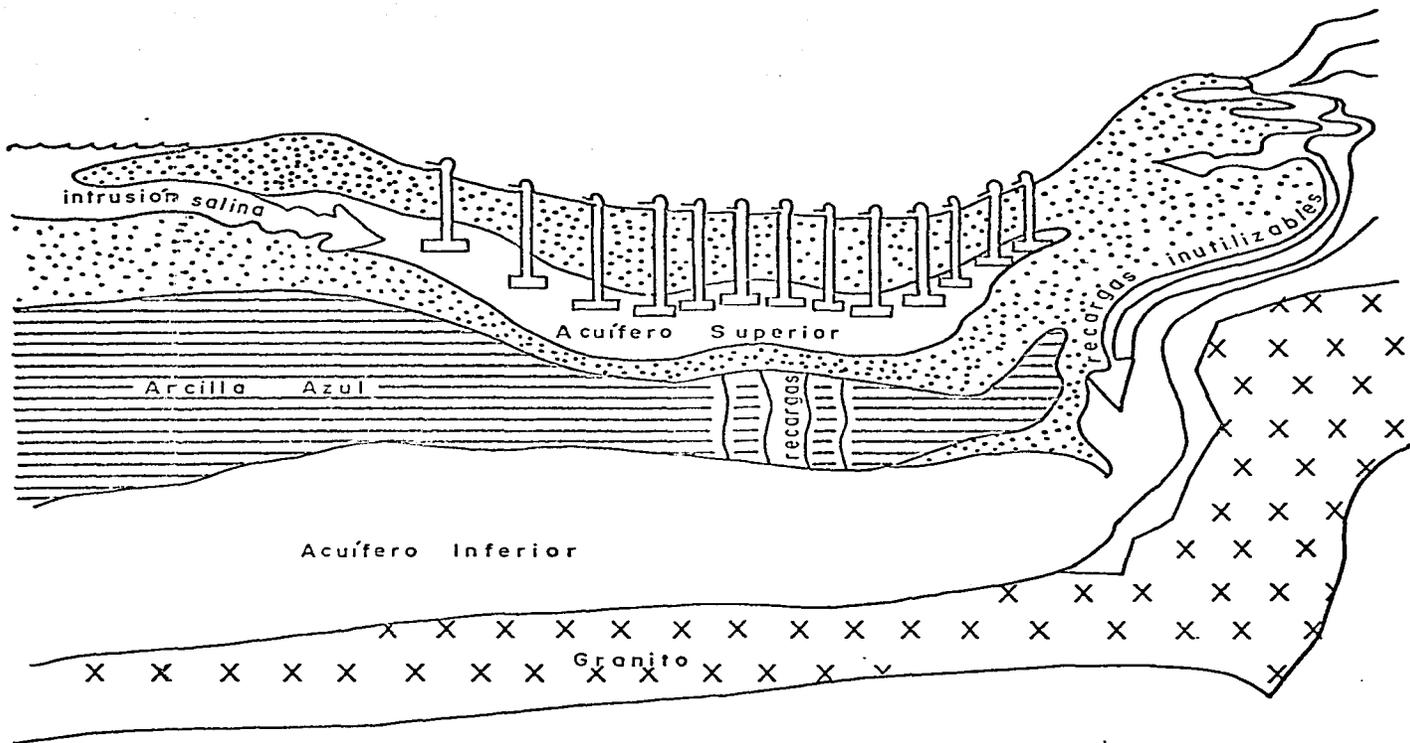


Fig. N° 2 Croquis de los Acuíferos del Distrito de Riego
Costa de Hermosillo, Son.

Fuente: Información Obtenida en la Dirección de Hidrogeología, S.R.H. 1975.

de medianos a gruesos en los 100 m. inferiores.

2) La Arcilla Azul. Subyacente al anterior, existe un manto arcilloso de origen marino, que actúa como semiconfinante y sirve de límite entre los acuíferos superiores e inferiores. Tiene una extensión considerable, pues abarca casi toda la llanura costera de Hermosillo. Su espesor es muy variable, es mínimo hacia el sur en los límites con la zona del Sahuaral, y va aumentando hacia el centro del Distrito de Riego alcanzando su máximo espesor cerca del mar. Hacia sus límites norte, sur y este probablemente la arcilla azul, cambia gradualmente a una arena limosa o arena fina, que permite el paso del agua al segundo acuífero.

3) Acuífero Inferior. Debajo de la arcilla azul existe una formación permeable, constituida por la alternancia de rocas riolíticas, areniscas, tobáceas y derrames de basaltos, con espesor variable. Esta formación actúa como un segundo acuífero a presión no explotado en forma directa hasta ahora, y que descarga parte de sus aguas en el mar a unos 700 m. de profundidad.

Aparentemente los acuíferos inferiores están confinados entre la capa de arcilla azul por arriba y el basamento granítico por el fondo, o bien por las formaciones ígneas que lo sobreyacen y que se pueden considerar impermeables.

Aún no se tienen suficientes datos como para elaborar con cierta seguridad la configuración del basamento granítico en la zona.

En el límite de los acuíferos de la llanura hacia tierra adentro, los acuíferos se funden en uno solo, constituyendo una transición hacia los acuíferos de los cañones de las sierras, por los que reciben su alimentación, como puede apreciarse en los sedimentos, las condiciones de permeabilidad y la capacidad de producción de las aguas subterráneas son distintas.

Alimentación de los Acuíferos. De los análisis geoquímicos se sabe que la alimentación de los acuíferos está constituida por agua meteórica de reciente infiltración. La zona de recarga meteórica se localiza hacia el oriente del Distrito.

La alimentación de los acuíferos de la llanura costera proviene de los cañones orientados de norte a sur, localizados en las partes altas de las cuencas hidrográficas de los ríos Sonora y Bacoachi.

Los acuíferos superior e inferior de la Costa de Hermosillo, así como los acuíferos de las zonas de recarga, por su funcionamiento deben considerarse en conjunto.

Los acuíferos de la Costa de Hermosillo actúan como semiconfinados y libres: al sur en el Valle del Sahuaral, como libres y al noreste en el Valle del Río Zanjón como libres y confinados.

La recarga de los acuíferos del Distrito de Riego Costa de Hermosillo proviene en una gran parte del norte, de los cañones formados entre las

cordilleras, debido principalmente al río Bacoachi y al arroyo Los Pápagos, cuyas aguas se infiltran a través de los conglomerados de las partes altas y de las arenas y gravas en las planicies, para posteriormente verter sus aguas sobre el escalón afallado que limita la cuenca tectónica subterránea.

Esta alimentación se realiza a través de la comunicación existente entre los acuíferos superior e inferior, para luego bifurcarse en sentido vertical y recargar simultáneamente a ambos acuíferos, separados por el estrato de arcilla azul.

Los ríos Zanjón, San Miguel y Sonora alimentan al valle del río Zanjón y a los acuíferos libres y confinados que ahí existen. La única salida natural que estos ríos tenían es el sitio donde actualmente está la presa Abelardo L. Rodríguez. Sin embargo, cabe la posibilidad de que al sur del valle los acuíferos descarguen en las rocas carbonatadas existentes y den la vuelta un poco más al sur, alimentando la zona sur-oriental de los acuíferos de la Costa de Hermosillo.

El acuífero inferior de la Costa de Hermosillo tiene un flujo ascendente que crúza la arcilla azul y un flujo que pasa de largo para descargar en el mar.

La alimentación total del acuífero explotado es del orden de $350 \times 10^6 \text{ m}^3$ año; alrededor de un 22% de dicha alimentación es recibido directamente en la bifuración vertical del flujo subterráneo procedente de los cañones y el 78% restante, aproximadamente, procede del acuífero inferior a través de la arcilla azul. La alimentación total del acuífero inferior se desco-

noce aún ignorándose por ello el caudal del mismo que se pierde en el mar.

La Descarga de los Acuíferos.- La descarga de los acuíferos situados arriba de la arcilla azul en la Costa de Hermosillo, se realiza por medio de la operación de pozos.

La descarga de los acuíferos situados abajo de la arcilla azul se divide en dos: una alimenta al acuífero superior a través de la arcilla azul y otra parte descarga en el mar.

La descarga de los acuíferos de la zona del Sahuaral se realiza también por medio de pozos.

En el valle del Río Zanjón, parte de la descarga de los acuíferos es por medio de pozos que funcionan sin control alguno y otra parte probablemente alimenta a los acuíferos de las zonas occidentales y sureñas vecinas.

En resumen, en la llanura costera de Hermosillo, existe un solo acuífero, solo que separado en su parte media por la arcilla azul que lo divide en acuíferos superior e inferior.

Las características de las aguas alumbradas del acuífero superior revelan ser aguas de buena calidad con una temperatura de 30°C. como promedio a diferencia de las temperaturas de las aguas del acuífero inferior que son de 50°C. promedio. Aún en éste el agua es de buena calidad, ligeramente sulfurosa y con mayor temperatura y presión que la del acuífero superior.

