

***Actualización de la disponibilidad media anual
de agua en el acuífero San José De Guaymas
(2636), Estado de Sonora***

*Publicada en el Diario Oficial de la Federación
20 de abril de 2015*

Actualización de la disponibilidad media anual de agua subterránea

Publicada en el diario oficial de la federación el 20 de Abril de 2015

El artículo 22 segundo párrafo de la Ley de Aguas Nacionales (LAN), señala que para el otorgamiento de una concesión o asignación, debe tomarse en cuenta la disponibilidad media anual del agua, que se revisará al menos cada tres años; sujetándose a lo dispuesto por la LAN y su reglamento.

Del resultado de estudios técnicos recientes, se concluyó que existe una modificación en la disponibilidad de agua subterránea, debido a cambios en el régimen natural de recarga, volumen concesionado y/o descarga natural comprometida; por lo que se ha modificado el valor de la disponibilidad media anual de agua.

La actualización de la disponibilidad media anual de agua subterránea publicada en este documento corresponde a una fecha de corte en el **Registro Público de Derechos de Agua al 30 de junio de 2014.**

CLAVE	ACUÍFERO	R	DNCOM	VCAS	VEXTET	DAS	DÉFICIT
		CIFRAS EN MILLONES DE METROS CÚBICOS ANUALES					
ESTADO DE SONORA							
2636	SAN JOSÉ DE GUAYMAS	4.5	0.0	18.428133	8.1	0.000000	-13.928133

R: recarga media anual; DNCOM: descarga natural comprometida; VCAS: volumen concesionado de agua subterránea; VEXTET: volumen de extracción de agua subterránea consignado en estudios técnicos; DAS: disponibilidad media anual de agua subterránea. Las definiciones de estos términos son las contenidas en los numerales “3” y “4” de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015.

ACUIFERO 2636 SAN JOSE DE GUAYMAS

VERTICE	LONGITUD OESTE			LATITUD NORTE			OBSERVACIONES
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	
1	110	48	22.7	27	55	4.9	DEL 1 AL 2 POR LA LINEA DE BAJAMAR A LO LARGO DE LA COSTA
2	111	10	34.5	27	59	48.7	
3	111	4	46.7	28	2	19.6	
4	111	10	51.1	28	5	23.5	
5	111	10	4.9	28	11	11.0	
6	111	7	48.2	28	10	13.9	
7	111	5	43.1	28	12	42.7	
8	110	59	17.5	28	16	53.3	
9	110	59	19.5	28	20	12.5	
10	110	56	46.9	28	19	40.5	
11	110	47	49.9	28	6	47.1	
12	110	47	10.0	28	1	9.3	
1	110	48	22.7	27	55	4.9	



Comisión Nacional del Agua

Subdirección General Técnica

Gerencia de Aguas Subterráneas

Subgerencia de Evaluación y Modelación Hidrogeológica

***DETERMINACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD
DE AGUA EN EL ACUÍFERO SAN JOSE DE
GUAYMAS, ESTADO DE SONORA***

México, D.F., 30 de abril de 2002

CONTENIDO

- 1 GENERALIDADES
 - 1.1 LOCALIZACIÓN
 - 1.2 SITUACIÓN ADMINISTRATIVA DEL ACUÍFERO
- 2 ESTUDIOS TECNICOS REALIZADOS CON ANTERIORIDAD
- 3 FISIOGRAFIA
 - 3.1 PROVINCIA FISIOGRÁFICA
 - 3.2 CLIMA
 - 3.3 HIDROGRAFÍA
 - 3.4 GEOMORFOLOGÍA
- 4 GEOLOGIA
 - 4.1 ESTRATIGRAFÍA
 - 4.2 GEOLOGÍA DEL SUBSUELO
- 5 HIDROGEOLOGIA
 - 5.1 TIPO DE ACUÍFERO
 - 5.2 PARÁMETROS HIDRÁULICOS
 - 5.3 PIEZOMETRÍA
 - 5.4 HIDROGEOQUÍMICA Y CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA
- 6 CENSO DE APROVECHAMIENTOS
- 7 BALANCE DE AGUAS SUBTERRANEAS
- 8 DISPONIBILIDAD
 - 8.1 RECARGA TOTAL MEDIA ANUAL
 - 8.2 DESCARGA NATURAL COMPROMETIDA
 - 8.3 VOLUMEN ANUAL DE AGUA SUBTERRÁNEA CONCESIONADO E INSCRITO EN EL REPDA
 - 8.4 DISPONIBILIDAD DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

