



IV.- MARCO GEOLOGICO, FISIOGRAFICO, OROGRAFICO Y HIDROGRAFICO

IV.1.- MARCO GEOLOGICO

En el Estado de Hidalgo se han realizado diversos estudios geológicos. Los más antiguos fueron elaborados por Mullerried (1850) donde mostró algunas características fisiográficas y geológicas. Así mismo durante la exploración petrolera se realizaron estudios por algunas compañías inglesas, en la zona de Chicontepec, Veracruz (N. Jahr, 1884) donde se describen y hacen algunas consideraciones de índole petrolero para esta región (CRM, 1992).

Por un potencial económico, la región mas estudiada en el estado ha sido la de Pachuca-Real del Monte de donde se conocen trabajos desde 1855 (CRM, 1992). Recurrentemente otras instituciones han realizado estudios y mapas de la región. Para elaborar el mapa geológico del Estado, se tomaron como base la cartografía de la Secretaria de la Defensa Nacional, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática y del Instituto de Geología, UNAM, e información de regiones estudiadas con mayor detalle por el Consejo de Recursos Minerales (CRM, 1992).

En el Estado de Hidalgo se representa un basamento de rocas metamórficas precámbricas, en discordancia a una potente secuencia de rocas sedimentarias paleozoicas. Rocas sedimentarias mesozoicas del Triásico-Jurásico y Cretácico, sobreyacen, en discordancia angular, a las rocas anteriores cubiertas por rocas cenozoicas, que en su base son marinas, y en su cima presentan rocas volcánicas, de composición andesítica y basáltica (Figura 6) (CNA, 2004).



Con respecto a el acuífero se encuentran rocas sedimentarias del Mesozoico y Cenozoico, al igual que rocas ígneas extrusivas cenozoicas (Figura 7) (CRM, 1992).