La escasa información geoquímica obtenida en la zona de El Sahuaral, demuestra la mala calidad de las aguas en esta zona, sin embargo, no han determinado si este fenómeno se debe a los efectos de una intrusión salina o a las condiciones geológicas locales.

Pozos. En el Distrito de Riego Costa de Hermosillo, existen en vigor 519 pozos: de estos 482 dedicados a usos agrícolas, 12 para agua potable, 10 que corresponden por su ubicación al Distrito de Riego Abelardo L. Rodríguez, 10 pozos destinados a otros usos que no son agrícolas exclusivamente, y por último 5 pozos que no aparecen en el padrón de usuarios y no existen datos de ellos.

Sus características constructivas son muy variadas; las profundidades oscilan desde los 20 m. hasta los 277 m. siendo el promedio general de aproximadamente 100 m. de profundidad, el diámetro del ademe es de 40 cm. (16") generalmente y los diámetros de descarga varían desde 15 a 30 cm. (6" a 12").

La capacidad especificada para la generalidad de los pozos oscila entre 15 y 421 m/seg.

Entre los pozos que tienen hasta 60 m. de profundidad, que constituyen la minoría, la capacidad específica varía entre 5 y 301 m/seg., siendo el promedio 181 m/seg.

La distribución de los pozos es irregular, existe una mayor concentración en la región central del Distrito de Riego, que en la periferia, pero esto posiblemente se deba a las siguientes causas:

- 1) Que los límites originales del Distrito correspondían a la parte central del mismo.
- 2) Que el mayor desarrollo de carreteras y caminos ha promovido la concentración de los pozos cerca de las mismas.
- 3) La calidad del agua que no es homogénea.
- 4) Otra causa podría ser la profundidad a que se localizan los acuíferos.

2.2. USO ACTUAL DEL RECURSO AGUA

2. 2.1 USO DE LAS AGUAS SUPERFICIALES

Para el aprovechamiento de las aguas superficiales proporcionadas por el río Sonora y sus afluentes, la SRH construyó la Presa Abelardo L. Rodríguez así como toda una serie de canales de riego.

La función primordial de la presa es la de regularizar los escurrimientos de la corriente para su aplicación con fines agrícolas en el Distrito de Riego, ya que cubre las necesidades de riego de aproximadamente 12,000 hectáreas, que se localizan en ambos márgenes del Canal Principal, aguas abajo de la Presa. Además la presa controla los escasos escurrimientos del río y también abastece de agua potable a la Ciudad de Hermosillo, Son.

Año con año se utiliza todo el volumen de almacenamiento útil con fines de riego y la capacidad muerta se emplea con fines ganaderos.

Los Canales de Riego. A lo largo de los canales de riego - están situadas las estaciones hidrométricas, cuya situación y características son las siguientes:)Ver Fig. No. 1).

Aproximadamente a 38 kms. al noreste de Hermosillo, fuera de los límites del Distrito de Riego, en el Rancho El Orégano, se construyó la estación hidrométrica del mismo nombre. Está instalada inmediatamente aguas arriba del Canal Camoí, en ella se miden los escurrimientos, volúmenes, gastos, etc. del río Sonora.

El canal Camoú cuenta a su vez con una estación hidrométrica del mismo nombre ¹, este Canal riega una pequeña superficie y por él se deriva durante el estiaje, el volumen total del escurrimiento del río, su estación hidrométrica (Camoú) registra el volumen para el control de las aguas derivadas.

Sobre el kilómetro 1 + 690 del Canal Principal, se localizaba la Estación Hidrométrica Km. 1 + 690, que medía el resto de los escurrimientos conducidos por el Canal Principal, para el riego de las tierras situadas en la margen derecha (suspendida desde 1964).

2.2.2. USO DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS

El Distrito de Riego Costa de Hermosillo, existe debido a la presencia y utilización de las aguas subterráneas en la región de estudio.

Las aguas subterráneas que se obtienen en el Distrito de Riego por medio de pozos profundos, básicamente se destinan a usos agrícolas, aunque también se obtiene agua potable para el abastecimiento de la Ciudad de Hermosillo, usos industriales, etc.

Actualmente existen en el Distrito de Riego:

- 482 Pozos destinados a usos agrícolas
- 12 Pozos para el abastecimiento de agua potable en la Ciudad de Hermosillo.
- 25 Pozos de los cuales:
 - 10 Pozos corresponden por su ubicación al Distrito de Riego de la Presa Abelardo L. Rodríguez.

(1) Estas dos estaciones y el Canal Camoú, son los únicos que se localizan fuera de los límites del Distrito de Riego.

10 Pozos con usos no especificados.

5 Pozos no tienen datos ni aparecen en el padrón de usuarios.

519

Pozos en total.

Demanda actual de agua potable en el Distrito. El agua potable para el abastecimiento de la Ciudad de Hermosillo es proporcionada por 12 pozos, situados en diferentes captaciones; inmediatamente aguas abajo de la cortina de la presa Abelardo L. Rodríguez.

CAPTACION	No. DE POZOS.
ACTUAL	7
PITIC	2
SAUCEDA	2
RANCHITO	1
	<hr/>
	12

Estos pozos son alimentados por las aguas subálveas y de infiltración, provenientes de la Presa por el antiguo cauce del río Sonora; la capacidad de bombeo instalado es de aproximadamente 700 lts./seg. sin embargo, en la actualidad se explotan únicamente 560 lts./seg. para satisfacer la demanda de la Ciudad. Esta demanda fué en 1968, de 17.6 millones de m³.

En la Tabla No. 4, se pueden observar los volúmenes de agua extraídos durante el período 1963-1968 para satisfacer la demanda de este servicio en la Ciudad de Hermosillo.

En el Distrito de Riego existen actualmente 482 pozos destinados exclusivamente para usos agrícolas que extraen en conjunto del acuífero superior unos 770 millones de m³ anuales con un promedio de extracción (en el ciclo

agrícola 1967 1968) de 1.6 millones de m³ por cada pozo.

Las aguas extraídas, se utilizan para irrigar alrededor de 105,000 hectáreas de cultivos que existen en la zona de estudio, no obstante debido a los dobles cultivos se han llegado a beneficiar 143,915 hectáreas.

Antes de 1963 se bombeaba con absoluta libertad el agua que necesitaban los agricultores, pero debido al abatimiento de los mantos ya mencionados, la SRH planteó ante los organismos de los agricultores, la posibilidad de perder totalmente los recursos de agua subterráneos. Debido a esto, a partir de ese año se reglamentaron las extracciones, estipulándose que una primera etapa de cuatro años, que finalizó en el ciclo agrícola de 1967-1968, se restringieron gradualmente los bombeos hasta en un 40%.

Dejaron libremente la operación de los pozos durante el ciclo agrícola de 1963-1964, año en que se alcanzó la máxima cifra de explotación 1,137 millones de metros cúbicos, empezando la reducción en 1964 hasta el ciclo agrícola 1967 1968, donde se programaron 871.6 millones de m³.

Como se puede observar si se comparan los volúmenes programados con los realmente utilizados para cada ciclo agrícola, concluiremos diciendo que se logró una reducción mayor a la prefijada en todos los casos.

Se revistieron los canales de conducción (esto significó una reducción mínima de 25% de las extracciones) y se instalaron medidores en cada uno de los pozos en operación con el fin de lograr una reducción de un 15% las extracciones y para conocer de una manera precisa el total de los volúmenes extraídos anualmente.

TABLA No. 4. VOLUMENES DE AGUA POTABLE EXTRAIDOS (1963-1968).

A Ñ O	VOLUMEN EXTRAIDO MILLONES DE M3.	CAUDAL INSTANTANEO PROMEDIO LTS/SEG.
1963	13.9	440
1964	13.7	435
1965	14.8	470
1966	15.9	500
1967	16.7	530
1968	17.6	560

FUENTE: Estudio hidrogeológico completo de los acuíferos de la Costa de Hamosillo, Sonora. 1968- SRH.

Sin embargo, un número considerable de los medidores no funcionan o no están bien calibrados; si esta deficiencia en el mantenimiento y conservación de los medidores no se corrige, en un futuro podría presentarse un porcentaje de error considerable en los volúmenes de extracción.

La disminución de los volúmenes de extracción apenas se han reflejado en la disminución de las superficies de cultivo, como se puede analizar en la Tabla No. 5.

Esto se debió básicamente por parte de los agricultores la introducción de mejores técnicas de riego, nivelación de las tierras y en general a un mejor aprovechamiento del agua.

Extracciones en la Zona del Sahuaral. La zona agrícola conocida con el nombre de El Sahuaral, se localiza dentro de los límites meridionales del lindero sur del Distrito de Riego Costa de Hermosillo.

Esta zona se desarrolló fuera de los límites de la antigua zona de veda para el alumbramiento de las aguas subterráneas llegando a adquirir una considerable importancia, pues está constituida por unas 21,000 hectáreas que representan casi una quinta parte de la superficie del Distrito de Riego Costa de Hermosillo.

Existen 94 pozos, cifra que incluye algunos abandonados, otros sin equipo de bombeo y unos pocos más de uso doméstico; éstos últimos son muy escasos y su volumen de extracción no tiene significación.