1 GENERALIDADES

1.1 LOCALIZACIÓN.

El acuífero San José de Guaymas se localiza en la planicie costera del Estado de Sonora, se ubica al norte del puerto de Guaymas.

VERTICE	LONGITUD OESTE			LATITUD NORTE			OBSERVACIONES
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	
1	110	56	9.6	28	19	22.8	
2	110	47	16.8	28	1	19.2	
3	110	49	30.0	27	56	9.6	
4	110	48	21.6	27	55	4.8	Del 4 al 5 por la línea de bajamar a lo largo de la costa
5	111	11	20.4	28	1	15.6	
6	111	10	48.0	28	3	21.6	
7	111	10	51.6	28	8	2.4	
8	111	7	48.0	28	9	43.2	
9	111	8	52.8	28	12	0.0	
10	111	5	6.0	28	13	37.2	
11	111	0	7.2	28	17	6.0	
12	110	59	31.2	28	19	26.4	
1	110	56	9.6	28	19	22.8	

El acuífero esta comprendido parcialmente dentro de los municipios de Empalme y Guaymas. En la región la población se concentra principalmente en las ciudades de Empalme y Guaymas, en el ejido San José de Guaymas y San Carlos Nuevo Guaymas.

El censo de población y vivienda del INEGI (1995) reporta una población del orden de los 132000 habitantes para esta zona.

1.2 SITUACIÓN ADMINISTRATIVA DEL ACUÍFERO.

1.2.1 Decretos de veda.

El acuífero queda comprendido dentro de la zona de veda denominada de Guaymas, esta se decretó el 28 de noviembre de 1956 y entró en vigor el día de su publicación, el 20 de diciembre de 1956.

1.2.2 Organización de usuarios.

El aprovechamiento del acuífero se destina principalmente para los usos agrícola, pecuario, múltiples y uso público urbano.

Solo los usuarios agrícolas se encuentran integrados en módulos de riego.

2 ESTUDIOS TECNICOS REALIZADOS CON ANTERIORIDAD

Se tiene conocimiento de al menos tres donde se estudia el acuífero San José de Guaymas, estos son:

- (1) El elaborado por la Compañía Ariel Construcciones, S. A. (1968).
- (2) “Interpretación de Datos y Determinación del Potencial Actual del Acuífero en la Costa de Guaymas, Son.”, (1975), Técnicas Modernas de Ingeniería, S. A., (TMI).
- (3) Estudio geofísico en San José de Guaymas para el abastecimiento de agua potable de Guaymas, Empalme y San Carlos, (1986), S.A.R.H., Jefatura del Programa Hidráulico, de la Delegación en el Estado de Sonora.

El segundo de estos estudios sirvió de base para la elaboración de este documento, y se realizó entre otros propósitos para actualizar el primero de ellos.

3 FISIOGRAFIA

3.1 PROVINCIA FISIOGRÁFICA.

El valle de San José de Guaymas se ubica en la Provincia Fisiográfica “Zona Desértica de Sonora” (Manuel Alvarez Jr., 1958), o Planicie Costera Noroccidental (Ramiro Robles Ramos).

Esta provincia fisiográfica forma una franja de 1400km de largo, limitada al occidente por la Sierra Madre Occidental y al oriente por el Golfo de California.