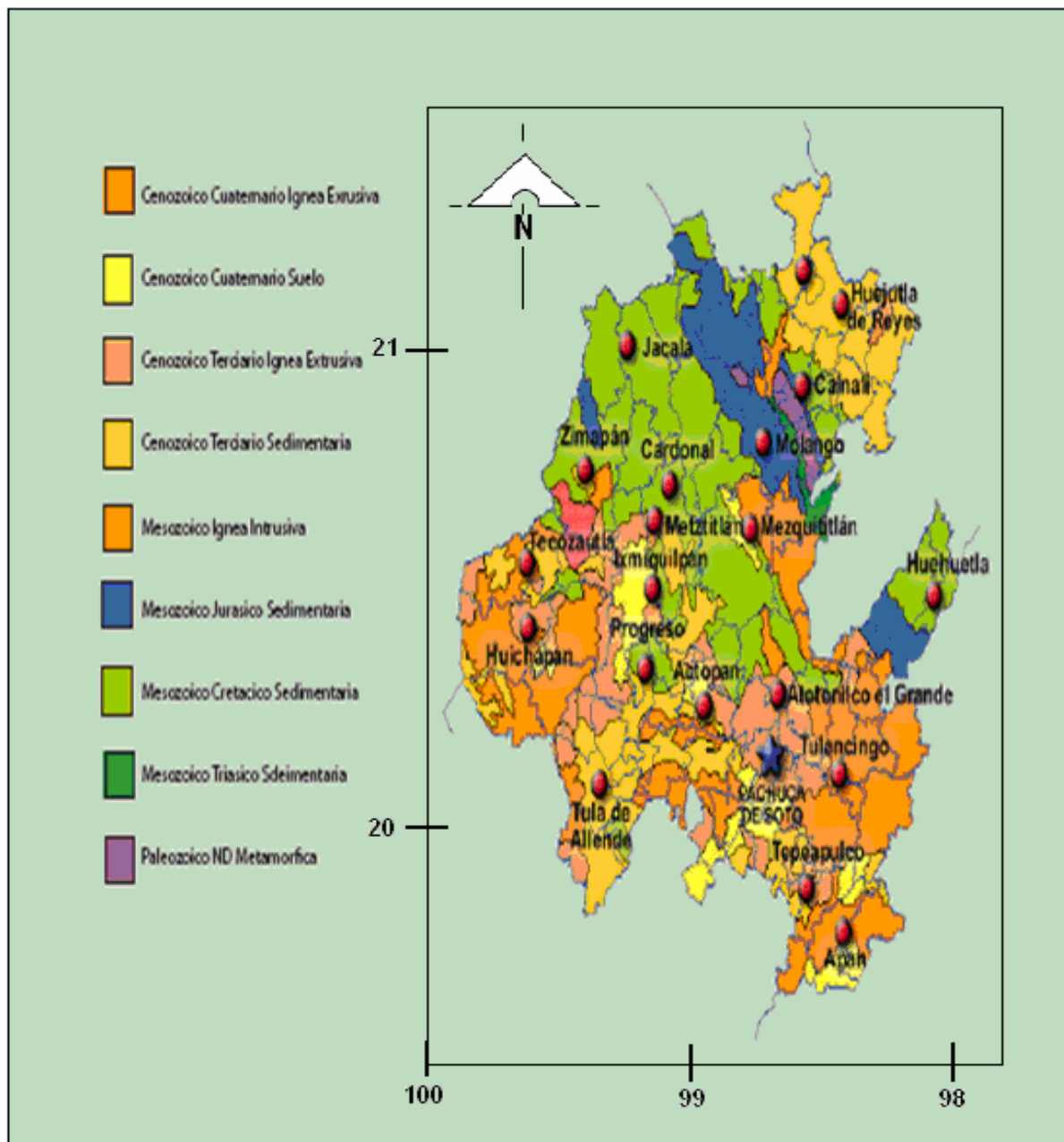
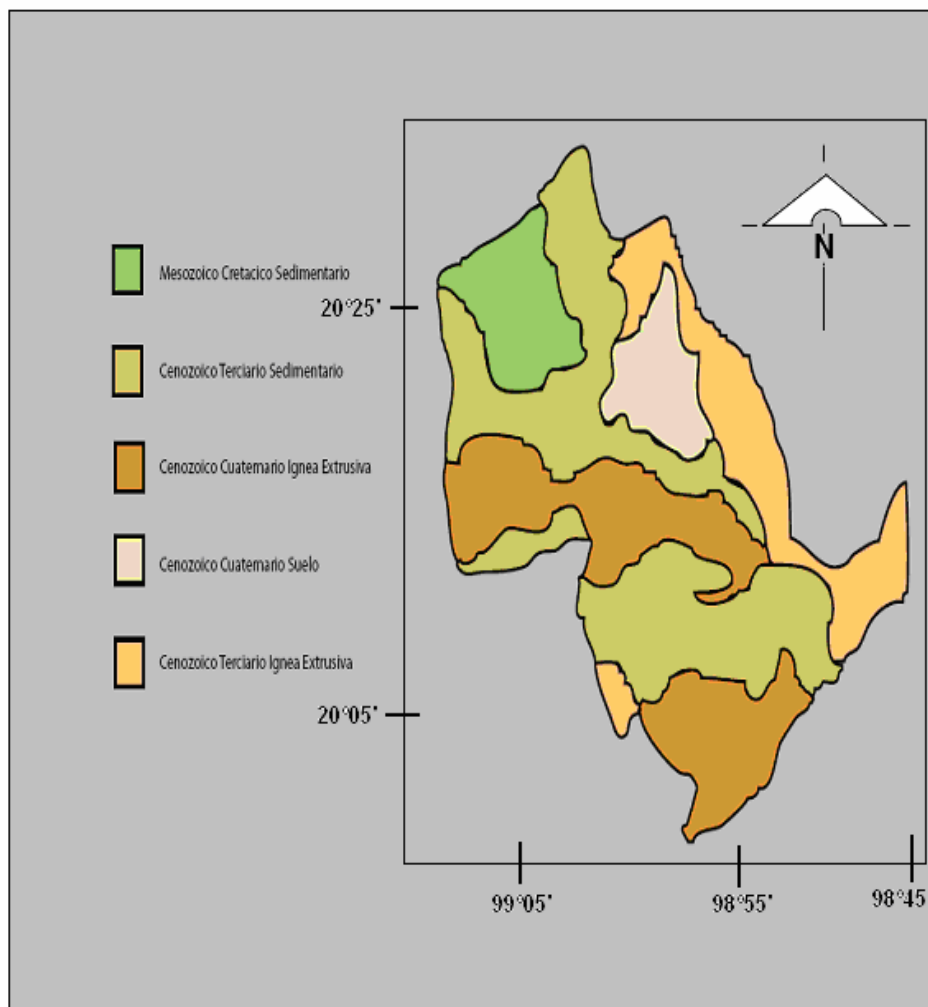


Figura 6, Geología del Estado de Hidalgo (Modificado INEGI, 2000)



**Figura 7, Clasificación geológica del acuífero en estudio
(Modificado de INEGI 2000)**



IV.2.- ESTRATIGRAFIA.

