



SUBDIRECCIÓN GENERAL TÉCNICA
GERENCIA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

**ACTUALIZACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD MEDIA ANUAL DE
AGUA EN EL ACUÍFERO CAMPO TOPO CHICO (1910),
ESTADO DE NUEVO LEÓN**

CIUDAD DE MÉXICO, 2024

CONTENIDO

1. GENERALIDADES.....	2
Antecedentes.....	2
1.1 Localización.....	2
1.2 Situación administrativa del acuífero.....	4
2. ESTUDIOS TÉCNICOS REALIZADOS CON ANTERIORIDAD	5
3. FISIOGRAFÍA.....	5
3.1 Provincia fisiográfica.....	5
3.2 Clima.....	5
3.3 Hidrografía.....	7
3.4 Geomorfología.....	7
4. GEOLOGÍA.....	8
4.1 Estratigrafía.....	8
4.2 Geología estructural.....	13
4.3 Geología del subsuelo.....	14
5. HIDROGEOLOGÍA.....	15
5.1 Tipo de acuífero.....	15
5.2 Parámetros Hidráulicos.....	16
5.3 Hidrogeoquímica y calidad del agua subterránea.....	16
6. CENSO DE APROVECHAMIENTOS E HIDROMETRÍA	16
7. BALANCE DE AGUAS SUBTERRÁNEAS.....	16
7.1 Entradas.....	16
7.1.1 Recarga natural.....	16
7.1.2 Recarga inducida.....	18
7.2 Salidas.....	18
8. DISPONIBILIDAD	18
8.1 Recarga total media anual (R).....	18
8.2 Descarga natural comprometida (DNC).....	18
8.3 Volumen de extracción de aguas subterráneas (VEAS).....	19
8.4 Disponibilidad media anual de agua subterránea (DMA).....	19
9. BIBLIOGRAFÍA	20

1. GENERALIDADES

Antecedentes

La Ley de Aguas Nacionales (LAN) y su Reglamento contemplan que la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) debe publicar en el Diario Oficial de la Federación (DOF), la disponibilidad de las aguas nacionales, en el caso de las aguas subterráneas esto debe ser por acuífero, de acuerdo con los estudios técnicos correspondientes y conforme a los lineamientos que considera la “NORMA Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015, Conservación del recurso agua- Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales”.

Esta norma ha sido preparada por un grupo de especialistas de la iniciativa privada, instituciones académicas, asociaciones de profesionales, gobiernos estatales y municipales y de la CONAGUA.

La NOM establece para el cálculo de la disponibilidad de aguas subterráneas la realización de un balance de las mismas donde se defina de manera precisa la recarga, de ésta deducir los volúmenes comprometidos con otros acuíferos, la demanda de los ecosistemas y el volumen de extracción de aguas subterráneas. Los resultados técnicos que se publiquen deberán estar respaldados por un documento en el que se sintetice la información, se especifique claramente el balance de aguas subterráneas y la disponibilidad de agua subterránea susceptible de concesionar.

La publicación de la disponibilidad servirá de sustento legal para la autorización de nuevos aprovechamientos de agua subterránea, transparentar la administración del recurso, planes de desarrollo de nuevas fuentes de abastecimiento, resolver los casos de sobreexplotación de acuíferos y la resolución de conflictos entre usuarios.

1.1 Localización

El acuífero Campo Topo Chico, definido con la clave 1910 por la Comisión Nacional del Agua, se localiza en la porción centro-occidental del estado de Nuevo León, entre los paralelos 25° 43' y 25° 49' de latitud norte y entre los meridianos 100° 19' y 100° 23' de longitud oeste, cubriendo una superficie aproximada de 25 km². Limita al norte con el acuífero El Carmen-Salinas-Victoria, al sur y este con el Área Metropolitana de Monterrey y al oeste con el Campo Durazno, pertenecientes al estado de Nuevo León (figura 1).