TABLA No. 5 VOLUMENES DE EXTRACCION DE AGUA PARA USOS AGRICOLAS. (1963-1968).

CICLO AGRICOLA	VOLUMENES DE EXTRACCION 106 m ³ /AÑO.	HECTAREAS CULTIVADAS	NO. DE POZOS	AREA REGADA EN HAS.	LAMINA BRUTA DE AGUA UTILIZADA EN M.
1963-1964	1136.8	126,173	482	126,173	0.90
1964-1965	1015.0	130,010	482	127,865	0.79
1965-1966	910.0	125,360	482	125,407	0.72
1966-1967	902.8	121,350	482	121,350	0.74
1967-1968	771.0	105,320	482	105,000	0.73

FUENTE: Estudio hidrogeológico completo de los acuíferos de la Costa de Hermosillo, Son. 1968. SRH.

Por lo tanto, existen 70 pozos funcionando que destinan las aguas alumbradas para usos agrícolas. En áreas extensas los pozos extraen agua de mala calidad, por lo cual los agricultores se ven precisados a utilizar láminas de riego más altas que en el Distrito de Riego.

Se han instalado medidores en los pozos con el objeto de controlar los volúmenes de extracción e inducir un mejor aprovechamiento de las aguas.

La SRH estima que el volumen anual de extracción en esta zona es de aproximadamente $150 \times 10^6 \text{ m}^3$, considerando que cada uno de los 70 pozos extraen como promedio un poco más de $2 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{año}$, dadas las condiciones de sobre riego y a su deficiente aprovechamiento debido al incipiente control de las extracciones.

Extracciones en las Zonas de Cultivos al Norte y Noreste de la Ciudad de Hermosillo. Fuera de los límites de la zona de veda, existe una superficie de aproximadamente $1,500 \text{ km}^2$, delimitada al norte por Carbó, al sur por La Presa Abelardo L. Rodríguez, al este por Ures y al oeste por la carretera internacional a Nogales, donde se ha verificado la existencia de 150 pozos, aunque existe la información de unos 500 pozos, de los cuales un 90% están dedicados a usos agrícolas.

Existe actualmente una proliferación alarmante de nuevas tierras que se están abriendo al cultivo, así como de nuevas perforaciones.

No existe control alguno de estos aprovechamientos, se estimó en forma preliminar que el volumen extraído del subsuelo es de $400 \times 10^6 \text{ m}^3$ anuales aproximadamente.

Estas zonas constituyen la zona de recarga de los acuíferos de la llanura costera de Hermosillo, por lo tanto es necesario cuantificar su potencialidad ya que con estos almacenamientos se pretende cubrir el déficit de agua que existe en el Distrito.

Actualmente la zona supe sus necesidades de agua aprovechando los potenciales geohidrológicos localizados en la llanura costera de Hermosillo. No obstante los pozos existentes han venido operando por encima del potencial de recarga natural del acuífero, se explotó en 1968 un volumen de 788.6 millones de m³, destinándose 771 millones (97.76%) a las necesidades de riego y 17.6 millones (2.16%) al abastecimiento de agua potable de la Ciudad de Hermosillo.

2.3. EVALUACION Y BALANCE DEL RECURSO AGUA

El objetivo fundamental de este capítulo es presentar los recursos que existen de agua y los que se necesitarán en un futuro próximo, además de hacer un análisis de la utilización de los mismos desde que se empezaron a explotar.

2.3.1 BALANCE DE LAS AGUAS SUPERFICIALES.

En la Tabla No. 6, se presentan las estaciones hidrométricas y sus respectivas observaciones hechas por la SRH (1969). Se observa que una de las estaciones más importantes es El Orégano, debido a que en ella se efectúan las observaciones y registros más representativas, tales como la medición de los escurrimientos del río Sonora y sus afluentes antes de ser embalsadas sus aguas en la Presa.

TARLA No. 6
DATOS GENERALES DE LAS ESTACIONES HIDROMÉTRICAS.

CUENCA GENERAL NOMBRE	E S T R U C T U R A NOMBRE	NOMBRE LOCAL DE LA CORRIENTE QUE AFORA LA ESTACION NOMBRE	E S T A C I O N NOMBRE	AREA DRENADA KM.2	PERIODO DE LAS OBSERVACIONES		NUMERO DE AÑOS COMPLETOS	EN AÑOS COMPLETOS DESCUARRIMIENTO G A S T O S MEDIO ANUAL MEDIO ANUAL		UNITARIO m ³ /s. Km.2	EN EL PERIODO DE OBSERVACIONES GASTOS ENTRENOS MAXIMO FECHA DE OCURENCIA MINIMO FECHA DE OCURENCIA			
					DE	A		MILLONES DE M ³	M ³ /s.		M ³ /s.	FECHA DE OCURENCIA	MINIMO	FECHA DE OCURENCIA
Río Sonora		Río Sonora	El Orégano	11 606	M-41	D-69	28	103.9	3.295	0.0003	1 137.0	Sep. 1943	0.0	Jul. 1942
Río Sonora		Río Sonora	Hermosillo	21.035	M-4	A-47	2	216.3	6.859	0.0003	1.260.0	Ag. 1945	0.3	Sep. 1944
Río Sonora	Canal Camou	Camou			M-41	D-69	28	3.3	0.105		0.99	Dic. 1957	0.0	Jul. 1941
Río Sonora	Canal Prin. del Dco.	Hermosillo Extracciones			M-47	D-69	22	72.2	2.289		12.78	Jul. 1968	0.0	Jul. 1947
Río Sonora	Canal Prin. del Dco.	Km. 1 + 670			D-49	M-64	13	32.9	1.201		6.2	Feb. 1952	0.0	Abr. 1949
Río Sonora	Canal Nuevo de Seris	Seris Siñon			D-49	D-69	19	35.9	1.138		6.13	Abr. 1953	0.0	Ene-1950
Río Sonora	Canal Viejo de Seris	Seris Carretera			D-60	D-69	3	3.8	0.120		0.32	Ene-1967	0.01	Jul. 1969
Río Sonora	Canal Viejo de Seris	Canal Viejo de Seris	Seris		M-44	D-69	25	10.9	0.346		1.69	Sep. 1946	0.0	Feb. 1944
Río Sonora	Canal Chanate	Canal Chanate	Chanate Carretera		M-66	M-69	2	0.5	0.015		0.02	Nov. 1966	0.01	Nov. 1966
Río Sonora	Canal Chanate	Canal Chanate	Chanate		M-43	D-69	26	7.5	0.238		1.51	Dic. 1952	0.0	Sep. 1944
Río Sonora	Canal Principal	Canal Principal	Principal		M-43	J-48	4	8.1	0.257		0.74	Jul. 1944	0.0	Jul. 1943

* Suspendida en Abril de 1947
** Suspendida en Noviembre de 1964
*** Suspendida en Agosto de 1948

FUENTE: Boletín Hidrológico No. 40. Tomo II. Dirección de Hidrología SNI. 1969.

En la estación El Orégano se han efectuado las observaciones hidrométricas en una forma continua desde hace más de 30 años, referidas al escurrimiento medio del río Sonora, (103.9 millones de m³), tiene un gasto medio anual de 3,295 m³/seg. el máximo gasto registrado ha sido de 1,157 m³/seg. en el año de 1943 y el mínimo fué de 0.0 m³/seg. en 1942.

El escurrimiento medio anual registrado en las demás estaciones que se localizan dentro del Distrito, inmediatamente después de la Presa, es poco significativo.

A continuación se puede observar en la Tabla No. 7, el resumen de los escurrimientos ocurridos en todas y cada una de las estaciones hidrométricas en el período de observaciones comprendido de 1942 a 1969 llevado a cabo por la SRH (1969). Se observa que el año de máximos escurrimientos fué 1966, donde se registraron en la estación El Orégano 270.7 millones de m³, y el año en que se registró el mínimo escurrimiento fué en 1962 con 20.9 millones de m³.

En los años 1942, 1945 y 1963, se produjeron los gastos máximos del río Sonora, siendo de 828.0 m³, 955 m³/seg. y 889.4 m³, respectivamente, como se pueden observar en la Tabla No. 8.

2. 3.2 BALANCE DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS

Los estudios hidrogeológicos efectuados por la SRH, han demostrado el abatimiento continuo de los mantos freáticos, debido a la sobre-explotación de los mismos que se está llevando a cabo en la región.