En el área de estudio, se localizan afloramientos de rocas sedimentarias marinas, ígneas extrusivas, escasas rocas intrusivas, así como sedimentarias continentales que en conjunto abarcan del Cretácico Inferior al Reciente. (CRM, 1995)

Los sedimentos presentan abundantes fragmentos de rocas volcánicas transportadas y alineadas, conforme a la dirección de la corriente, además de areniscas, conglomerados, arcillas y calizas lacustres.

En el Cuaternario tuvieron lugar abanicos aluviales, de composición calcarea ampliamente distribuidos en el área estudiada. Su granulometría varía desde bloques hasta arenas y gravas empacadas en una matriz limosa. Presentan buena permeabilidad, ayudando a la recarga de los acuíferos (Figura 8).

DESCRIPCION DE LAS PRINCIPALES FORMACIONES

Formación El Doctor

Las rocas del Cretácico Inferior, están representadas por calizas de la Formación El Doctor. Ampliamente distribuidas en el área, se caracterizan por la presencia de oquedades, agujeros de disolución y fracturación la cual les otorga una alta permeabilidad, funcionando como zonas altamente receptoras de carga a la vez que se encuentran buenos acuíferos. El ambiente de depósito es de plataforma abierta. Algunos pozos perforados en esta unidad estratigráfica denotan alta productividad y rendimiento. (Segestrom 1957).



Algunos estudios indican que la formación aflora entre Apaxco y Tula en el estado de Hidalgo. Se caracteriza por facies calcáreas, constituidas por calizas mudstone en capas delgadas con nódulos y lentes de pedernal e intercalaciones locales de lutitas (Vázquez-Sánchez y Jaimes-Palomera, 1989).

Formación Méndez

Durante el Cretácico Superior, tuvo lugar la formación de sedimentos terrígenos identificados como la Formación Méndez, que descansan sobre la Formación El Doctor. Su constitución arcillosa le confiere una baja permeabilidad, funcionando como confinante superior de los acuíferos de la Formación El Doctor (Segestrom, 1957)

Esta Formación aflora al sur de la sierra del Chichinautzin y al noreste de la cuenca de México.

Grupo El morro

Durante el Cretácico Inferior y específicamente en el Eoceno se presenta, en forma discordante sobre las formaciones anteriores. Comúnmente de un conglomerado fuertemente cementado, constituidos por fragmentos de calizas y basaltos en una matriz arcillosa (Segestrom, 1957).

La mayor parte de las rocas terciarias posteriores están constituidas por derrames de lava, brechas con composición riolitaca a andesitita.



Grupo Pachuca

Las rocas ígneas extrusivas consisten de una secuencia de emisiones piroclásticas, de composición andesítica principalmente, y clasificadas estratigráficamente como Grupo Pachuca, cuya formación corresponde al Oligoceno-Mioceno del Terciario

Grupo constituido por derrames de lava, brechas que van desde composición riolítica, andesítica hasta dacítica, También se observan diques, que en ocasiones presentan mineralización asociada. Cabe resaltar que las principales mineralizaciones se encuentran dentro de este grupo (Geyne, Fries, Segestrom, Black y Wilson, 1963).

Grupo Tarango y Zumate

La formación Tarango es una secuencia comprendida del Plioceno al Cuaternario. Aflora en el área del valle y las laderas bajas de las montañas perimetrales, descansando principalmente sobre sedimentos del Cretácico. Estas rocas consisten de depósitos sedimentarios de origen fluvial, intercaladas con materiales volcánicos.

Estas formaciones se pueden considerar en un conjunto, compuesto por tobas, conglomerados, gravas volcánicas de origen fluvial y capas delgadas de pómez. Presentan entre alta y media permeabilidad y funcionan como rocas transmisoras del agua infiltrada hacia formaciones más profundas. (Schlaepfer, 1968).