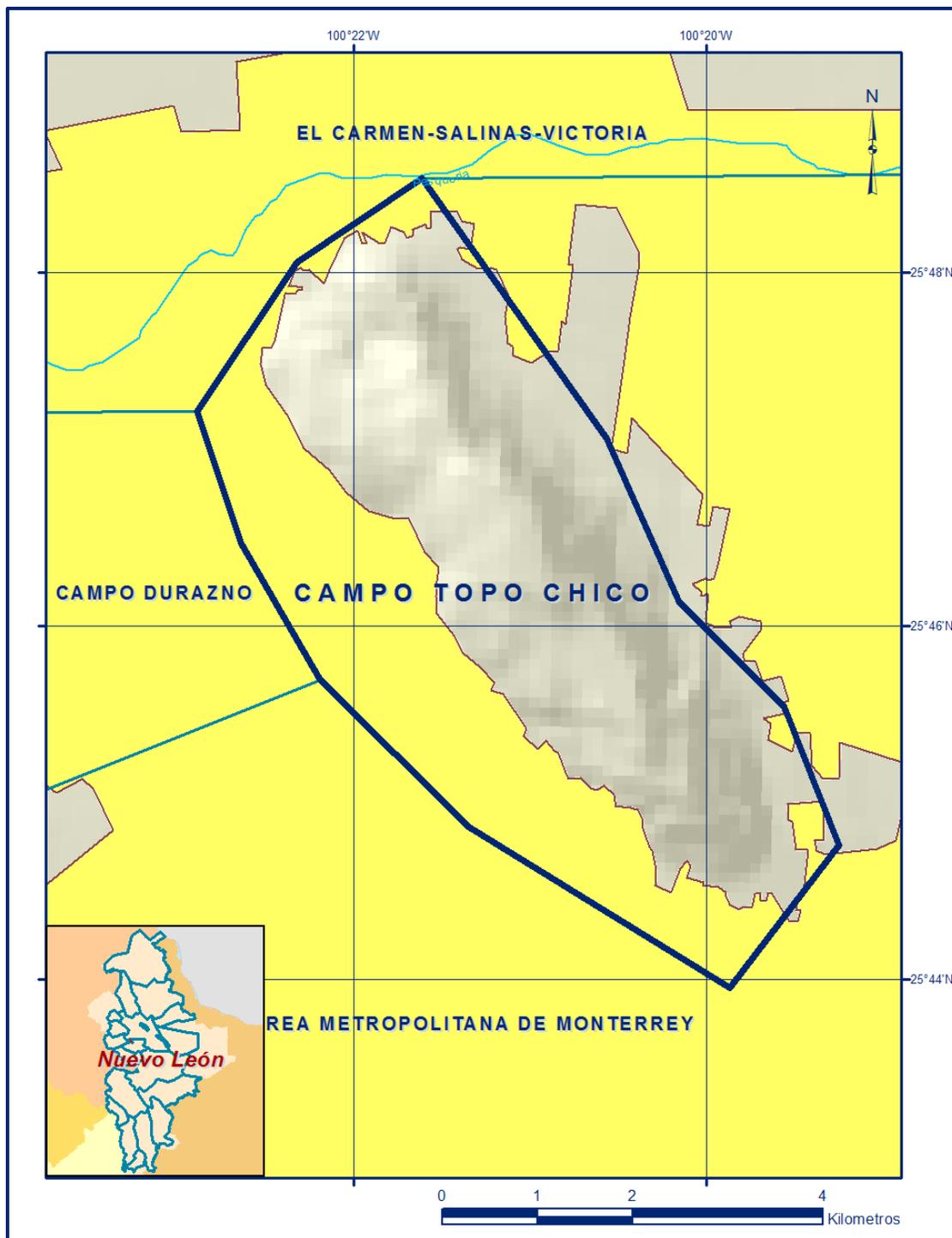


Figura 1. Localización del acuífero

La poligonal simplificada que delimita el acuífero se encuentra definida por los vértices cuyas coordenadas se muestran en la tabla 1

Tabla 1. Coordenadas geográficas de la poligonal simplificada del acuífero.

ACUÍFERO 1910 CAMPO TOPO CHICO						
VERTICE	LONGITUD OESTE			LATITUD NORTE		
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS
1	100	21	36.7	25	48	31.9
2	100	20	34.0	25	47	3.7
3	100	20	9.3	25	46	7.8
4	100	19	33.8	25	45	32.6
5	100	19	15.2	25	44	45.3
0	100	19	52.2	25	43	57.1
6	100	21	20.4	25	44	51.5
7	100	22	11.3	25	45	41.6
8	100	22	38.0	25	46	28.1
9	100	22	53.0	25	47	12.7
10	100	22	19.2	25	48	3.4
1	100	21	36.7	25	48	31.9

El acuífero Campo Topo Chico se localiza al Noroeste del Área Metropolitana de Monterrey, en el municipio de San Nicolás de los Garza, N. L. La zona en general está bien comunicada. Teniendo varias vías de acceso terrestre de primera importancia como son: La carretera federal No. 85 que comunica a la ciudad de Nuevo Laredo, Tamaulipas con la ciudad de México que bordea el flanco occidental de la sierra, desde Monterrey, Nuevo León, hasta Allende Nuevo León, la carretera Cadereyta – Allende y la carretera Monterrey - Matamoros que pasa cerca del extremo norte de la sierra con rumbo E-W.

También tiene la ruta del ferrocarril Monterrey – Tampico y el aeropuerto internacional de la ciudad de Monterrey, que cuenta con varias rutas de acceso a la zona metropolitana

Debido al desarrollo industrial y comercial de la zona, existe una red de caminos vecinales que comunican a los ranchos y pequeños poblados con las carreteras principales y entre sí.

1.2 Situación administrativa del acuífero

El acuífero Topo Chico está ubicado dentro de la zona de veda del Área Metropolitana de Monterrey según decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación el 17 de julio de 1951. Artículo Primero.-

Se establece por tiempo indefinido veda para el alumbramiento de aguas del subsuelo de terrenos que ocupa y circundan la ciudad de Monterrey, N. L., en una zona delimita como se indica en dicho Decreto.

Artículo Segundo: Excepto cuando se trate de alumbramientos para usos domésticos, a partir de la fecha en que este Decreto se publique en el Diario Oficial de la Federación, nadie podrá efectuar nuevos alumbramientos de aguas del subsuelo en la zona vedada, sin previo permiso escrito de la Secretaría de Recursos Hidráulicos, la que solo expedirá en los casos en que los estudios correspondientes se deduzca que no se causarán los daños que con el establecimiento de la veda tratan de evitarse.

De acuerdo con la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua 2024, el acuífero se clasifica como zona de disponibilidad 2.

En el Campo Topo Chico fueron perforados 12 pozos para uso Público Urbano y uno para uso industrial, por lo que los usuarios son: el Organismo Operador Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey y la Compañía embotelladora Coca Cola.

