

Agujrre (1983) efectuó la cubicación de las reservas positivas y probables. - También Torres (1982) hizo una visita de evaluación a los lotes La Esperanza y El Novillo situados en la porción W del área.

Trabajos geológicos han sido efectuados en áreas circunvecinas, entre los cuales se pueden mencionar las tesis de maestría de T. Schmidt y L. Hewett -- (1978), en los cerros de la Zacatera (Sierra El Encinal) que colinda al este - del área. En ellas los autores, mencionan la presencia de tres unidades sedimentarias, que correlacionan litológica y paleontológicamente con la Formación El Tigre de edad Pérmico inferior. Describen también, una cuarta unidad informal denominada Fm. Mina México constituida principalmente de argilitas con una edad asignada permo-triásico y rocas volcánicas y plutónicas de edad cretácica.

Menicucci (1975) , realizó una tesis de doctorado en el oeste y noroeste - del área, abarcando la región de Hermosillo al río Yaqui en Sonora Central. Es te autor menciona rocas de edad probablemente precámbricas que afloran en la región de Mazatán (migmatitas), así como rocas de edad paleozoicas (Carbonífero _ y Pérmico) en numerosas localidades del área como Cobachi, cerros los Chinos , etc. Rocas volcanoclásticas y marinas carbonatadas de edad presumiblemente Jurásico-Cretácico en las sierras de Agua Verde, Novillo-Rebeico y San Pedro de - la Cueva.

III.- MARCO GEOLOGICO - HISTORICO REGIONAL DE LA SIERRA LA CAMPANERIA.

En Sonora afloran rocas de todas las eras geológicas. Las más antiguas -- que corresponden a la Era Precámbrica, se encuentran bien definidas al N del Es tado. Están constituidas por series metamórficas, cortadas por intrusivos -- greenvilleanos, además de rocas carbonatadas y detríticas con estromatolitos, que descansan en discordancia sobre las rocas anteriores en la región de Caborca.

En la sierra de Mazatán, rocas plutónicas que han sufrido un metamorfismo regional posterior, se consideran como precámbricas (Menicucci, 1975).

En los afloramientos paleozoicos pueden diferenciarse dos zonas basados en sus facies: Zona Norte - representada por potentes secuencias de facies neríticas de una plataforma subsidente que descansan en discordancia en el NW, sobre rocas carbonatadas y detríticas del Precámbrico y al NE sobre rocas metamórfi-- cas e intrusivas de esa edad. La posición cronoestratigráfica de esta secuen-- cia va del Cámbrico al Pérmico con hiatus en el Silúrico y parcialmente del Ordovícico y Devónico (Cooper et al. 1952; Rangin, 1982; y otros).

La Zona Central se halla caracterizada por una facies de cuenca, marcada por una sedimentación en un medio más o menos profundo. Va del Ordovícico medio al Devónico superior. Existe además una serie discordante sobre la anterior, con depósitos carbonatados de facies neríticas con pasajes detríticos que inicia en el Mississípico inferior y finaliza en el Pérmico inferior medio -- (Noll, 1981). Es comparable a los depósitos de esa edad en Sonora Norte.

Diversas interpretaciones han sido propuestas para la paleogeografía del Paleozoico inferior, como la de Peiffer-Rangin (1979) que reconoce una zonificación del NW al SE de una plataforma carbonatada, una cuenca pelágica a hemipelágica que propone como una extensión hacia el Pacífico del Sistema Marathon - Ouachita-Apalaches. Esta teoría no se contrapone con las teorías de grandes deslizamientos propuestos por otros autores (Tardy, 1980; Anderson et al, 1981).

La sedimentación francamente carbonatada termina en el Pérmico superior -- (Guadalupiano) en la parte NW de Sonora (González, 1982) y en el Pérmico inferior (Leonardiano) en la parte central (Menicucci, 1975).

Posteriormente toma lugar una sedimentación clástica que continúa hasta el Jurásico inferior (Líásico). Todas las formaciones establecidas en estos periodos contienen intercalaciones marinas carbonatadas y lutíticas, más potentes en la zona noroeste, Rangin (1982) las considera como las primeras transgresiones tipo "Pacífico" sobre el continente Americano.

Menicucci et al (1982) consideran que la sedimentación clástica existía ya durante el Pérmico inferior, depositándose en los alrededores de paleobahías -- que se extendían en dirección este-oeste de un mar situado hacia el oriente, coexistiendo en ellas, ambientes transicionales marino, clástico marino y clástico.

El periodo Jurásico medio-superior sólo se tiene bien definido en la parte norte del estado, donde se reconocen tres ambientes de oeste a este: marino detrítico, sin intercalaciones volcánicas en Pozos de Serna con dataciones del Oxfordiano superior (Stump y Beauvais, 1976); volcánicas y volcanoclásticas en la región de Caborca del Jurásico medio en base a radiometría (Anderson y Silver, 1978); vulcanosedimentario en Cucurpe y Sinoquipe fechado del Oxfordiano superior en la cima (Rangin, 1977).

En Sonora central, Menicucci (1975) basado en la posición estratigráfica, atribuye del Jurásico-Cretácico a series vulcanosedimentarias azoicas.

Posteriormente Rangin (1982) considera estas mismas series, como la prolongación al sur del complejo volcanógeno de Alisitos del Cretácico inferior (Barremiano-Albiano) que se extiende de norte a sur en Baja California Norte.

Estas rocas volcánicas y vulcanosedimentarias afloran en las inmediaciones del área de estudio: al oeste, en la sierra del Novillo; al noroeste la Sierra de Aguacaliente y al norte la Sierra de San Pedro de la Cueva.