Otras formaciones cenozoicas presentes en la región son diferentes a los sedimentos de la Formación Tarango. Encontrándose constituidos por conglomerados, arena y arcillas, fue elaborado por Fries, Jt , 1965, como



la Formación Atotonilco el Grande. Presenta espesores de alrededor de 500 m.

La Formación San Cristóbal constituida por un paquete de rocas maficas compuestas por derrames andesiticos y basaltos que afloran en la región de Pachuca – Real del Monte.

Cuaternario.

El Cuaternario se encuentra representado por depósitos de talud, abanicos y depósitos aluviales con distintas granulometrías, grados de compactación, sedimentación y algunos derrames basalticos y andesiticos.



SIMBOLOGÍA CUATERNARIO

Qal	ALUVIAL
QB	BASALTO

TERCIARIO SUPERIOR

TpCg-Ar	CONGLOMERADOS ARENISCAS
TsBv-Da	BRECHA VOLCÁNICA DACÍTICA
TsRd	RIODACITAS
TsAs-Da	TOBA ANDESÍTICA DACÍTICA
TsBvA-Da	BRECHA VOLCÁNICA ANDESÍTICA A DACÍTICA
TsA	ANDESITA

INFERIOR

TIR	RIOLITA
TiCgp	CONGLOMERADO POLIMÍCTICO

CRETÁCICO SUPERIOR

KsLu-Ar	LUTITA-ARENISCA
---------	-----------------

INFERIOR

KiCz(1)	CALIZA
KiCz(2)	CALIZA

COLUMNA GEOLÓGICA

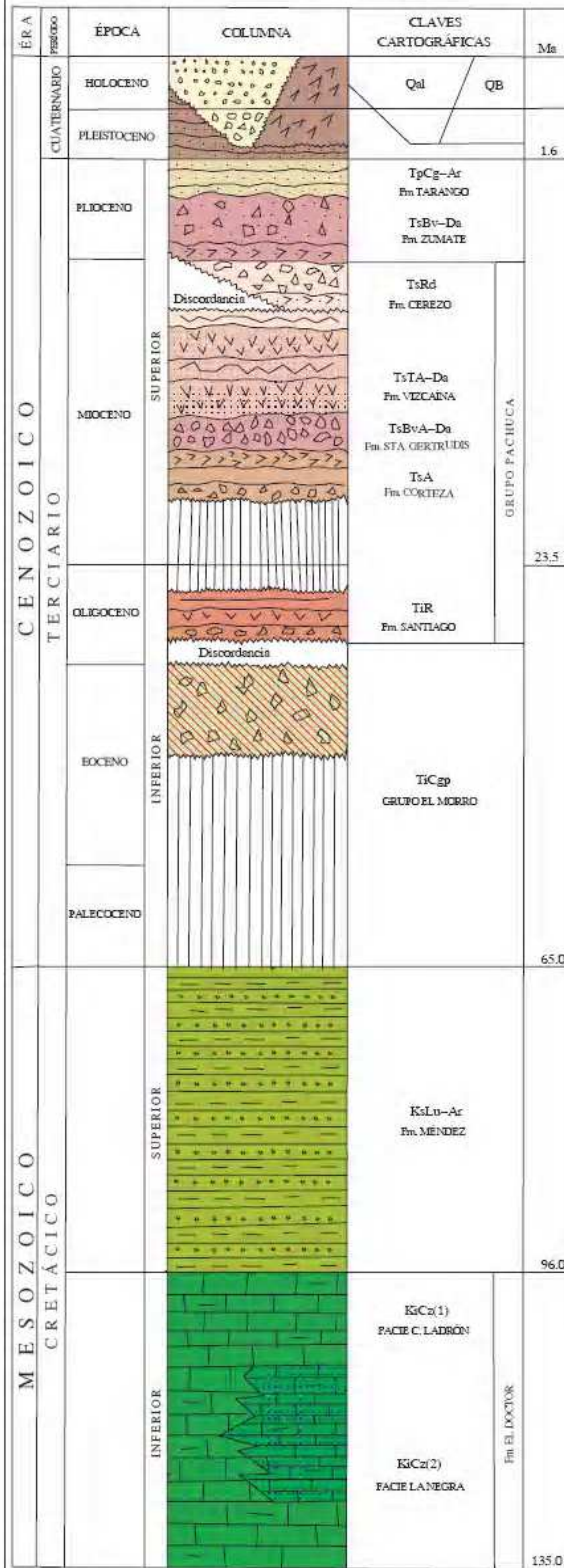


Figura 8, Columna geológica (CRM 1995)