2. ESTUDIOS TÉCNICOS REALIZADOS CON ANTERIORIDAD

Ingenieros Consultores y Proyectistas (CIEPS). 1968: Estudio Geohidrológico de Acuíferos Regionales en Calizas, Zona Monterrey, SRH, CAPM. PLANIMEX INGENIEROS CONSULTORES, 1977. Abastecimiento de Agua al Área Metropolitana de Monterrey, SADM. Ing. Luis Velázquez Aguirre; tesis profesional, 1985. Estudia los acuíferos regionales en Calizas, su comportamiento hidrogeológico, la ubicación del área de recarga y cuantifica la recarga mediante la formula propuesta por W. Knisel (1972).

3. FISIOGRAFÍA

3.1 Provincia fisiográfica

De acuerdo con la división Fisiográfica de la República Mexicana hecha por el Ing. Manuel Álvarez Jr. La zona queda comprendida en la porción sur de la provincia Región Montañosa de Coahuila, parte oriental de la provincia Cuenca de Parras y estribación norte de la provincia de la Sierra Madre Oriental.

3.2 Clima

Nuestra zona se encuentra en el grupo de climas secos que ocupa una mayor extensión en el país; y se caracteriza por el hecho de que la evaporación excede a la precipitación, de forma que ésta no es suficiente para mantener corrientes de agua permanentes.

La separación entre este grupo de climas y los húmedos (cálidos o templados), así como entre las variantes de climas secos (seco o estepario, y muy seco o desértico), se establece con base en relaciones algebraicas que dependen de la temperatura promedio anual y del régimen de lluvias en el año. Las regiones naturales con este tipo de clima, estepa y desierto tienen en común las temperaturas extremas, pero se diferencian entre sí por tener escasas o muy escasas lluvias.

De acuerdo a la clasificación de climas realizada por Koeppen y modificada por Enriqueta García (1964) para las condiciones de la República Mexicana, el clima de la zona tiene por su localización geográfica la combinación de los Climas Secos y Templados, que se dividen en los subgrupos siguientes: No. 3 Seco y No. 5 templados. (Carta Fisiográfica escala 1:1,000,000; hoja Monterrey).

Por lo tanto en esta zona podemos encontrar los siguientes Climas: Semicálido subhúmedo con lluvias en verano de menor humedad AcwO, Semicálido subhúmedo con lluvias escasas todo el año Acx, predominando los subtipos Semiseco muy cálido y cálido BS1(h') y Semiseco Semicálido BS1h. Respecto a la temperatura, de acuerdo a la información de las mismas estaciones, la zona es dividida por la isoterma media anual de 22° C, la cual baja su valor hacia el oeste, es decir hacia la franja que es constituida por la Sierra Madre Oriental.

La estación meteorológica más importante en la zona es la estación No.19-030 Monterrey que se localiza a una Latitud Norte de 25° 40' 58" y una Longitud Oeste de 100° 16' 18" en una altitud de 500 msnm; para el periodo de 1921 a 1995 registró una temperatura media anual de 22.1° C; la temperatura del año más frío es de 20.5° C, y la temperatura del año más caluroso 24.0° C.

La precipitación promedio anual en el periodo de 1986 a 1995 es de 587.0 milímetros, la precipitación del año más seco es de 147.4 milímetros y la precipitación en el año más lluvioso es de 1,311.3 milímetros.

La precipitación total mensual se presenta en la tabla 2. Debido a que se trata de un acuífero confinado en rocas calizas fracturadas, no se considera que la Evapotranspiración sea un factor importante en el balance de aguas subterráneas.

Tabla 2. Registro Mensual de Precipitación. Cuaderno Estadístico Municipal. INEGI 1997

Monterrey	1995	8.5	16.0	16.3	4.4	65.0	20.8	0.0	173.3	16.9	17.0	33.4	19.0
Promedio	1886-1995	15.7	16.1	18.1	30.6	45.7	66.7	53.8	78.7	147.3	70.2	27.3	16.8
Año más seco	1888	10.4	6.8	11.3	8.4	9.4	19.5	1.1	18.6	10.0	11.5	27.3	13.1
Año más lluvioso	1933	15.0	34.0	22.9	2.8	4.3	127.8	138.1	376.3	394.4	176.8	13.1	5.8

Topo Chico	1994	58.8	6.4	51.7	11.6	72.0	31.2	11.5	41.2	275.2	39.1	25.0	44.6
Promedio	1941-1995	16.6	15.0	13.0	29.6	46.0	57.7	40.6	79.8	133.5	58.0	16.3	19.9
Año más seco	1959	0.0	40.0	0.0	0.0	14.0	21.7	0.0	9.0	1.4	23.0	11.0	0.0
Año más lluvioso	1967	5.0	8.0	8.0	42.0	90.0	23.0	76.0	450.5	324.0	122.0	47.0	1.0

3.3 Hidrografía

El acuífero Topo Chico se encuentra en la Región Hidrológica 24, Río Bravo, subregión Bajo Río Bravo, cuenca del Río San Juan, la zona es drenada al Norte por el Río Pesquería y al sur por el arroyo Topo Chico.

3.4 Geomorfología

Las características geomorfológicas del relieve topográfico son resultado de los procesos evolutivos propiciados por la emersión; plegamiento y fenómenos erosivos, que debido a los diversos grados de resistencia de las rocas a la erosión, ha destacado y hecho más notable el actual relieve, cuyo modelo fue determinado principalmente por el patrón estructural. De acuerdo con esta serie de procesos, en general, los altos montañosos corresponden a plegamientos anticlinales formados por sedimentos del Cretácico, erosionados algunos en tal forma que motivan el afloramiento de sedimentos Jurásicos.