El área en general es baja, ya que no excede los 1000m sobre el nivel del mar, presentando amplias superficies planas con suave pendiente hacia el mar, frente a las que destacan “cerros profundamente erosionados, colinas y bajas sierras rodeados de conos aluviales muy tendidos”.

3.2 CLIMA.

El clima imperante en la región es de tipo semidesértico y con lluvias deficientes en todas las estaciones del año. La temperatura media anual oscila entre 15° C y 30.5° C, presentándose la temperatura cálida de junio a septiembre.

Thornthwaite clasifica el clima como EdA'b provincia de humedad E árida, con vegetación del desierto. Humedad deficiente en todas las estaciones. Provincia de temperatura A' tropical. Subprovincia de temperatura b, concentración en el verano entre 35% y 49%.

La precipitación media anual es de 320 mm, en tanto que la evaporación potencial media anual es del orden de 2600 mm, la cual representa ocho veces mas es valor de la precipitación.

3.3 HIDROGRAFÍA.

El valle de San José de Guaymas se localiza en la porción sudoccidental del Estado de Sonora, pertenece a la Región Hidrológica No. 9, Sonora sur "Cuencas de los ríos Sonora – Yaqui – Mayo".

La principal corriente de agua superficial la constituye el arroyo San José de Guaymas, que desemboca en el estero El Rancho. Su cuenca es de 100 km².

La cuenca del arroyo San José de Guaymas esta limitada al norte, por la sierra Tinaja del Carmen, de 600 m de elevación; hacia el oeste se encuentra la sierra de la Perinola, con una elevación similar a la de Tinaja del Carmen; hacia el sur queda limitada por el cerro del Vigía, de 400 m sobre el nivel del mar; y por el estero o Rancho o Laguna de Empalme.

3.4 GEOMORFOLOGÍA.

La morfología esta representada relieves topográficos de pendiente fuerte sin llegar a ser abruptas, como en la cuenca del valle de Guaymas. El drenaje del arroyo de San José de Guaymas es dendrítico, siendo su principal afluente el arroyo del Tigre, el cual confluye al de San José, a la altura del rancho El Valiente, donde se unen para formar un solo arroyo hasta desembocar en el estero del Rancho.

4 GEOLOGIA

4.1 ESTRATIGRAFÍA.

La secuencia estratigráfica de las rocas que afloran en el área, forma una columna cuyas edades abarcan desde el Mesozoico hasta el Reciente. Esta columna está formada por rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas. De éstas, las sedimentarias pertenecientes al Cuaternario ocupan la mayor superficie de la cuenca, correspondiendo a las rocas ígneas del complemento de esta superficie.

Por lo que respecta a las rocas metamórficas, éstas solo afloran en los bordes de los cuerpos intrusivos en franjas no cartografiables.

4.1.1 Mesozoico.

Las unidades de rocas mesozoicas que afloran dentro de la cuenca del arroyo San José de Guaymas, corresponden a la parte final de la Era Mesozoica, o sea, quedan ubicadas en el período Cretácico. Dentro de este período, a la parte inferior corresponden probablemente las rocas intrusivas y a la parte superior las extrusivas.

Granito. Dentro del área de estudio, estas rocas son las de mayor antigüedad, ya que su edad se remonta probablemente a principios del período Cretácico. Los actuales afloramientos expuestos, representan el remanente de erosión de colosales masas que intrusionaron a sedimentos paleozoicos.

Estas enormes masas, fueron primeramente afalladas y después sujetas a un intenso tectonismo que produjo la formación de bloques. La erosión de épocas posteriores redujo a formas menores su expresión morfológica y más tarde, las rocas extrusivas cubrieron la mayor parte de ellas. Es por esto, que los afloramientos actuales se encuentran muy dispersos y cubriendo superficies reducidas.

Andesitas. Casi contemporáneas al granito, fueron emitidas probablemente por fracturas muy profundas emplazadas en la cabecera de la cuenca durante el Cretácico, las lavas andesíticas que representan las rocas extrusivas más antiguas dentro del valle de San José de Guaymas.