IV.3.- MARCO FISIOGRAFICO

La región de estudio esta ubicada en las provincias fisiográficas denominadas Eje Neovolcánico y Sierra Madre Oriental. La primera formando amplios valles dividido por sierras y cerros aislados constituidos por rocas ígneas intrusivas que varían en edad y rocas sedimentarias marinas en la porción de la Sierra Madre Oriental. Se desarrolló sobre estructuras geológicas deformadas del Precámbrico y Paleozoico, que subyacen a rocas Mesozoicas plegadas de diferentes tipos y orientaciones. Su carácter estructural está acentuado por pliegues complejos recostados y grandes fallas, fenómenos asociados estrechamente con la aparición de cuerpos intrusivos de diversa composición (CRM, 1992).

La actividad volcánica se manifiesta durante casi todo el Terciario, formando extensos y gruesos derrames atestiguados por numerosos conos cineríticos, mesetas de flujos piroclásticos y derrames de basalto. Algunas de estas estructuras han sido modificadas por vulcanismo explosivo (CRM, 1992).

Los sedimentos marinos del Terciario, localizados en la porción noreste del Estado. Se relacionan con la formación de la Llanura Costera del Golfo, originada por la regresión del Atlántico desde principios del Terciario y el relleno gradual de la cuenca oceánica, por medio de materiales erosionados, transportados y acumulados sobre el talud de la plataforma continental (CMR, 1992).

Deslizamientos de masas rocosas, debido al fracturamiento, han afectado los pliegues calizos de la Sierra Madre Oriental y las estructuras volcánicas de la Provincia del Eje Neovolcánico. La acción del agua forma importantes extensiones de suelos residuales y estructuras cársticas como dolinas,



cavernas y simas. Asimismo, a profundizado grandes cañones por donde drenan hacia el Golfo de México los ríos principales que cruzan la entidad como el Río Amajac y Río tula (CRM, 1992).

En el área estudiada los rasgos estructurales dominantes son evidencia de diversos eventos geológicos. El primero de carácter compresivo, empezó a fines del Cretácico y terminó a principios del Terciario, como resultado se formo constituida por rocas sedimentarias del Mesozoico, que ha sido arqueada y plegada y cuya característica principal, consiste en los grandes pliegues recumbentes y fallas inversas que afectaron a las formaciones, El Doctor y Mezcala. (CRM, 1992)

IV.4.- MARCO OROGRAFICO

Entre las principales elevaciones presentes en el municipio, se encuentran el Cerro Grande con una altitud de 2,620 m.s.n.m. ubicado entre las localidades de La Estancia y Santa María Magdalena; el Cerro Corona, con una elevación de 2,560 metros situado al sureste del municipio; el Cerro La Bandera con 2,520 metros muy próximo al municipio de Santiago de Anaya, el Cerro Plomosas y al Cerro Alto. Cuenta además con gigantescos peñascos, conocidos como los Órganos o Los Frailes (Figura 9). (CNA Gerencia de Agua Subterráneas 2004).