Los cantiles y accidentes más destacados que aparecen en los flancos de las estructuras están formados por calizas y areniscas, así mismo las depresiones topográficas corresponden a plegamientos sinclinales, en donde las rocas marinas plegadas y erosionables se encuentran cubiertas por irregulares depósitos de sedimentos aluviales. La región se caracteriza por la existencia de serranías aisladas, de forma cómica y alargadas, que son plegamientos anticlinales que se clavan en los extremos de sus ejes longitudinales. El origen probable de estos plegamientos se debe a efectos combinados de esfuerzos de comprensión lateral y de probable intrusión salina evidenciada con la presencia de grandes espesores de sal, yeso y evaporitas de probable edad Pre-Jurásica, existentes en el núcleo de las estructuras de los anticlinales El Durazno, Las Mitras y Topo Chico.

4. GEOLOGÍA

4.1 Estratigrafía

La columna estratigráfica que aflora en el área representa un intervalo geológico del Jurásico superior al reciente (figura 2).

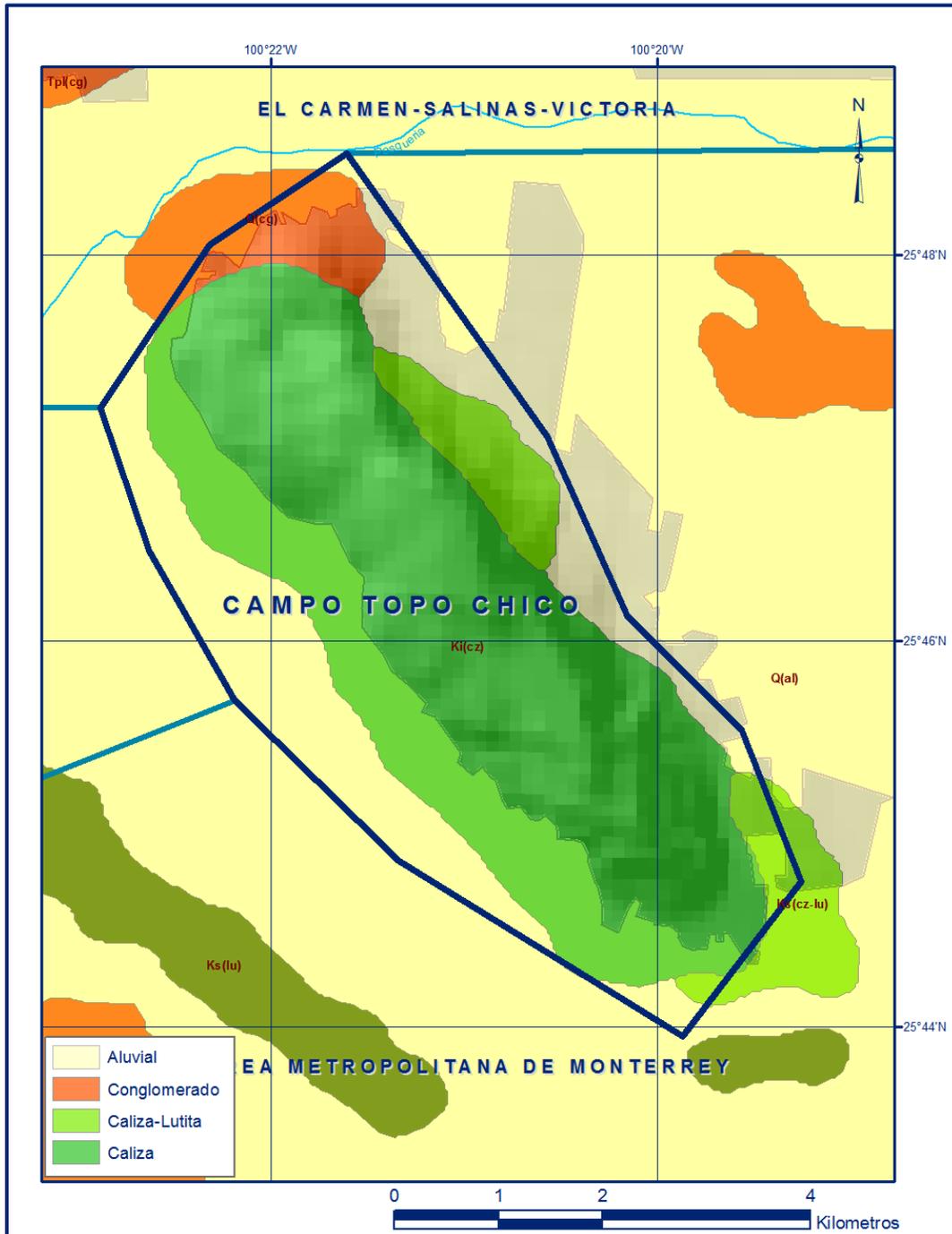


Figura 2. Mapa Geológico

La secuencia Mesozoica se inicia con el depósito de yesos, anhidrita y calizas en un medio lagunar de circulación restringida, continua con el depósito de areniscas, lutitas y calizas en un medio reductor de aguas estancadas, de poca profundidad; le siguieron calizas depositadas en aguas cálidas y transparentes, que generaron los bancos de rocas arrecifales y periarrecifales, casi sin materiales terrígenos en ambientes tanto cercanos como alejados de la costa, constituidos por una alternancia de areniscas y lutitas.