TABLA NO. 7
DESCUENTIOS ANUALES REGISTRADOS
 (volumenes en millones de metros cúbicos)

NOMBRE DE LA ESTACION	CORRIENTE QUE AFORA	AÑOS DE OBSERVACION																								NO. DE AÑOS	SUMA	PROM. ANUAL					
		1941	1942	1943	1944	1945	1946	1947	1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964				1965	1966	1967	1968	1969
El Orégano	Río Sonora	M-D	Cuenca del Río Sonora																								29	2 908.5	103.9				
Hermosillo	Río Sonora		E-J JIO 210.3 222.2 E-M																								2	432.5	216.3				
Canal	Canal Canon	M-D	4.3	3.6	3.7	3.4	3.8	3.2	3.2	2.8	2.7	2.1	3.2	3.0	2.4	3.9	4.1	4.0	2.7	3.2	3.0	3.8	4.4	3.1	4.1	4.2	2.7	3.6	1.6	3.8	28	93.6	3.3
Hermosillo-Extracciones	Canal Fpal del Distrito		M-D 31.8 67.4 78.5 63.1 102.1 134.2 119.0 125.5 113.5 55.8 46.0 88.2 63.4 27.7 20.7 27.5 90.9 61.2 33.6 88.6 111.6 37.2																								22	1 597.5	72.2				
Serie Sifón	Canal Nuevo de Serie		D 32.1 26.0 41.9 36.0 53.1 53.4 46.5 20.8 20.9 44.5 35.7 15.9 E-A J-D 14.3 44.0 31.2 16.0 51.7 36.1 22.0																								19	682.1	35.9				
Serie Carretera	Canal Viejo de Serie		M-D 12.6 15.8 14.4 15.4 22.1 15.6 16.8 22.9 24.4 18.2 17.8 12.9 6.0 7.2 8.4 6.8 4.1 2.6 3.7 6.8 1.9 6.3 4.2 5.0 0.7																								23	272.6	10.9				
Chanate Carretera	Canal Chanate		S-D 7.6 7.3 8.3 12.1 13.0 9.6 3.5 7.2 13.8 12.4 11.2 10.9 7.2 4.3 6.5 5.7 5.1 3.6 4.9 5.7 6.9 3.2 5.8 5.2 5.5 4.0																								26	194.7	7.5				
Chanate	Canal Chanate		S-D 9.2 8.7 7.8 6.6 E-J'																								4	32.3	8.1				
Principal	Canal Principal		D 36.0 32.1 34.7 68.2 55.3 58.6 57.9 28.2 22.1 40.4 23.5 9.7 6.8 E-A S-D 8.0																								13	493.5	37.9				

* Suspendida en abril de 1947
 ** Suspendida en agosto de 1948
 *** Suspendida en noviembre de 1964

TABLE No. 8
 CANTOS MAXIMOS ANUALES (EN METROS CUBICOS POR SEGUNDO)

NOMBRE DE LA ESTACION	CORRIENTE QUE AFORA	AÑOS DE OBSERVACION																				No. de Años	Máximo	Mínimo									
		1941	1942	1943	1944	1945	1946	1947	1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960				1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969
ESTACIONES SOBRE EL COLECTOR GENERAL CUENCA DEL RIO SONORA																																	
EL OREGANO	RIO SONORA	M.D	828	1157	670	955	808	173	672	201	399	569	362	709	771	534	388	236	425	174	232	102	139	889	180	129	417	476	343	654	28,	1157	102
HERMOSILLO *	RIO SONORA					E.P.1240	989	E-H																						2	1240	989	

* SUSPENDIDA EN ABRIL DE 1947.

FUENTE: Boletín Hidrológico No. 40, Tomo II, Dirección de Hidrología SRH. 1969.

Dicha Secretaría ha elaborado toda una serie de cartas representativas de los niveles estáticos y dinámicos de los mantos acuíferos basados en las observaciones de los pozos de estudio que están situados en zonas estratégicas.

Analizando la Figura No. 3, que trata de las condiciones originales de los niveles estáticos, puede observarse que en el trazo de las curvas no tienen niveles de cotas negativas y dichos niveles con respecto al nivel del mar, varían de 1 a 20 m, estas condiciones cambiaron notablemente al paso del tiempo.

La profundidad de los niveles hasta fines de 1963, según la Figura No. 4, varía de 15 a 20 m. en la zona costera de 50 a 60 m. en la porción central del Distrito de Riego y de 90 m. como máximo tierra adentro.

Antes de 1953 las condiciones de equilibrio de los niveles dinámicos eran: las áreas de cotas negativas se localizaban en las zonas más cercanas a la costa y eran de menos 5 m. sólomente acontecía en este lugar y eran valores poco significativos (Ver Figura No. 5).

Posteriormente las condiciones geohidrológicas del Distrito de Riego se modificaron en 1959 ya se tenían niveles de cotas negativas con valores máximos de menos 24 m.*

Abatimientos totales. El abatimiento progresivo de los niveles de las aguas subterráneas y la presencia de fuertes depresiones cuyos valores oscilaban entre 16 y 22 m. indicaron que la extracción que se había efectuado es superior a la capacidad productiva de los acuíferos, lo cual se manifestó en los planos subsecuentes.

* Para mayor información consultar los planos del Estudio Hidrogeológico completo de los acuíferos de Costa de Hermosillo, Son. (1968).

Fig. N°3 Croquis de los Niveles Estáticos Originales

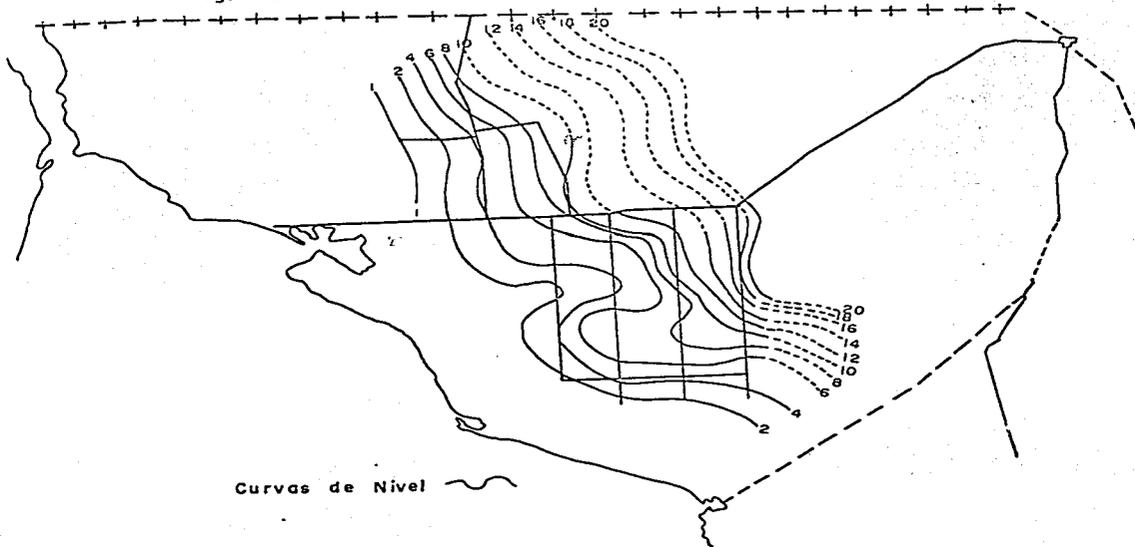
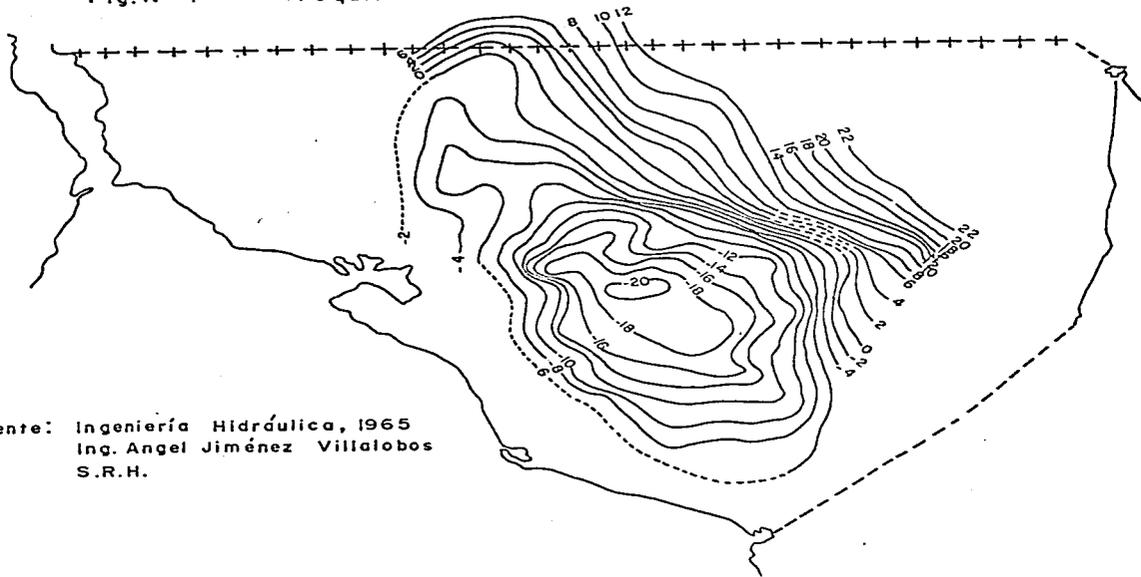