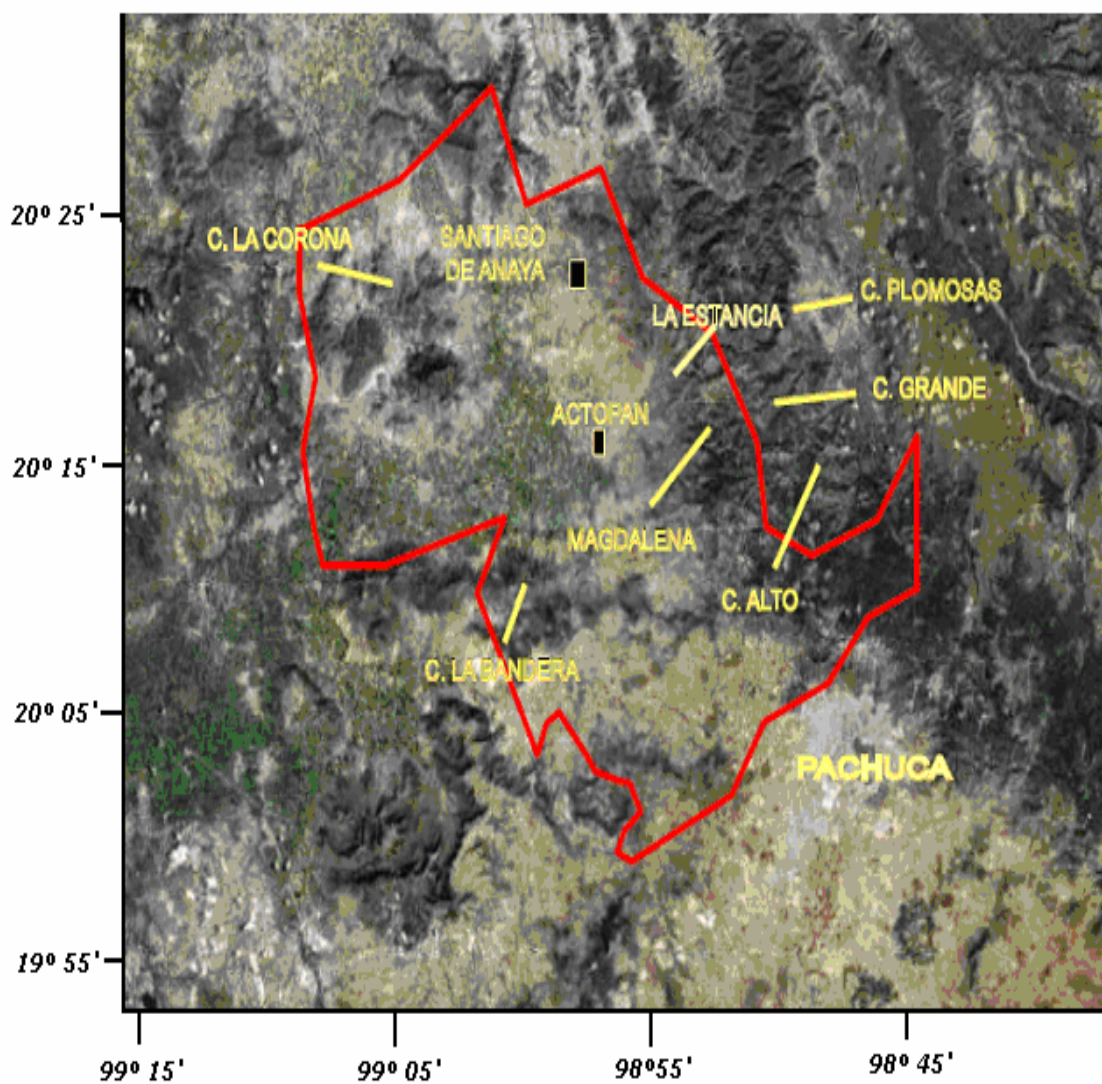


Figura 9, Orografía de la zona del acuífero Actopan Santiago de Anaya y sus alrededores (Creada por el autor)