Estas rocas se encuentran aflorando únicamente en el extremo Norte de la cuenca, formando la Cordillera del Carrizal. Las andesíticas son de Hornblenda y Augita de color rosa a gris verdoso en estructuras masivas fracturadas. Sobreyacen en esta sierra a las rocas graníticas descritas anteriormente.

4.1.2 Terciario.

Dentro del valle, las rocas correspondientes al período Terciario, están representadas por rocas ígneas y sedimentarias. Por lo que respecta a las rocas ígneas, éstas son de tipo extrusivo ya que este período es característico en la provincia de la Sierra Madre Occidental de una fuerte actividad volcánica que formó importantes sierras y cordilleras. Estas grandes estructuras están formadas de lavas ácidas y básicas con sus correspondientes emisiones de piroclásticos que ocupan extensas superficies.

Las rocas sedimentarias de este período, corresponden a conglomerados continentales producto de la erosión de las extrusivas anteriores.

Andesitas, Riolitas y Alternancia de Tobas y Derrames Basáltico-andesíticos. Entre los derrames volcánicos, las rocas de este grupo, son las que cubren la mayor superficie de la cuenca, estando distribuidas en ella de la siguiente forma: en la porción occidental se encuentran formando la parte alta de la Sierra de la Ventana, La Sierra de Santa Ursula, la Sierra de la Pasión, la Sierra de la Perinola al Oeste del Valle de San José de Guaymas, el Cerro del Vigía al Norte de la Ciudad de Guaymas, el Cerro Picacho de San Rafael y los Cabos e islas situados al Sur de la misma.

Las rocas pertenecientes a este grupo muestran un sistema de fallas y fracturas, cuyo rumbo preferencial es Norte - Sur. Los planos de pseudoestratificación o inclinación de los derrames están inclinados hacia el Valle de San José.

Tobas pumíticas y aluviales con intercalaciones de caliche. Los afloramientos de estos depósitos de origen volcánico y aluvial, se encuentran predominantemente distribuidos. Al Oeste del Valle de San José de Guaymas, en la falda de la Sierra de la Perinola y fuertemente disectados por arroyos, se encuentran expuestos estos depósitos cubriendo a rocas andesíticas y en discordancia erosional a los granitos Cretácicos.

Conglomerado de clásticos volcánicos y alternancia de areniscas y limos de color verde rojizo, con capas delgadas de caliche. Conglomerado Báucarit. Para terminar con los afloramientos de rocas Terciarias se citarán dentro de este grupo, a las rocas sedimentarias. Estas rocas se encuentran constituyendo el Conglomerado Báucarit. Dicho conglomerado consiste de clásticos volcánicos y alternancias de areniscas y limos de color café rojizo, con capas delgadas de caliche. Los afloramientos correspondientes a esta unidad afloran en superficies importantes al Noroccidente del área, formando la Sierra de la Ranchería y en afloramientos de menores proporciones en el extremo Noroccidental del Valle de San José.

4.1.3 Cuaternario.

Boleos, gravas, arenas, limos y arcillas. Esta unidad constituye desde el punto de vista del estudio geohidrológico que se realiza, la unidad geológica más importante del área, ya que en ella se aloja el principal sistema acuífero de la cuenca.

Los sedimentos correspondientes a este período, se encuentran formando la mayor superficie de afloramientos de la zona estudiada. Consisten en sedimentos clásticos no consolidados, como boleas, gravas, arenas, arcillas y limos, derivados de las formaciones geológicas preexistentes que han sido erosionadas, siendo transportados y depositados por corrientes fluviales en las antiguas depresiones que actualmente constituyen el valle de San José de Guaymas. Forman por tanto la planicie aluvial y fluvial de la cuenca, pudiéndose distinguir en ella, diversas estructuras secundarias, como conos aluviales, llanuras de inundación, dunas, barras, etc.