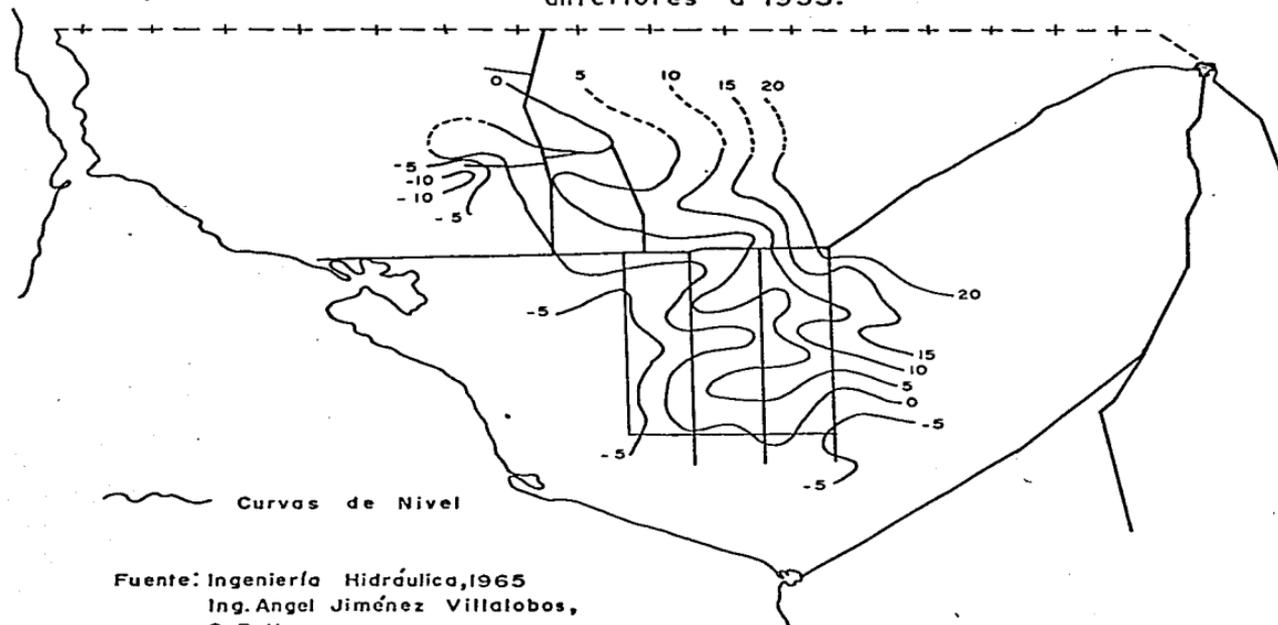
Fig. N°4 Croquis de los Niveles Estáticos 1964



Fuente: Ingeniería Hidráulica, 1965
Ing. Angel Jiménez Villalobos
S.R.H.

Fig. N°5

Croquis de los Niveles Dinámicos Originales
anteriores a 1953.



Se observa el aumento de los abatimientos con depresiones de 24 m. y 26 m. en la porción central del Distrito de Riego.

Este abatimiento revela un decremento en los volúmenes almacenados en el subsuelo que se ha manifestado en el aumento de las profundidades de bombeo y de continuar este descenso puede suceder que en lo futuro resulte incosteable la explotación de estas aguas. Además de lo anterior, el desequilibrio hidrológico provocado por la sobreexplotación de estas aguas, ha propiciado la intrusión salina en los pozos situados cerca de la costa, por esta causa se ha tenido que redistribuir pozos. Los diversos estudios geohidrológicos de la SRH (1967-1968), manifestaron que debido a la existencia de las cordilleras paralelas a la costa, éstas interrumpían la continuidad de los acuíferos de la región de estudio, haciendo muy remota la posibilidad de la intrusión salina del mar; con la excepción hecha del Estero de la Cruz ya que está constituido por formaciones muy permeables.

Desde el año de 1966 los estudios geoquímicos (SRH 1967), demostraron claros indicios de intrusión salina en dos zonas al Norte del Cerro de San Nicolás.

La Dirección de Geohidrología, SRH, llevó a cabo un análisis donde se hizo una proyección matemática, sobre la posición que alcanzaría en 1970 la interfase salina, si el bombeo continuaba con el mismo ritmo. El área invadida hará necesario abandonar alrededor de 75 pozos, cada cuatro años, esto es casi 20 pozos por año, con el serio inconveniente de que para que la interfase retroceda habrá que esperar, suspendiendo totalmente el bombeo, por lo menos un período igual al que ha empleado en su avance.

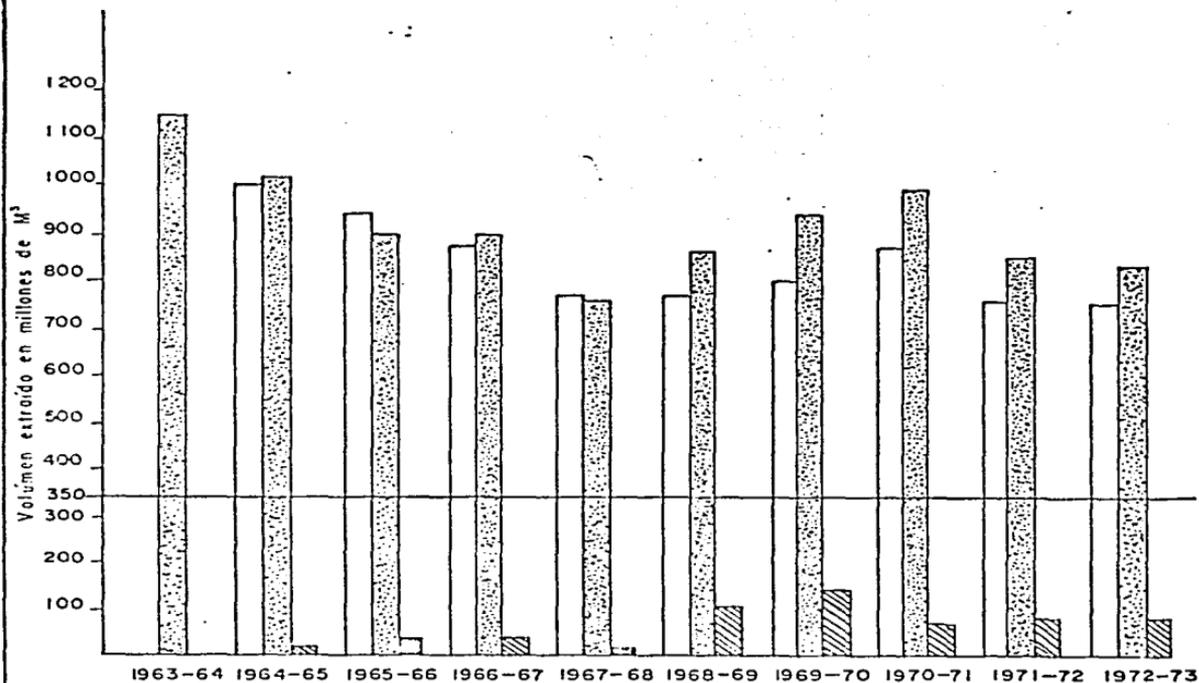
La evaluación de las reservas geohidrológicas es uno de los aspectos más difíciles en esta clase de estudios, no obstante los adelantos de la técnica y la ingeniería modernas, no cuentan con bases suficientemente firmes para llegar a conclusiones exactas y pronósticos ineludibles.

Los estudios geohidrológicos (SRH-1968), han demostrado que las recargas naturales de los acuíferos en cuestión es de 350 millones de m³ anuales aproximadamente, dicho volumen se puede extraer del subsuelo sin que se registren abatimientos ni recuperaciones en el nivel de las aguas subterráneas.

Otra forma de señalar con mayor acuciosidad la dinámica de los niveles del manto acuífero es la Gráfica No. 7, en la que se relacionan cronológicamente los volúmenes de agua extraídos en m³ durante el período comprendido de 1963 a 1973 en el que se presentan los volúmenes programados, extraídos y el excedente o remanente. En todos los casos el volumen extraído ha sido superior al programado provocando excedentes, con excepción de los años 1965-1966 y 1967-1968, en el que acusa un remanente; es decir, el volumen extraído fué menor al programado.

En forma general se observa:

1. Que tanto los volúmenes programados como los extraídos rebasan más del 250% de la recarga anual del acuífero, lo que provoca los abatimientos registrados en las isolinéas de los croquis de niveles estáticos y dinámicos de dicho manto. Dado que la recarga anual es de 350 millones y lo extraído tiene un promedio general de 900 millones de m³, es decir, que se ha sobrepasado en 257.14%.



SIMBOLOGIA

- VOLUMEN PROGRAMADO
- VOLUMEN EXTRAIDO
- VOLUMEN EXCEDENTE
- VOLUMEN REMANENTE

U.N.A.M.

Instituto de Geografía

Distrito de Riego Costa de Hermosillo
 Cálculos del Volumen de Agua
 —1963—1973—

Fuente: S.R.H.
 Geohidrología

Analizó:
 ROSA E. R. LIMONGI

1974

Recargo anual del acuífero (estimado).