Ya en el terciario y Cuaternario, el área se encuentra emergida y expuesta a los agentes erosivos, completándose esta función con el transporte y depósito de materiales aluviales hacia las áreas bajas y la consecuente acumulación que a la fecha suma espesores promedio de 20 m.

JURÁSICO SUPERIOR

FORMACIÓN MINAS VIEJAS

Las rocas más antiguas que afloran en el área son yesos y anhidritas con intercalaciones de lutitas arcillosas y esporádicas areniscas que subyacen concordantemente a calizas de la formación Zuloaga, y en forma discordante, en algunos lugares como diapiros penetran a unidades formacionales más jóvenes del Cretácico Inferior y Superior.

Los afloramientos de estos sedimentos dentro del área, se localizan en la porción erosionada en el eje anticlinal y Potrero de García, penetrante en la formación Zuloaga y La Casita. Con base en las características litológicas de esta unidad formacional, se le considera con permeabilidad baja y alto grado de solubilidad en las rocas que le constituyen de tal forma que el agua contenida, manifestara altas concentraciones de sales.

FORMACIÓN ZULOAGA

Los sedimentos correspondientes a esta formación consisten generalmente de calizas interestratificadas con sedimentos finos de limolitas calcáreas.

Las calizas generalmente tienen una textura microcristalina en colores que varían de gris a café que intemperiza en color crema y café grisáceo, en estratos medianos a gruesos y en algunos casos de aspecto masivo que hacen difícil reconocer los planos de estratificación, en los afloramientos de esta unidad formacional es marcado el alto grado de fracturamiento y notables rasgos de disolución.

El espesor de esta formación en el área investigada es del orden de 100 m, encontrándosele aflorando a lo largo del eje del anticlinal de Villa de García.

Por sus características litológicas, rasgos de disolución y fracturamiento, se estima que la circulación del agua subterránea en esta unidad puede ser activa, no obstante, considerando que en la mayoría de los casos se le encuentra intrusionada por cuerpos de yesos y anhidritas, así mismo, el hecho que dentro del área se le utilice como conducto de absorción y dren para residuos industriales, se le considera no aprovechable.

FORMACIÓN DE LA CASITA

En el área esta unidad formacional puede dividirse en dos miembros bien definidos. El miembro inferior que esta compuesto principalmente de lutitas calcáreas carbonosas, de colores pardo, negro y gris oscuro y lutitas arenosas. En varios horizontes las lutitas contienen concreciones redondeadas a ovoides, de caliza gris obscura a densa. El miembro superior esta compuesto de una interestratificación de areniscas, calizas arenosas, lutitas areno - carbonosas y capas de conglomerados constituidos por guijarros. Es importante hacer notar que esta formación presenta cambios litológicos bruscos, tanto verticales como horizontales así como variaciones en sus espesores. En el área, el espesor de esta formación varía de 600 a 700 m, encontrándosele aflorado en el núcleo de los anticlinales de Potrero Chico y Potrero de García. Esta formación y la superyacente Formación Taraises constituyen una barrera impermeable entre los sedimentos permeables del jurásico con los del Cretácico Inferior.

CRETÁCICO

FORMACIÓN TARAISES

Esta formación se encuentra constituida en su parte inferior, por calizas de color gris claro de estratificación delgada a media con intercalaciones menores de lutitas de color gris claro con incremento de estas intercalaciones hacia la base. La parte media consiste de estratos delgados de calizas de color gris claro con intercalaciones de lutitas gris pardo, que intemperiza el color café, conteniendo fragmentos de amonitas. La parte superior consiste en calizas de color gris, en estratos delgados y medianos que intemperiza a gris claro interestratificada en forma irregular con lutitas de color crema y gris.

Dentro del área el espesor de la formación varía de 400 a 500 m, encontrándose ampliamente expuesta en los anticlinales de Potrero Chico y Potrero de García. Por las características litológicas de esta unidad formacional se le considera como confinante basal del acuífero emplazado en sedimentos de la formación Cupido.

FORMACIÓN CUPIDO

El contacto entre esta unidad formacional y la formación Taraises es muy notable. Litológicamente, dentro del área, la formación Cupido se encuentra constituida por calizas grises en estratos gruesos, con concreciones de pirita, módulos silíceos y diversas alternancias de bancos de caliza arrecifales con alto porcentaje de rudistas, en toda el área expuesta, se presenta muy fisurada y frecuentemente manifiesta marcados rasgos de karsticidad, ejemplo de ello se refleja en las grandes cavernas de disolución conocidas como Grutas de García; el espesor de la formación varía entre 500 y 800 m, encontrándose ampliamente expuesta en los flancos de las estructuras de Potrero de García, Potrero Chico.

Los Muertos y parte Central del anticlinal de las Mitras. Desde el punto de vista de permeabilidad y capacidad de almacenamiento de agua se considera que constituye el acuífero principal hasta la fecha comprobado dentro del área del acuífero.

FORMACION LA PEÑA

Esta unidad geológica se encuentra incluida dentro de las formaciones de mayor extensión geográfica del noreste de México, diferenciándose como un intervalo arcilloso que descansa concordantemente sobre la formación Cupido y subyacente en igual forma a la formación Aurora.