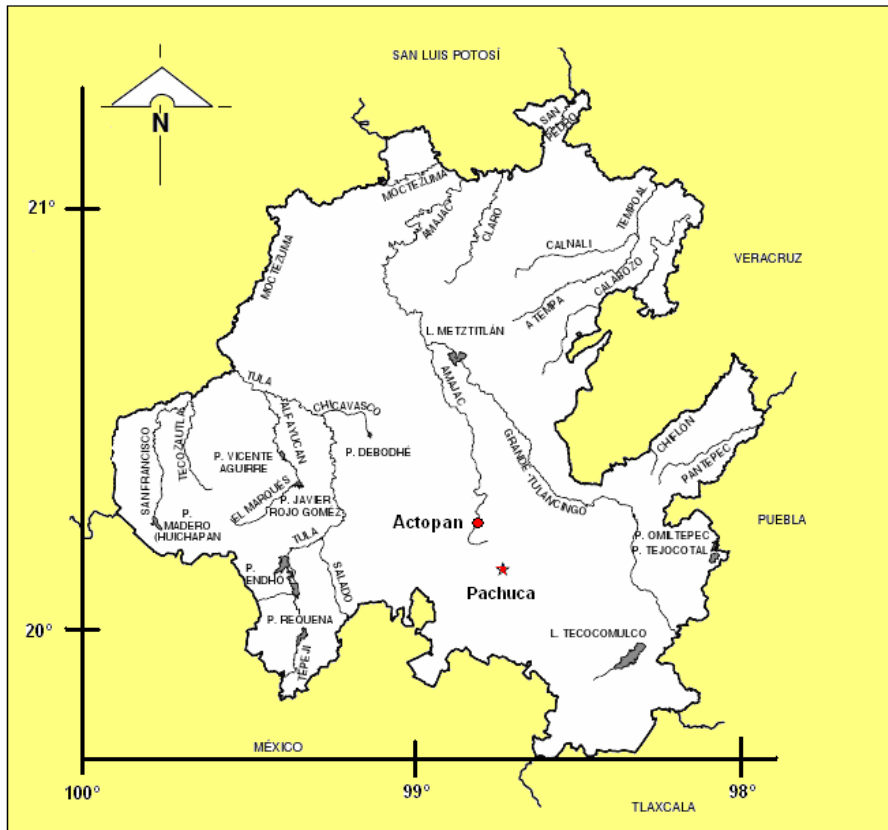


IV.5.- MARCO HIDROGRAFICO.

El acuífero en estudio, pertenece a la Región Hidrológica No.26, Parcial, del Alto Pánuco, así como a la Cuenca del río Tula, Subcuenca del río Actopan.

El río Actopan es el escurrimiento más importante que cruza la zona del acuífero en estudio, en longitud y área drenada. Es uno de los tributarios del río Tula con origen en el parteaguas común con las cuencas del río Moctezuma y del río Amajac, al norte de la del estado de Hidalgo; se inicia siguiendo un curso general hacia el poniente, hasta que cambia rumbo hacia el centro del estado, entrando al valle de Actopan, pasa por esta población a partir de la cual vuelve a cambiar de nombre por el río Actopan, tuerce rumbo noroeste para cruzar todo el valle, pasar por Santiago de Anaya y cruza una zona montañosa que divide a los valles de Actopan e Ixmiquilpan y finalmente descarga en el colector general del Valle del Mezquital (Figura 10).

La fuente más importante de agua de riego, para la región esta representada por las aguas residuales provenientes del valle de México las cuales llegan a la zona de estudio por medio de los canales: Principal Heñido, Principal Requena y alto Requena. Las aguas residuales han contaminado los suelos agrícolas, así como también a los materiales someros del subsuelo por la infiltración de excedentes de riego a nivel parcelario y de los canales de conducción y distribución, aunque el subsuelo funciona como un filtro depurador que retiene algunos de los contaminantes presentes en el agua, la contaminación grave ocurre en los primeros 15 a 30 cm. del suelo (CNA, 2004).



**Figura 10.- Principales ríos del Estado de Hidalgo. (Modificado
AEH 2005)**



IV.6.- EL ACUIFERO

En el alargado valle de Tepatepec-Actopan que se desarrolla de poniente a oriente, se distinguen dos acuíferos, uno en los materiales granulares de relleno (Acuífero Actopan-Santiago de Anaya) y otro alojado en las calizas de la Formación El Doctor, que afloran en el cerro San Miguel (Acuífero Tula-Mezquital).

El sistema de acuífero contenido en materiales de relleno incluye un acuífero superior en los materiales superficiales de relleno y un acuífero inferior en estratos más profundos del subsuelo. El primero se encuentra alternadamente con rocas ígneas fracturadas, arenas piroclásticas y tobas de menor permeabilidad que funcionan como semiconfinantes.