GRAFICA N° 7

2. En el año 1963-1964, se extrajo un volumen de 1,115 millones de m. sin atender a ninguna programación *. Al año siguiente se procedió a controlarlo y de acuerdo con el plan de reducciones 1964-1968, mediante volúmenes programados obteniéndose con éllo una disminución hasta el año de 1967-1968, pero debido al crecimiento de la población y de las necesidades, con éllo el volumen programado no satisfizo la demanda conduciendo a que el extraído fuera siempre mayor. En los años 71 y 72 se ha podido descender levemente las extracciones ante la cifra de 800 millones de m³ que todavía es superior a la recarga anual.

2. 3.3. DEMANDA FUTURA DE AGUA POTABLE

Se han llevado a cabo toda una serie de cálculos (SRH 1968), para conocer aproximadamente el volumen de agua que será necesaria para abastecer las necesidades de la Ciudad de Hermosillo como puede verse en la Tabla No. 9, en el período comprendido de 1969 a 1993. Debido a que el crecimiento de población urbana ha sido muy acelerado en las últimas décadas (desde que se creó el Distrito), es preocupación el abastecimiento de agua potable en el futuro.

Es importante señalar que dichos cálculos están por abajo del crecimiento real de la población, esto se aprecia para el año de 1970 se calcularon 138,200 habitantes y en la realidad se registraron 176,596 habitantes, es decir, 39,000 habitantes fuera de los cálculos. Esto viene a acentuar más el problema que se presentará en un futuro próximo.

(*) Como consecuencia de lo acordado por la SRH y las organizaciones de agricultores (ver antecedentes Capítulo 2).

TABLA No. 9. DEMANDA FUTURA DE AGUA POTABLE PARA LA CIUDAD DE HERMOSILLO. (1969-1993).

AÑO	POBLACION MILES DE HABITANTES	DOTACION LTS. HAB. DIA.	EXTRACCION MEDIA LTS. SEG.	TOTAL	VOLUMEN DE AGUA EXTRAIDA EN MILLONES DE M3.			
					DOMESTICO	INDUSTRIAL	PUBLICO	PERDIDAS
1969	130.9	386	585	18.4	8.1	5.5	2.9	1.9
1970	138.2	391	625	19.7	8.6	5.9	3.1	2.1
1971	145.9	396	670	21.1	9.1	6.5	3.2	2.3
1972	154.0	401	715	22.6	9.7	7.0	3.4	2.5
1973	162.5	407	770	24.2	10.3	7.7	3.6	2.6
1974	171.5	413	820	25.9	10.9	8.3	3.8	2.9
1975	181.1	419	875	27.7	11.6	9.1	3.9	3.1
1976	191.2	425	940	29.6	12.4	9.9	4.1	3.2
1977	201.8	431	1,000	31.8	13.1	10.8	4.4	3.5
1978	213.0	437	1,075	34.0	13.9	11.7	4.6	3.8
1979	224.8	444	1,155	36.4	14.8	12.7	4.8	4.1
1980	237.3	450	1,240	39.0	15.7	13.9	5.1	4.3
1981	250.5	457	1,325	41.8	16.4	15.1	5.3	5.0
1982	264.4	464	1,420	44.8	17.7	16.4	5.6	5.1
1983	279.1	472	1,520	48.0	18.7	17.9	5.9	5.5
1984	294.6	479	1,630	51.5	19.9	19.4	6.2	6.0
1985	311.0	486	1,750	55.2	21.1	21.2	6.5	6.4
1986	328.2	494	1,880	59.2	22.4	23.0	6.8	7.0
1987	346.5	502	2,015	63.5	23.8	25.1	7.1	7.5
1988	365.7	510	2,160	68.1	25.2	27.3	7.5	8.1
1989	386.0	519	2,320	73.1	26.8	29.7	7.9	8.7
1990	407.5	528	2,490	78.5	28.4	32.3	8.3	9.5
1991	430.1	537	2,670	84.2	30.1	35.2	8.7	10.2
1992	454.0	546	2,865	90.4	32.0	38.3	9.1	11.0
1993	479.2	555	3,080	97.1	33.9	41.6	9.6	12.0

FUENTE: Estudio Hidrogeológico completo de los acuíferos de la Costa de Hermosillo, Son. 1968. SRH.

Es probable que actualmente la población sea mayor que la calculada en la Tabla No. 9 y se esté ya utilizando más de los 32 millones de m³ anuales calculados.

Los cálculos de la SRH fueron efectuados tomando en cuenta el incremento de la población urbana de 1930 a 1960 y el incremento del desarrollo industrial de 1960 a 1965.

Se considera que para satisfacer las necesidades de ambos sectores (población e industrial) para el año de 1993 que se requerirá un volumen anual de agua potable de aproximadamente 97.1 millones de m³. Como el crecimiento de la población en 1970 acusó ser mayor que el calculado, esto hace suponer que para 1993 la población requerirá más de 100 millones de m³/años, para satisfacer sus necesidades y habrá rebasado tanto los cálculos como las reservas reales.

2. 3.4. LA OFERTA ACTUAL DE AGUA EN LA ZONA.

Las aguas subterráneas presentan un volumen (oferta de agua) disponible de 350 millones de m³ anuales, como ya lo han demostrado los estudios hidrogeológicos efectuados por la SRH.

Dicha oferta no satisface las necesidades actuales de agua en el Distrito de Riego Costa de Hermosillo, por lo que urge buscar una solución a tan grave problema, de lo contrario se agotarán irremisiblemente los mantos subterráneos, debido a la sobreexplotación a la que están sujetos desde hace más de 20 años.

Actualmente se busca hacer un uso más racional del recurso, se ha pensado en recuperar parte del agua que se pierde por evaporación e inclusive tratar las aguas negras de la Ciudad de Hermosillo.

La evaporación en la Presa Abelardo L. Rodríguez es de 25 millones de m³ al año y se ha sugerido que por medio del uso de productos químicos se logre disminuir al máximo dicha evaporación recuperándose un 60% y de esta manera obtener agua para irrigar otras 1,600 hectáreas.

El tratamiento de las aguas negras de la Ciudad de Hermosillo, podría permitir el riego de 1,600 hectáreas más, aproximadamente.

De esta manera la oferta real que se podría obtener en la zona ascendería a 382 millones de m³.

Pero debido a que se desconoce el monto de la inversión requerida para su aprovechamiento la única oferta de agua con que se cuenta en la actualidad es de 350 millones de m³ anuales.

2. 3.5. BALANCE ENTRE LA OFERTA DE AGUA DISPONIBLE Y LA DEMANDA FUTURA

Actualmente los mantos freáticos del Distrito de Riego, en base de su sobreexplotación, cubren satisfactoriamente la demanda de agua requerida para los usos agrícolas, domésticos e industriales, las extracciones que se han venido haciendo sobrepasan considerablemente a la oferta que el acuífero puede proporcionar de acuerdo con su recarga natural acelerando con esto el avance de la intrusión salina del mar y contaminando gradualmente los mantos subterráneos.

De continuar en esta situación, la oferta de agua tenderá a disminuir en forma sistemática a tal grado que dentro de 25 años, sólo podrá extraerse un volumen de 350 millones de m³ anuales, el cual al no satisfacer la demanda total que se prevee, ocasionará un déficit creciente de agua y será necesario el abandono de un buen número de hectáreas que actualmente reciben riego.

En la Tabla No. 10 la oferta de agua disminuye de 800 a 350 millones de m³ al año en un período de 25 años. En tanto que el volumen necesario de agua potable aumenta de 18.4 a 97 millones m³ anuales para el mismo período, si la demanda de agua para fines agrícolas se mantiene constante en 781.6 millones de m³ anuales, (extracción media actualmente), existirá un déficit cada vez mayor, de tal manera que para el año 1993 la oferta de agua sólo podrá cubrir el 39.8% de la demanda total que se espera.