En el área la formación la Peña esta integrada por estratos alternados de lutitas y calizas de poco espesor, con nódulos de sílice y concreciones de pirita, cronológicamente se considera pertenece al Aptiano Superior encontrándose aflorado en los flancos de los anticlinales de Potrero de García, Potrero Chico, Las Mitras y flanco Norte del anticlinal de Los Muertos, con un espesor de 30 a 50 m. Por sus características litológicas y faunísticas que hacen fácilmente identificable, esta formación constituye un horizonte índice en el campo y en las perforaciones.

Aún cuando por su carácter arcilloso esta unidad debiera considerarse como confinante, debido a su poco espesor, en la zona no constituye una barrera de separación entre el acuífero Aurora-Cupido.

FORMACION AURORA

Esta formación en el área refleja gran similitud con las características de la formación Cupido, encontrándosele constituida por calizas microalcalinas de color gris claro en estratos de espesor medio a grueso tendiendo a adelgazarse en el contacto con la formación Cuesta del Cura. En general en todos los afloramientos se hacen notables los fenómenos de disolución, así mismo es muy marcado el fracturamiento, manifestándose en dos sistemas perpendiculares entre sí, dándole un aspecto lajoso que obscurece en parte su estratificación. El espesor medio de esta formación es de 320 m, encontrándosele aflorado en los anticlinales de las Mitras, El Durazno, Potrero de García, Potrero Chico y Los Muertos. Las calizas de la formación Aurora constituyen uno de los acuíferos principales hasta la fecha explorados en el área.

FORMACION CUESTA DEL CURA

Sobreyaciendo concordantemente a la formación Aurora, se encuentra la formación Cuesta del Cura. Esta unidad esta constituida por calizas microcristalinas de color gris a negro en estratos delgados a medios, y esporádicamente presenta interestratificaciones de lutitas y limolitas, la característica más notable es la presencia de Nódulos y Lentes de pedernal negro, tiene un espesor que varía de 50 a 150 m, y su contacto con la formación Aurora es transicional.

En el área, se le encuentra aflorando en las porciones medias a inferiores de los flancos anticlinales de Potrero de García, Potrero Chico, Las Mitras, El Durazno y Los Muertos Debido a su carácter litológico y fracturamiento, esta formación, se le considera como integrante del acuífero emplazado en las rocas calcáreas del Cretácico de la zona.

FORMACIÓN INDIDURA

Esta unidad formacional, dentro del área presenta características litológicas muy variables, en que intertemperiza en amarillo y pardo. Calizas arcillosas y calizas gris pardo en capas delgadas, con predominancia de lutitas hacia unos sitios y en otros sobresalen los cuerpos de calizas.

El espesor de esta formación se estima que es superior a los 500 m, y de acuerdo con su constitución litológica, se considera como impermeable y confinante del acuífero emplazado en las formaciones Aurora y Cupido.

FORMACION PARRAS

Los afloramientos estudiados de esta unidad formacional consisten en una serie de lutitas calcáreas y carbonaceas de color gris oscuro a negro, que intemperizan, en tonalidades de color pardo a verde amarillento, estratificadas en capas delgadas, en alternancia con láminas delgadas de limolitas color amarillo ocre, hacia la cima de esta unidad es notable la presencia de vetillas de yeso, el contacto con la formación difunta se define solamente por un leve cambio de coloración de intemperismo. El espesor promedio de esta unidad formacional en el área es del orden de 1050 m La naturaleza arcillosa de esta formación le resta importancia para los fines del presente estudio, considerándosele como confinante.

CENOZOICO CONTINENTAL

Estos sedimentos de origen continental están constituidos por acumulación de clásticos calcáreos presentándose perfectamente bien cementados por material calcáreo y caliche, normalmente se encuentran cubriendo discordantemente a las formaciones sedimentarias y se presentan como afloramientos aislados o bloques resistentes a la erosión en las partes altas de las estructuras anticlinales de la zona.

La edad tentativa de estos sedimentos es del terciario superior, considerando su posición estratigráfica. Desde el punto de vista geohidrológico se les considera como acuíferos locales con poco potencial de producción.

RECIENTE

Estos depósitos están representados por rellenos aluviales constituidos por gravas, arenas limos y arcillas mezclados en distintas proporciones y cubriendo a las formaciones marinas en los valles y como abanicos en los flancos de las estructuras. Estos materiales constituyen acuíferos locales de permeabilidad muy variable dependiendo de la relación de arcilla, arenas, gravas o clásticos gruesos.

4.2 Geología estructural

Las estructuras que se encuentran en el área son consecuencia de los efectos orogénicos de la Revolución Laramide, ocurrida a fines del Cretácico y a principios del Terciario. Esta orogenia plegó intensamente los sedimentos marinos del Cretácico y Jurásico mediante efectos compresionales del Sur, ocasionando que la mayoría de los anticlinales y sinclinales formados sufrieran recostamiento hacia el Norte y adoptaran una dirección predominante E a W. Con las evidencias observadas se infiere que el origen de los plegamientos estuvo influenciado también por la intrusión de cuerpos salinos presentes en algunas estructuras.

Posterior a la etapa de esfuerzos orogénicos compresionales, la región entró en un período de ajuste siostático, lo que motivó el fracturamiento y fallamiento normal al rumbo de las estructuras.

En esta forma el área se distribuye ocupando parte de las unidades geotectónicas de la provincia de plegamientos marginales y la cuenca sedimentaria de Parras.

FAJA DE PLEGAMIENTOS MARGINALES: A esta unidad tectónica pertenecen las estructuras anticlinales alargadas o cóncava que forman las serranías relativamente aisladas que se localizan en la porción Oriental del área.