La depositación de estos materiales se inició en el Pleistoceno y continúa en el Reciente, habiéndose acumulado en este tiempo espesores promedio de 160 metros.

4.2 GEOLOGÍA DEL SUBSUELO.

En el año de 1975, la S.A.R.H. llevó a cabo un estudio geohidrológico en la zona de San José de Guaymas, a través de la compañía Técnicas Modernas de Ingeniería, S. A., (TMI). Como parte de este estudio, se realizaron sondeos eléctricos verticales. A continuación se detallan las conclusiones.

En este valle la información sobre geología del subsuelo es muy escasa; se restringe a solo 4 pozos de exploración, perforados por la S.A.R.H. en 1968. Estos pozos son: PGO-16, PGB-17, PGB-18 y PGB-19.

Desafortunadamente de estos cuatro pozos, solo fue posible lograr la identificación en el campo del primero de los pozos mencionados (PGO-16); no obstante, la información de las tres exploraciones restantes sirvieron para conocer regionalmente la geología del subsuelo en este valle.

Esta exploración (PGO-16) fue utilizada, como pozo de calibración en los sondeos geoeléctricos realizados en el valle, para su interpretación correspondiente. Con estos sondeos se formaron tres perfiles, a partir de los cuales y de las exploraciones directas mencionadas, la geología del subsuelo del valle de San José puede describirse como sigue:

Existe un depósito de aproximadamente 115 m de espesor de materiales de relleno, formados por una alternante de gravas, arenas y arcillas, que sobreyacen a una capa cuyo espesor medio es del orden de 20 m, formada por arcilla verde con fósiles marinos. Por debajo de esta capa arcillosa, según el corte litológico del pozo PGO-16, existe un cuerpo de gravas y arcillas cuyo espesor reportado es de cuando menos 120m. Sin embargo, los cortes litológicos de los pozos de exploración PGB-17, PGB-18 y PGB-19, consignan en la parte final de su desarrollo la existencia de un cuerpo de conglomerado.

5 HIDROGEOLOGIA

5.1 TIPO DE ACUÍFERO.

El acuífero San José de Guaymas ocupa un área de 1214.27 km², su zona de captación tiene una extensión de 1214.27 km².

El acuífero se forma por depósitos cuaternarios que constituyen un acuífero de medios granulares que regionalmente funciona como acuífero libre.

Aunque se cuenta con poca información sobre la “arcilla azul”, es de esperarse, según el pozo de exploración PGO-16 y los sondeos geoeléctricos realizados, que este cuerpo se extienda por debajo del valle, separando dos depósitos de materiales granulares.

5.2 PARÁMETROS HIDRÁULICOS.

Las pruebas de bombeo permiten determinar las propiedades hidráulicas de un acuífero: transmisividad, coeficiente de almacenamiento, gasto específico, etc.

En su estudio (1975), la empresa TMI llevó a cabo doce pruebas de bombeo de corta duración. La mayoría de estas fueron realizadas en norias, poco profundas, por lo que es probable que los coeficientes de transmisividad sean representativos de la capacidad superior de los rellenos, y no de la totalidad de su espesor.

Siete de las pruebas se interpretaron con el método de Papadopolus, tres con el de Hantush, una con el de Jacob y otra no fue interpretable por ningún método. Una de las pruebas se realizó con etapas de abatimiento y recuperación, las restantes solo dentro de la etapa de recuperación.

De las pruebas se observa que la transmisividad varía entre $5.0 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ y $1.5 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$, aumentando de aguas abajo hacia aguas arriba. El coeficiente de almacenamiento varía entre 0.12 y 0.15.

5.3 PIEZOMETRÍA.

Para el estudio de 1975, TMI contó con información referente a los niveles del agua subterránea, de julio y octubre de 1975, a continuación se hace un resumen de las conclusiones.