TABLA No. 10

BALANCE ENTRE OFERTA Y DEMANDA DE AGUA

MILLONES DE METROS CUBICOS

AÑO	OFERTA TOTAL	D E M A N D A			BALANCE	DEMANDA CU- BIERTA %.
		AGUA POTABLE	RIEGO	TOTAL		
0	800.0	18.4	781.6	800.0	- - -	100.0
1	781.2	19.7	781.6	801.3	- 20.1	97.5
2	762.5	21.1	781.6	802.7	- 40.2	95.0
3	743.8	22.6	781.6	804.2	- 60.4	92.5
4	725.0	24.2	781.6	805.8	- 80.8	90.0
5	706.2	25.9	781.6	807.5	- 101.3	87.5
6	687.5	27.7	781.6	809.3	- 121.8	85.0
7	688.8	29.6	781.6	811.2	- 142.4	82.4
8	650.0	31.8	781.6	813.4	- 163.4	79.9
9	631.2	34.0	781.6	815.6	- 184.4	77.4
10	612.5	36.4	781.6	818.0	- 205.5	74.9
11	593.8	39.0	781.6	820.6	- 226.8	72.4
12	575.0	41.8	781.6	823.4	- 248.4	69.8
13	556.2	44.8	781.6	826.4	- 270.2	67.3
14	537.5	48.0	781.6	829.6	- 292.1	64.8
15	518.8	51.5	781.6	833.1	- 314.3	62.3
16	500.0	55.2	781.6	836.8	- 336.8	59.8
17	481.2	59.2	781.6	840.8	- 359.6	57.2
18	462.5	63.5	781.6	845.1	- 382.6	54.7
19	443.8	68.1	781.6	849.7	- 405.9	52.2
20	425.0	73.1	781.6	854.7	- 429.7	49.7
21	406.2	78.5	781.6	860.1	- 453.9	47.2
22	387.5	84.2	781.6	865.8	- 478.3	44.8

23	368.8	90.4	781.6	872.0	- 503.2	42.3
24	350.0	97.1	781.6	878.7	- 528.7	39.8

FUENTE: Estudio Hidrogeológico completo de los acuíferos de la Costa de
Hermosillo, Son. 1968. SRH.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

La región de estudio está enclavada en una zona desértica, cuyos recursos naturales básicos (agua, suelo y vegetación), son muy escasos dadas las condiciones del medio físico imperante.

Sin embargo, esta zona árida a diferencia de otras, posee una gran ventaja, los mantos de agua subterránea localizados en toda la llanura costera de Hermosillo, que le ha permitido desarrollarse desde el punto de vista agrícola y en el contexto político-económico actual, se conforma uno de los Distritos de Riego más prósperos y productivos del país; 6o. lugar de los Distritos de Riego, en producción y valor de la misma, donde la agricultura que se practica es de tipo moderna comercial, altamente tecnificada lo que permite altos rendimientos por hectárea.

La distribución de la población de la región de estudio es irregular, está concentrada en su mayor parte en la Ciudad de Hermosillo (84.7%) y el resto dispersa en pequeños poblados, congregaciones, ejidos y granjas que se localizan principalmente en la región central del Distrito de Riego, cercanos a la red de carreteras.

El crecimiento de la población del Municipio de Hermosillo ha sido muy acelerado a partir del establecimiento del Distrito de Riego Costa de Hermosillo; en la década comprendida de 1950-1960, alcanzó su máximo crecimiento (116.6%), éste ha continuado acelerado en el período de 1960-1970 presentó un aumento total de 76.32%. A pesar de que las proyecciones de población llevadas a cabo por la SRH se muestran modestas para el período de 1970-1980, 27%

de aumento total; es de esperarse un mayor aumento en el crecimiento de la población, ya que más de la mitad está representada básicamente por jóvenes.

Las actividades terciarias son las que ocupan un mayor porcentaje de la población económicamente activa, sin embargo, desde el punto de vista económico, las principales actividades de la región de estudio son las primarias; esto se debe a diversas causas entre otras: La reducida mano de obra empleada en la agricultura, la emigración campo-ciudad, la falta de capacidad de la industria para absorber la mano de obra inmigrante, la situación de la Ciudad de Hermosillo que actúa como único polo de desarrollo que promueve la emigración campo-ciudad y el crecimiento del sector terciario y además el alto porcentaje 11.5% de la población desempleada y subempleada, que se encuentra formando parte del sector terciario.

El uso de las aguas superficiales en el Distrito de Riego Costa de Hermosillo comparado con el de las aguas subterráneas, desde el punto de vista del volumen extraído es muy modesto (2%). No obstante es una importante fuente de abastecimiento de agua potable para la Ciudad de Hermosillo.

Las aguas subterráneas constituyen el recurso más importante y vital de la región de estudio, ya que de su explotación depende el desarrollo agrícola de ésta.

Las razones que motivaron la búsqueda y explotación de los recursos acuíferos subterráneos, en la región de estudio fueron básicamente de orden político y económico, tales como:

La existencia de intereses políticos muy fuertes, que han sido determinantes en todas las obras que se han llevado a cabo en la región de

estudio. Así como la concentración de grandes extensiones de tierras agrícolas en poder de unas cuantas gentes.

Es notable la influencia que ejerce la cercanía de la frontera con los Estados Unidos de América en la región de estudio. Es importante señalar la presencia de la capital del Estado de Sonora dentro del Distrito de Riego, que probablemente influyó en la búsqueda y explotación de dichos recursos.

La creación del "Distrito de Colonización Miguel Alemán", fué la pauta para el desarrollo y explotación de los recursos subterráneos.

Actualmente el Distrito de Riego satisface sus necesidades de riego y abastecimiento de agua potable, basado en la sobre-explotación y abatimiento de los mantos subterráneos, que pone en peligro dicho recurso, ya que de continuar con este ritmo se ha calculado (SRH 1968), que en 25 años el abatimiento de los acuíferos será tal, que ya no podrá ser posible la explotación de dicho recurso, desde el punto de vista físico y económico.

El problema principal de la zona radica en que los mantos freáticos han estado sujetos desde hace ya más de 20 años a una sobre-explotación, es decir, se ha estado extrayendo prácticamente desde que se creó el Distrito, un volumen de agua superior a la capacidad de los acuíferos, por carecer del conocimiento acerca de la capacidad de los mismos y como consecuencia la falta de planeación en la explotación. Esto ha provocado el abatimiento de dichos mantos y la intrusión salina del agua del mar, que ya es un hecho en la región costera a pesar de que la configuración geológica de la cuenca tectónica donde está situado el Distrito de Riego Costa

de Hermosillo que no facilita la intrusión salina; esto denota que el abatimiento de los mantos es tal que ha penetrado el agua del mar amenazando con contaminar todo el acuífero de seguir imperando esta situación.

La demanda futura de agua para uso agrícola y urbano, está en peligro de no poder ser satisfecha en un futuro próximo (1993), dados los graves problemas que actualmente se están presentando en el Distrito de Riego Costa de Hermosillo, Son., que de no solucionarse satisfactoriamente, amenazan con minar el desarrollo socioeconómico de la región.

En resumen, la base de la economía de la región de estudio es el poder contar con el agua en un futuro, para seguir desarrollando la agricultura comercial de riego y paralelamente a és-e el uso urbano, cuya demanda es mayor día con día, debido al crecimiento tan acelerado de la población del Municipio.

R E C O M E N D A C I O N E S .

Debido a los problemas que se acentuarán en un futuro próximo (1993), la SRH elaboró una serie de alternativas transitorias de tipo económico, la que resultó ser la más conveniente, al evaluarse el flujo de costos y beneficios actualizados, la de mayor rentabilidad económica. Fué la delimitación progresiva y uniforme del bombeo de 220 pozos localizados cerca de la Costa, los cuales se reinstalarán al norte de la zona actualmente explotada del Distrito de Riego. De esta manera la velocidad de la intrusión disminuirá, alargándose la vida útil de los pozos restantes.

Las consideraciones que se tomaron en cuenta son:

1. La extracción anual de agua para usos agrícolas será de 781.5 millones de m³, la cual permanecerá constante durante un período aproximado de 33 años y permitirá el riego de 111,650 hectáreas anuales durante este lapso de tiempo.

2. Se requiere de una inversión de 236.2 millones de pesos para cubrir los gastos de perforación e instalación de pozos y en la construcción del sistema adecuado para conducir y distribuir el agua.

3. El costo de conservación y mantenimiento del sistema se ha fijado en 250 pesos por hectárea.

4. Los beneficios obtenidos por las inversiones efectuadas, serían las pérdidas que se presentan en otras alternativas.

Esta propuesta se encuentra en etapa de realización.

Para la solución definitiva del problema referente al déficit de agua, la SRH cree lograrlo con el Plan Hidráulico del Noroeste (PLHINO) que consiste en llevar agua de los Estados de Nayarit y Sinaloa al Estado de Sonora, intercomunicando y aprovechando en su totalidad el agua de los ríos del noroeste. En 1974 ya se contaba con estudios, planes y proyectos además de la construcción estaciones de bombeo y canales.

El PLHINO es un plan muy costoso que probablemente no va a solucionar los problemas de la región de estudio, y sí es de temerse que se creen problemas en Sinaloa principalmente.

Es más recomendable buscar el agua en los recursos de la región de estudio, es decir, se sugiere que se perfeccione la tecnología y se proceda a desalinizar el agua del mar, para que sea costeable económicamente, ya que no es posible ni recomendable frenar el desarrollo económico que ha alcanzado la zona de estudio ni tampoco se puede estar atendido a la explotación de 350 millones de m³ anuales, cuando las necesidades humanas han ido en constante aumento.

Las proposiciones o Planes de la SRH.

Recomienda un control estricto sobre las explotaciones de los acuíferos de toda la cuenca, mediante los instrumentos técnico-legales apropiados, impidiendo nuevas explotaciones de los cañones hasta que se realice un estudio integral de la cuenca, que permita decidir sobre la forma más conveniente de aprovechar la totalidad de sus recursos hidráulicos de la misma. Se requiere un mejor conocimiento de las condiciones que privan en la faja vecina al escalón piezométrico por el lado de aguas arriba, con la intención de establecer una estación permanente de aforo de alimentación a los acuíferos de la planicie. Esto permitirá de inmediato planear la explotación del acuífero inferior.