La característica general de este grupo de estructuras es que en las proximidades al borde de la Paleopenínsula de Coahuila al poniente, los plegamientos son muy pronunciados en sus flancos que incluso en algunos casos tienen la recumbencia y hacia el oriente, gradualmente las inclinaciones de los echados son menos pronunciadas.

CUENCA DE PARRAS: En forma general se distribuye entre el frente de los pliegues de la Cordillera y la Plataforma de Coahuila; en su estructura general se caracteriza por encontrarse atravesada de Oriente a poniente por una serie de pliegues sinuosos orientados al Oeste-Noroeste, los cuales tienen su flanco norte más inclinado y están generalmente recostados al Norte.

Hacia fines del Cretácico se depositó en la antefosa, junto con lodos calcáreos, una enorme cantidad de arena, a la vez que la antefosa se hundía rápidamente, dando así origen a la acumulación de grandes espesores, de orden de 6000 m, de sedimentos que dieron lugar a las formaciones Parras y Difunta.

4.3 Geología del subsuelo

En la tabla 3 se muestran los cortes litológicos de los principales pozos, y como se puede apreciar, se trata de un acuífero emplazado en fracturamiento de rocas calizas de edad cretácica inferior, confinado por formaciones de lutitas y calizas arcillosas del cretácico superior (confinante superior) y calizas compactas de la formación Taraises como basamento o confinante inferior.

Tabla 3. Cortes litológicos

Pozo	Profundidad (m)		Formación
	de	a	
TOPO CHICO 4	0	30	Aluvión
	30	100	Indidura
	100	325	Aurora
	325	350	La Peña
	350	510	Cupido
TOPO CHICO 5	0	65	Aluvión
	65	520	Indidura
	520	690	Aurora
	690	730	La Peña
	730	860	Cupido
TOPO CHICO 9	0	30	Aluvión
	30	50	Indidura
	50	205	Aurora
	205	215	La Peña
	215	1009	Cupido
TOPO CHICO 10	0	240	Indidura
	240	400	Aurora

Como se puede apreciar en los cortes litológicos, se trata de un acuífero emplazado en fracturamiento de rocas calizas de edad cretácica inferior, confinado por formaciones de lutitas y calizas arcillosas del cretácico superior (confinante superior) y calizas compactas de la formación Taraises como basamento o confinante inferior.

5. HIDROGEOLOGÍA

5.1 Tipo de acuífero

El acuífero está conformado por las calizas de las formaciones Cupido y Aurora, del Cretácico Inferior. Este acuífero se encuentra confinado por rocas impermeables del Cretácico superior, por la Formación Indidura que cubre conjuntamente con el aluvión de la edad reciente los horizontes superficiales del acuífero y por otra parte, se encuentra sobrepuesto a las rocas impermeables de la Formación Taraises de la edad del Cretácico inferior y La Casita de edad Jurásica.

5.2 Parámetros Hidráulicos

De la interpretación de las pruebas de bombeo, se obtienen los siguientes valores mostrados en la tabla 4. Se observa, valores de trasmisividad muy variables debido al errático comportamiento del fracturamiento de las calizas

Tabla 4. Valores de las pruebas de bombeo.

POZO	T (m ² /día)	Qs (lps/m)
Topo Chico 3	350	4.3
Topo Chico 4	160	1.6
Topo Chico 5	163	1.16
Topo Chico 9	24	0.75

5.3 Hidrogeoquímica y calidad del agua subterránea

El agua del acuífero Topo Chico es de tipo sulfurada cálcica.

6. CENSO DE APROVECHAMIENTOS E HIDROMETRÍA

En el Campo Topo Chico fueron perforados 12 pozos para uso Público Urbano y uno para uso industrial, actualmente solo el pozo de uso industrial opera, ya que el organismo operador Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey, decidió dejar de utilizarlos debido a la calidad del agua.

7. BALANCE DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

7.1 Entradas

7.1.1 Recarga natural

Para la estimación de la recarga natural, en su Tesis del Ing. Luis Velázquez Aguirre utiliza la fórmula propuesta por W. Kniesel, donde la recarga está expresada como una función de la precipitación:

$$R = 122.61 p^2$$

$$5843 + p^2 \quad ; R \text{ (mm), Lámina de recarga.}$$

$$P \text{ (mm) precipitación efectiva (mayor que 6.5 mm/día)}$$

Para el acuífero Topo Chico se analizaron los datos de precipitación efectiva en el período 1994– 1998. El área de recarga considerada corresponde a 30 km² de afloramientos de calizas de las formaciones Aurora y Cupido del Cretácico inferior, que se presentan en el flanco oriental del anticlinal de Las Mitras y el flanco occidental del anticlinal Topo Chico.

Cálculo del volumen de recarga

Año	P (mm)	p ² (mm)	R (mm)	R (m)	Área (km ²)	Volumen de Recarga hm ³ /año
1994	247.8	61404.84	111.96	0.1120	30.00	3.4
1995	262.9	69116.41	113.05	0.1131	30.00	3.4
1996	426.9	182243.61	118.80	0.1188	30.00	3.6
1997	493.9	243937.21	119.74	0.1197	30.00	3.6
1998	345.9	119646.81	116.90	0.1169	30.00	3.5
Promedio						3.5

Del cálculo anterior obtenemos el volumen de recarga al acuífero en Calizas que es del orden de 3.5 hm³. Este volumen corresponde a Recarga total media anual = 3.5 hm³/año.