5.3.1 Elevación del nivel estático.

Para julio de 1968, la configuración muestra elevaciones desde 8 m sobre el nivel del mar, hasta 4 m bajo el nivel del mar. Por lo que se aprecia en la configuración toda la parte central del valle tiene elevación del nivel estático bajo el nivel del mar, la elevación del nivel estático se hace positiva hacia el noroeste. Se observa que el flujo subterráneo seguía sensiblemente la dirección del noroeste – sureste.

Para el mes de octubre de 1975 la elevación del nivel estático es inferior a la del mar, casi en la totalidad del valle. Las elevaciones extremas se dan en las cercanías de San José de Guaymas (-3 m). Se observa un flujo de los alrededores del valle hasta este punto.

5.3.2 Profundidad del nivel estático.

Con información obtenida a través del Distrito de Riego No. 184 Guaymas – Empalme, se hizo la configuración de la profundidad del nivel estático para noviembre de 1996. Revisando esta se encuentra que:

La profundidad varía de 5 a 30 m, las mínimas profundidades se encontraban hacia ejido San José de Guaymas y hacia el estero El Rancho. Las máximas se encuentran rumbo al noroeste, rumbo al rancho El Valiente.

5.3.3 Evolución del nivel estático.

Comparando los resultados obtenidos en la medición del nivel estático en noviembre de 1996, con respecto a la piezometría realizada un año antes, podemos observar que se presentó un abatimiento generalizado del nivel estático.

La evolución varió de -1.17 m (rancho el Toro, al noreste de San José de Guaymas), a 1.05 m (rancho la Reforma, al noroeste de San José). La variación promedio del nivel en ese período de un año fue de -0.06 m.

5.4 HIDROGEOQUÍMICA Y CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA.

El área donde se realiza la explotación de agua subterránea en el valle de San José de Guaymas, y las condiciones geológicas en sus límites, y consecuentemente en los rellenos derivados de las sierras que se encuentran en los flancos, no propician cambios notables en la calidad química del agua subterránea.

De acuerdo con la condición anterior, el estudio hidrogeoquímico de TMI (1975), se orientó hacia el conocimiento del efecto de la intrusión salina que se manifiesta en forma evidente. En ese año, TMI tomó muestreos de agua en 22 aprovechamientos del valle.

Sólidos totales disueltos (STD). Se observa que los sólidos en solución alcanzan concentraciones máximas, en las zonas más próximas al litoral de 400 mg/l, encontrándose los valores mínimos en el extremo noroccidental con 400 y 500 mg/l.

Las concentraciones máximas en general, se localizan en los extremos sur y sureste del área en explotación, condición atribuible a que el régimen de bombeo ha inducido el avance de la intrusión salina, lo que ha afectado a los pozos de las partes más cercanas a la costa.

Por otra parte, los valores bajos de los flancos norte sugieren que el agua que alimenta a las formaciones acuíferas, debe llegar en parte de las sierras que limitan lateralmente al valle.

Los pozos que actualmente son utilizados para el suministro de agua potable, aparentemente empiezan a manifestar efectos de intrusión, pues contienen mas de 1000 ppm de STD.

En la porción sur del valle, existe agua de calidad diferente a profundidades también diferentes.

Sulfatos y cloruros en meq/l.

En esencia existe una semejanza entre el comportamiento de sulfatos y cloruros, con respecto a los sólidos totales disueltos, condición que era de esperarse, pues el efecto modificador de la calidad química del agua en el valle, es la sugerida intrusión salina, debiéndose considerar que también influye incrementando los contenidos de los aniones que se analizan.

La situación anterior, permite confirmar el hecho de que la interfase salina ha avanzado tierra adentro, afectando a los pozos más próximos a la costa, fundamentalmente los que se ubican en el extremo sureste del valle de San José de Guaymas.

También se observan las diferencias que fueron atribuidas, a la profundidad variable de los pozos muestreos, sugiriéndose en este punto, que el avance de la intrusión es mayor en el acuífero localizado entre los 25 y 50 m de profundidad, posiblemente por una mayor permeabilidad de ese estrato.