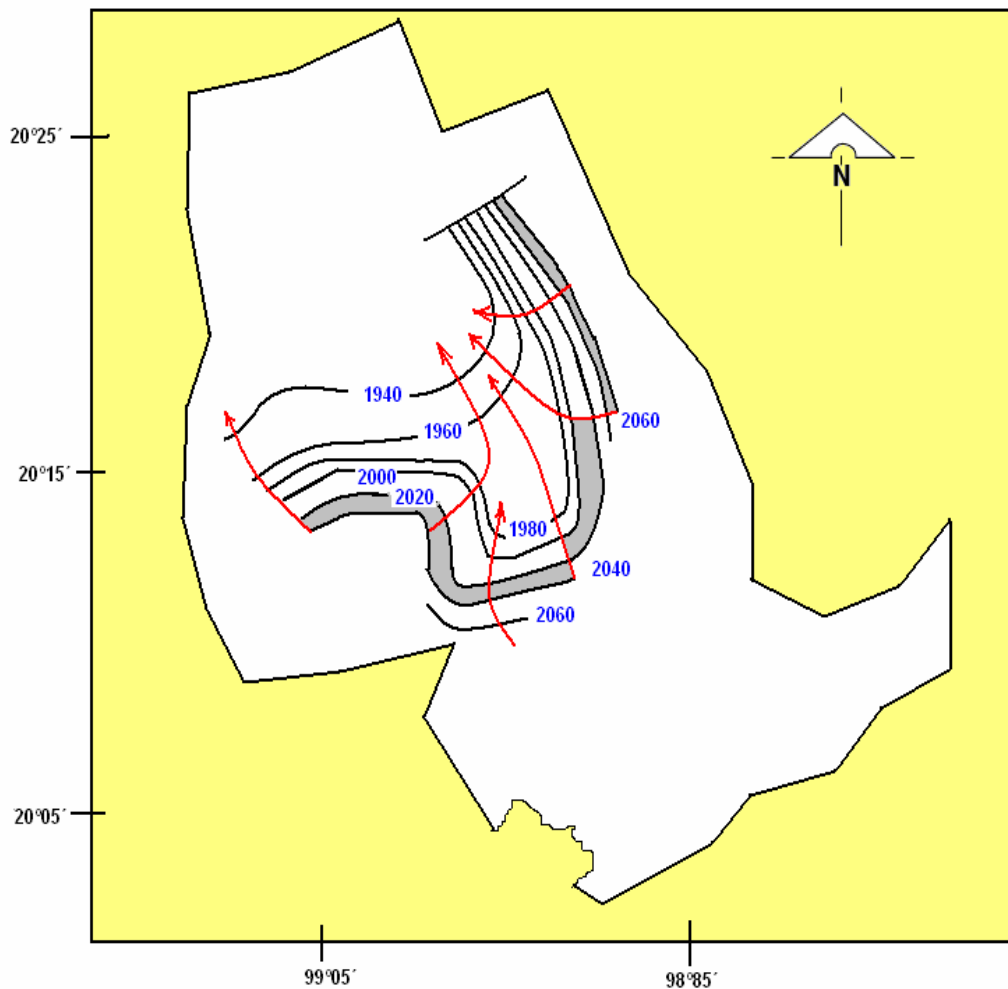
El otro acuífero es artesiano, ya que recibe alimentación inducida de las partes altas del valle Progreso-Tepatepec-Actopan, por infiltración en los canales de riego y excedentes de riego, así como de las estribaciones de la sierra de Actopan, debido a la infiltración natural de aguas pluviales y fluviales. (CNA, Gerencia de Agua Subterráneas 2004)

IV.7.- RECARGAS Y DESCARGAS NATURALES DEL ACUIFERO

Al describir las curvas de igual elevación piezométricas fueron identificadas tres zonas de recarga la primera se localiza al sur del poblado Tepatepec por medio de la curva 2040 msnm, la segunda zona de recarga proviene de las partes altas de la cuenca del río Actopan, localizada al sur de Chicavasco y Arenal Señalada por la curva 2040 y la tercera se localiza a lo largo de las estribaciones de la sierra de Pachuca, Señalada por medio de la curva 2060 msnm, (figura 11)

Sin embargo, la recarga principal es la infiltración vertical del agua residual aplicada al riego, tanto a nivel parcelario como a través del sistema de canales de distribución, correspondiendo a una recarga inducida.

Por otra parte, las descargas naturales están representadas por salidas subterráneas horizontales, aportaciones manantiales, manifestaciones de pozos artesanos, y por el flujo base del río Actopan.



**Figura 11, Profundidades de los niveles estáticos en m.
(Modificado CNA, 1996)**