Iniciar la explotación del acuífero inferior, autorizando unas 20 a 25 reposiciones de los pozos actuales con cambio de acuífero, convenientemente distribuidas en la planicie, con objeto de observar su comportamiento con miras a la explotación del acuífero inferior.

Esta proposición resulta arriesgada, ya que el acuífero inferior es alimentador del superior y es necesario tener el conocimiento del volumen total que se descarga en el mar, de otro modo se afectará al volumen de recarga y se acelerará más el abatimiento y la pérdida del recurso.

Iniciar una investigación sistemática de los recursos hidráulicos subterráneos de la Costa de Hermosillo, procurando descubrir en el menor plazo posible nuevos mantos acuíferos que permitan satisfacer la creciente demanda de agua para toda clase de propósitos.

Importar agua de otras zonas cercanas a la Costa de Hermosillo,

sabiendo de antemano que se requirieren conducciones costosas que originarían precios elevados por metro cúbico entregado, y que serían obras de realización a largo plazo.

Iniciar el censo de todos los aprovechamientos hidráulicos existentes, superficiales y subterráneos, en las cuencas de los ríos que se desarrollan aguas arriba de la presa Abelardo L. Rodríguez, así como en las cuencas de los ríos Bacoachi y Pápagos al norte, incluyendo la determinación de los volúmenes utilizados.

Existen muchos aprovechamientos intermedios que no tienen control alguno por parte de la SRH, de las aguas del río Sonora y sus afluentes, así como de los mantos subterráneos (de los cañones de la Sierra), y que son la principal zona de recarga de los acuíferos localizados en la región de estudio.

Esto se debe principalmente, en el caso del río San Miguel a que, aguas abajo del poblado San Miguel de Horcasitas, se han abierto numerosas extensiones de tierra al cultivo, que utilizan para su irrigación aguas bombeadas directamente del río, así como a la apertura de norias ubicadas en las márgenes del río que explotan las aguas subálveas continuamente durante todo el año y sin control alguno.

La explotación es en ocasiones tan intensa que en una noria tienen instaladas tres bombas centrifugas de 25 cm. (10"), 20 cm. (8") y 15 cm. (6") de diámetro, operando todas al mismo tiempo a tubo lleno.

Además la falta de control en la explotación directa de los escurrimientos del río Sonora que incluye el bombeo intenso de unos 30 pozos, de usos agrícolas ubicados en sus márgenes con los que se riega en la zona de

Ures, aguas arriba de El Gavilán, así como de cultivos de menor importancia aguas abajo de este sitio.

La proliferación de los nuevos pozos en estas zonas, de no llegarse a controlar en forma absoluta con un conocimiento de la cuantía de los recursos hidráulicos que explotan, en un futuro próximo seguramente afectarán los volúmenes de escurrimiento que llega al vaso de almacenamiento de la presa, en detrimento de los cultivos irrigados aguas abajo y del abastecimiento de agua de la Ciudad de Hermosillo.

Además de tratar de explotar mejor los mantos subterráneos y de buscar otra fuente que satisfaga el déficit actual, es necesario hacer un inventario de todos y cada uno de los recursos con los que cuenta la región.

El aprovechamiento de minerales, entre los más importantes están las sales de sodio, potasa y el bromo; este último de gran importancia mundial para hacer no inflamable la madera.

La posible presencia de petróleo en esta región, ya que a estas latitudes ha sido detectado en el Territorio de Baja California Sur.

La radiación solar puede significar un recurso natural con la utilización de tecnología adecuada, para la aplicación de los rayos solares, incluyendo el proceso rudimentario de desalinización por evaporación.

Otro recurso importante, abandonado también a una explotación mínima rudimentaria, es el de la pesca, con riquezas de especies marinas como la caguama y de distintas variedades almeja y peces de altos contenidos proteínicos; puede pensarse en una explotación tecnificada de las riquezas del mar con instalaciones de empacadoras que garanticen la buena conservación

del producto hasta su llegada al mercado.

El recurso turístico de las playas, el desierto cuenta con playas magníficas para la instalación de grandes balnearios incluyendo algunos para tratamientos médicos, dadas las condiciones del clima y temperatura de las aguas.

El desierto tiene también como una gran riqueza natural su fauna.

BIBLIOGRAFIA.

- Bassols, A. Recursos Naturales. Editorial Nuestro Tiempo. México 1967.
- Ciriacy, W. Conservación de los Recursos y Economía Política. Editorial Fondo de Cultura Económica. México 1957.
- Davis, . y Wiest, . Hidrogeología. Ediciones Ariel, Barcelona, España 1971.
- Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América. AGUA. Editorial Herrero. México 1966.
- Dirección de Agrología. Descripción de las Unidades de Suelos de la República Mexicana, según el Sistema de Clasificación FAO/UNESCO. 3er. intento. SRH 1972.
- Dirección de Agrología. Memoria del Mapa de tipos de Vegetación de la República Mexicana. SRH 1971.
- Dirección General de Distritos de Riego. Características de los Distritos de Riego. Tomo I. SRH. 1973.
- Dirección General de Estadística. IX Censo General de Población, Estado de Sonora. SIC 1971.
- Dirección General de Estadística. IX Censo General de Población de 1970, de Localidades por Entidad Federativa y Municipio. SIC. 1973.
- Dirección de Hidrología. Región Hidrológica No. 9, Sonora Sur, río Sonora, Yaqui y Mayo. Boletín Hidrológico No. 40. Tomo I y II. SRH. 1969.
- Flores T. Reconocimiento Geológico de la Región Central del Estado de Sonora. Instituto Geológico de México. México, 1929.
- Fries Jr, C. "Reseña de la Geología del Estado de Sonora, con énfasis en el Paleozoico". Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros. Vol. XIV. Noviembre-Diciembre. México, 1962.
- García, E. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Instituto de Geografía. UNAM 1973.
- González, A. Los Recursos Naturales de México. Tomo II. IMRNR. México 1959.
- Hardy, F. Suelos Tropicales. Editorial Herrera Hermanos, Sucesores, S. A. México 1970.
- Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. Problemas de las Zonas Áridas en México. Mesas Redondas. México 1955.
- Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. Mesas Redondas sobre Problemas del Agua en México. México 1965.
- Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. Contribución de Diversas Profesiones en la Conservación de los Recursos Naturales Renovables. México, 1966.

- Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. Aspectos Internacionales de los Recursos Renovables de México. 1972.
- Jiménez, A. Estudio Geohidrológico para fines de Riego, Costa de Hermosillo, Son. Memoria del II Seminario Latino Americano de Irrigación. Tomo IV. SRH. 1964.
- Millar, Turk y Foth. Fundamentos de la Ciencia del Suelo. Compañía Editorial Continental, S. A. México, 1975.
- Murguía, E. "Hidrogeología de la Costa de Hermosillo, Son." Tesis de Licenciatura en Ingeniería. Facultad de Ingeniería, UNAM. 1968.
- Ortiz, B. Edafología. Patronato de la Escuela Nacional de Agricultura. A. C. Chapingo, México 1973.
- Robles, A. Geografía del Estado de Sonora. Impresora del Nbroeste, Hermosillo, Son. 1971.
- Secretaría de Recursos Hidráulicos. Estudio Hidrogeológico Preliminar de los Acuíferos de la Costa de Hermosillo, Son. Tomo I. Ariel Construcciones, S. A. México 1967.
- Secretaría de Recursos Hidráulicos. Estudio Hidrogeológico Completo de los Acuíferos de la Costa de Hermosillo, Son. Ariel Construcciones, S.A. México 1968.
- Tamayo, J. Geografía General de México. Tomo II. Instituto Mexicano de Investigaciones Económicas. UNAM. 1962.
- Tamayo J. Geografía Moderna de México. Editorial Trillas, México 1970.
- Vivó, J. Geografía de México. Fondo de Cultura Económica. México 1953.
- Zimmermann, E. Recursos e Industrias del Mundo. Editorial Fondo de Cultura Económica. México 1957.
- C A R T A S .
- CETENAL Y UNAM. Cartas Climáticas: Isla de Tiburón 12 R-III y Hermosillo 12 R-IV. Esc. 1: 500,000. México 1970.
- Comisión Intersecretarial: Cartas Caborca 12 R-1 y Sierra del Tule 12 S-VII; Hermosillo 12 R-IV; Isla Tiburón 12 R-III y Nogales 12 R-II. Esc. 1: 500,000. SDN. México 1958.
- Dirección de Agrología. Mapa de Tipos de Vegetación de la República Mexicana. Esc. 1: 2,000.000. SRH. 1971.
- Dirección de Agrología. Mapa de Unidades de Suelos de la República Mexicana, Según el Sistema de Clasificación FAO/UNESCO. 3er. Intento 1: 2,000.000. SRH 1972.
- López E. Carta Geológica del Estado de Sonora. Esc. 1: 500,000. Instituto de Geología. UNAM. 1974.