Los contenidos de sulfato varían entre 1.5 y 10 meq/l, mientras que las de cloruros alcanzan valores de 2 a 50 meq/l.

Sodio y magnesio en meq/l.

Las configuraciones correspondientes, muestran semejanza notable con lo descrito anteriormente, condición que no modifica las sugerencias hechas y permite confirmarlas con esa base.

Respecto a los contenidos encontrados, se tiene que el sodio disuelto varía entre 3 y 35 meq/l, mientras que el magnesio lo hace de 0.3 a 3 meq/l.

Un hecho al cual hasta ahora no se le ha dado importancia, es el que se refiere a que en general el agua muestreada en el extremo noroeste, es de mejor calidad que la del lado noreste, habiéndose considerado ambas zonas, como áreas por donde se recibe parte de la alimentación que llega al acuífero San José de Guaymas. Esta situación establece dos posibilidades, la primera sería que la alimentación que llega por el flanco noreste, es de agua relativamente mas salada que la del lado opuesto, situación difícil de aceptar por las características geológicas semejantes del reducido valle, y la segunda que se considera la más aceptable, es que la intrusión, como es de esperarse, debe tener una gran área de difusión y afectar aún en pequeña escala, a los pozos cercanos a los que se han considerado como indicadores definitivos, del efecto nocivo que se ha propiciado con el bombeo.

Relación bicarbonatos a cloruros + sulfatos en meq/l.

Del análisis efectuado, ha resultado evidente que el efecto modificador de la calidad del agua, que más influencia ha tenido en el valle de San José de Guaymas, es la intrusión salina propiciada por el bombeo.

Con el fin de confirmar las aseveraciones hechas, y verificar el avance de la intrusión salina, se decidió incluir y analizar la configuración correspondiente a la relación bicarbonatos y cloruros, mas sulfatos. Elementos, los dos últimos, abundantes en solución en el agua de mar.

Los valores mas altos de esta relación se presentan en las partes altas del valle, donde en las configuraciones anteriores no se detectó afectación, aspecto que se confirma con el anterior comentario.

En los pozos que se localizan en la porción sur, en las áreas más próximas a la costa, las curvas varían en un valor entre 0.05 y 0.1, confirmandose que los iones predominantes en esa zona son los que abundan en el agua de mar, y que la elevada salinidad del agua subterránea en esa parte se debe a la intrusión salina.

En el extremo suroeste se observa la posibilidad de que el estrato localizado entre 25 y 30 m, tenga influencia del avance de la intrusión salina.

6 CENSO DE APROVECHAMIENTOS

Como parte de su estudio, TMI (1975) realizó un censo de aprovechamientos. Se censaron 148 captaciones, de las cuales 25 fueron pozos y 123 norias. Del total de captaciones censadas, 112 estaban en operación y las 36 restantes estaban sin equipo o inactivas.

De las obras activas, 65 se utilizaban para la agricultura, 2 para abastecimiento de agua potable y el resto para uso doméstico y abrevadero.

El volumen anual de extracción en ese tiempo era de 15 Mm³.

Consultando la base de datos del REPDA (abril del 2000), se encontró lo siguiente

Aprovechamientos inscritos en el REPDA

Usos	No. Aprov.	Volumen (m³)
Agrícola	64	6,820,000.00
Doméstico	3	10,876.00
Múltiple	23	820,051.00
Pecuario	9	60,367.00
Público	90	426,659.14
Urbano		
Total	189	8,137,953.14

7 BALANCE DE AGUAS SUBTERRANEAS

En 1975, TMI realizó el balance del acuífero como parte de su estudio

En condiciones naturales, la totalidad del agua que recibía el acuífero era descargada subterráneamente al mar; en otras palabras, la recarga natural era equivalente al caudal subterráneo que salía originalmente del valle. Para estimar este caudal, se aplica la ley de Darcy a los datos de la evolución del nivel estático, suponiendo que el gradiente hidráulico es igual al topográfico. La descarga resultante es de 2.5 Mm³/año, cifra que de acuerdo con lo antes expuesto, es también representativa de la recarga natural del acuífero.