El uso de una fórmula empírica se debe a que la recarga de este sistema de aprovechamientos se manifiesta en forma escalonada ya que los acuíferos se encuentran interconectados por el contacto de sus formaciones y que hacen que los niveles del agua tengan una dinámica que por una parte se ha observado una recuperación gradual a causa de la recarga y además una sensible influencia de cada acuífero por la explotación y abatimiento del que se localiza aguas arriba. La anterior característica de operación de este sistema, representa una dificultad en la estimación de su comportamiento.

Estudios geohidrológicos para la cuantificación de la recarga con base en la lámina de lluvia, han determinado que el área de calizas acuíferas que afloran en las partes altas y que constituyen las zonas de alimentación y recarga, funcionando como un acuífero libre de captación, tiene un área estimada de 450 km² y que la infiltración del agua de lluvia se conduce a la porción donde las calizas de encuentran confinadas por la formación impermeables superiores e inferiores formando el acuífero a presión del Campo Buenos Aires.

La estimación de la lámina de recarga en función de la precipitación se determina con la fórmula de Knisel (1972).

7.1.2 Recarga inducida

En la zona no existen factores que aporten recarga diferente a la natural.

7.2 Salidas

No se tienen estudios donde se cuantifiquen las salidas del acuífero.

8. DISPONIBILIDAD

Para el cálculo de la disponibilidad de aguas subterráneas, se aplica el procedimiento de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015, Conservación del recurso agua-que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales; en su fracción relativa a las aguas subterráneas, menciona que la disponibilidad se determina por medio de la expresión siguiente:

$$\begin{array}{r} \text{DISPONIBILIDAD MEDIA} \\ \text{ANUAL DE AGUA DEL} \\ \text{SUBSUELO EN UN} \\ \text{ACUÍFERO} \end{array} = \begin{array}{r} \text{RECARGA} \\ \text{TOTAL} \\ \text{MEDIA} \\ \text{ANUAL} \end{array} - \begin{array}{r} \text{DESCARGA} \\ \text{NATURAL} \\ \text{COMPROMETIDA} \end{array} - \begin{array}{r} \text{EXTRACCIÓN DE} \\ \text{AGUAS} \\ \text{SUBTERRÁNEAS} \end{array}$$

Donde:

DMA = Disponibilidad media anual de agua del subsuelo en un acuífero

R = Recarga total media anual

DNC = Descarga natural comprometida

VEAS = Volumen de extracción de aguas subterráneas

8.1 Recarga total media anual (R)

La recarga total media anual que recibe el acuífero (R), corresponde con la suma de todos los volúmenes que ingresan al acuífero. Para este caso, su valor es de **3.5 hm³/año**, todos ellos son de recarga natural.

8.2 Descarga natural comprometida (DNC)

La descarga natural comprometida se determina sumando los volúmenes de agua concesionados de los manantiales y del caudal base de los ríos que está comprometido como agua superficial, alimentados por el acuífero, más las descargas que se deben conservar para no afectar a los acuíferos adyacentes; sostener el gasto ecológico y prevenir la migración de agua de mala calidad hacia el acuífero.

Para este caso, su valor es de **DNC = 0.0 hm³ anuales**.

8.3 Volumen de extracción de aguas subterráneas (VEAS)

La extracción de aguas subterráneas se determina sumando los volúmenes anuales de agua asignados o concesionados por la Comisión mediante títulos inscritos en el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA), los volúmenes de agua que se encuentren en proceso de registro y titulación y, en su caso, los volúmenes de agua correspondientes a reservas, reglamentos y programación hídrica, todos ellos referidos a una fecha de corte específica.

En el caso de los acuíferos en zonas de libre alumbramiento, la extracción de aguas subterráneas será equivalente a la suma de los volúmenes de agua estimados con base en los estudios técnicos, que sean efectivamente extraídos, aunque no hayan sido titulados ni registrados, y en su caso, los volúmenes de agua concesionados de la parte vedada del mismo acuífero. Para este acuífero el volumen de extracción de aguas subterráneas es de **3,236,663 m³ anuales**, que reporta el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA) de la Subdirección General de Administración del Agua, a la fecha de corte del **30 de diciembre de 2022**.

8.4 Disponibilidad media anual de agua subterránea (DMA)

La disponibilidad de aguas subterráneas, constituye el volumen medio anual de agua subterránea disponible en un acuífero, al que tendrán derecho de explotar, usar o aprovechar los usuarios, adicional a la extracción ya concesionada y a la descarga natural comprometida, sin poner en peligro a los ecosistemas. Conforme a la metodología indicada en la norma referida anteriormente, se obtiene de restar al volumen de recarga total media anual, el valor de la descarga natural comprometida y el volumen de extracción de aguas subterráneas.

$$\begin{aligned} \text{DMA} &= R - \text{DNC} - \text{VEAS} \\ \text{DMA} &= 3.5 - 0.0 - 3.236663 \\ \text{DMA} &= 0.263337 \text{ hm}^3/\text{año} \end{aligned}$$

El resultado indica que existe un volumen disponible para otorgar nuevas concesiones de **263,337 m³ anuales**.

9. BIBLIOGRAFÍA

Ingenieros Consultores y Proyectistas (CIEPS). 1968: Estudio Geohidrológico de Acuíferos Regionales en Calizas, Zona Monterrey, SRH, CAPM.