Al desarrollarse la agricultura en el valle, el riego aportó cantidades adicionales de agua al acuífero. Por comparación con otras zonas agrícolas donde se han hecho estimaciones de los retornos de riego, se cree que en el valle de San José de Guaymas, alrededor del 30% del agua aplicada en el riego regresa al acuífero. Puesto que el volumen de agua extraído con fines agrícolas es del orden de 15 Mm³/año, resulta que el acuífero recibe una alimentación anual de unos 4 a 5 Mm³/año por este concepto. (Para determinar la disponibilidad, podemos hablar de una recarga promedio de 4.5 Mm³/año). Agregando este volumen a la recarga natural antes calculada (2.5 Mm³/año), se obtiene una recarga total actual de unos 7 Mm³/año.

De todo lo anterior se desprende que existe una sobreexplotación anual de unos 8 Mm³, que esta provocando el minado gradual del almacenamiento subterráneo y el avance del agua del mar tierra adentro. A la fecha, la intrusión salina ha afectado ya a numerosas captaciones.

8 DISPONIBILIDAD

Para el cálculo de la disponibilidad del agua subterránea, se aplica el procedimiento indicado en la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000, que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales, que en la fracción relativa a las aguas subterráneas establece la expresión siguiente:

Disponibilidad media anual de agua subterránea en una unidad hidrogeológica	=	Recarga total media anual	-	Descarga natural comprometida	-	Volumen anual de aguas subterráneas concesionado e inscrito en el REPDA
--	---	------------------------------	---	----------------------------------	---	--

8.1 RECARGA TOTAL MEDIA ANUAL

La recarga total media anual, corresponde con la suma de todos volúmenes que ingresan al acuífero, en forma de recarga natural más la recarga inducida, que para el acuífero *San José de Guaymas*, en el Estado de Sonora es de 4.5 Millones de metros cúbicos por año (Mm³/año).

8.2 DESCARGA NATURAL COMPROMETIDA

La descarga natural comprometida, se cuantifica mediante medición de los volúmenes de agua procedentes de manantiales o de caudal base de los ríos alimentados por el acuífero, que son aprovechados y concesionados como agua superficial, así como las salidas subterráneas que deben de ser sostenidas para no afectar a las unidades hidrogeológicas adyacentes. Para el acuífero *San José de Guaymas*, en el Estado de Sonora, no existe una descarga natural comprometida.

8.3 VOLUMEN ANUAL DE AGUA SUBTERRÁNEA CONCESIONADO E INSCRITO EN EL REPDA

En el acuífero *San José de Guaymas*, en el Estado de Sonora,, el volumen anual concesionado, de acuerdo con los títulos de concesión inscritos en el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA), de la Subdirección General de Administración del Agua, al 30 de abril de 2002 es de 19,220,042 metros cúbicos por año (m³/año).

8.4 DISPONIBILIDAD DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

La disponibilidad de aguas subterráneas conforme a la metodología indicada en la norma referida, se obtiene de restar al volumen de recarga total media anual, el valor de la descarga natural comprometida y el volumen de aguas subterráneas concesionado e inscrito en el REPDA:

$$- 14,720,042 = 4,500,000 - 0 - 19,220,042$$

La cifra indica que no existe volumen disponible para nuevas concesiones en la unidad hidrogeológica denominada acuífero *San José de Guaymas*, en el Estado de Sonora.

9. BIBLIOGRAFIA Y REFERENCIAS

Este documento se elaboró utilizando el estudio

“Interpretación de Datos y Determinación del Potencial Actual del Acuífero en la Costa de Guaymas, Son.”, (1975), Técnicas Modernas de Ingeniería, S. A., (TMI).