Las formaciones propuestas como integrantes de este complejo son: la Fm. - Lista Blanca definida por Dumble (1900) en la región de San Marcial, la Fm. Potrero propuesta por King (1949) en la región de Sahuaripa y la Fm. Tarahumara - descrita por Wilson y Rocha (1946) en la región de Santa Clara.

Al mismo tiempo se produjo una transgresión sobre el NE del estado, proveniente de la cuenca marina oriental de Chihuahua, que depositó secuencias que varían de facies neríticas de plataforma a facies costeras, éstas últimas intercaladas con material volcánico y vulcanosedimentario, los cuales se van incrementando hacia el oeste. El Grupo Bisbee y la Fm. Palmar, en el NE y centro de Sonora respectivamente, representan esta etapa transgresiva.

Se menciona también la carencia de transición en la parte central, entre las rocas volcánicas y vulcanosedimentarias atribuidas a la Fm. Alisitos y las rocas sedimentarias marinas del Cretácico inferior (Rangin, 1982).

Durante el Cretácico superior, se depositaron en Sonora norte, importantes espesores "molásicos" que se alternan con material volcánico tipo explosivo que vienen a constituir el Grupo Cabullona, localizado en los alrededores de Agua - Prieta.

Estos depósitos han podido ser datados y colocados dentro de un medio continental lacustre perteneciente a una depresión orientada sensiblemente NW-SE - (Taliaferro, 1933; Almeida y Martínez, 1981 y Almeida y Rangin, en preparación)

A partir del Cretácico superior un intenso magmatismo es difundido en todo Sonora. Tres episodios principales son reconocidos: el primero de composición intermedia-ácida datado entre los 90 a 40 m.a., está formado por cuerpos intrusivos que se extienden desde Baja California central a Sonora, ampliamente distribuidos en la provincia costera, mostrando una migración de edades hacia el E donde se encuentran los más recientes (Anderson y Silver, 1974).

Durante el Paleoceno-Eoceno se emplaza un complejo vulcano-plutónico relacionado a una importante mineralización cuprífera en el NE de Sonora.

El siguiente episodio de composición ácida, corresponde a la edificación de la Sierra Madre Occidental con una extensión mayor de los 1500 km. Cubre en discordancia a series paleozoicas, mesozoicas y paleocenas. Tiene un rango de edad comprendida aproximadamente entre los 40 y 20 m.a. (Damon et al, 1982).

Una secuencia volcánica intermedia aflora en la Isla del Tiburón, es considerada la extensión al E de la cadena andesítica de Baja California. Las edades tomadas aquí van de 16 a 22 m.a. (Gastil y Krummenacher, 1977).

Un vulcanismo de tipo alcalino viene a constituir el último episodio magmático. Estas rocas se hallan mal datadas, se supone su inicio en el Mioceno inferior culminando en el Plioceno, periodo en el cual, se encuentran interestratificadas con series molásicas continentales que se consideran pliocuaternarias.

Se tiene entonces una visión a grandes rasgos de los grupos de rocas que conforman la geología de Sonora en el transcurso de las distintas eras.

A continuación se tratará de semidetallar el contexto petrológico y tectónico de la porción central de Sonora que representa las inmediaciones de la Sierra La Campanería.

1) Contexto Petrológico.

Las rocas asignadas al Precámbrico en Sonora central corresponden a formaciones gnéissicas, micaesquistos plegados y migmatitas, localizados principalmente en la Sierra de Mazatán y alrededores de la mina La Venada (Menicucci, 1975)

Los afloramientos paleozoicos en esta zona, han sido poco estudiados a detalle. Menicucci en su carta reconoce dos tipos: uno inferior constituido por calizas con intercalaciones centimétricas de pedernal, generalmente azoicas y a las cuales considera como Cámbricas (?) en base a correlación litológica con rocas de la región de Caborca; uno superior formado por calizas oscuras biógenas.

Posteriormente Noll (1982) define paleontológicamente una unidad de edad - Ordovícico superior-medio compuesta de argilitas con graptolitos, lutitas, areniscas y pedernal negro y limolitas; areniscas, pedernal con barita asociada y caliza micrítica con conodontos y braquiópodos del Devónico superior. La secuencia tiene un espesor total de 288 m. (Grupo Guayacán).

Discordantemente sobre la anterior, el mismo autor define una secuencia de calizas grises, con capas centimétricas y nódulos de pedernal, dolomías y numerosos niveles fosilíferos constituidos por crinoideos, briozoarios y braquiópodos. Esta unidad tiene un espesor de 1450 m. en el cerro Cobachi y es denominada como Fm. Picacho Colorado con una edad Carbonífero.

Las rocas que han sido descritas y datadas como pertenecientes al Carbonífero, tienen características comunes y una amplia distribución en todo el estado.

Schmidt y Hewett (1978) definen en la Sierra El Encinal -inmediatamente -- contigua al oriente con la Sierra La Campanería- tres miembros informales del Pérmico inferior que consideran como pertenecientes a la Fm. El Tigre (descrita por Imlay en 1939 y Alvarez, 1949; en el mineral "El Tigre" a 120 km. al este y

sureste del poblado de Cananea) y que consiste de la base a la cima de: 135 m. de calizas y dolomías grises (miembro El Torreón); 130 m. de areniscas cuarciosas blancas (miembro los Alisitos) y 753 m. de calizas limosas y arenosas con intercalaciones de areniscas, que contienen fósiles de fusulínidos de edad Leonardiana (miembro La Cueva). Sobreyaciendo concordantemente a esta unidad definen la Fm. Mina México, constituida por una secuencia homogénea de argilitas y wackas de grano fino, con un espesor estimado de 2000 m. Se le asigna una edad Pérmico superior-Triásico inferior (?) por su posición estratigráfica. Es comparable por su posición y litología con la Fm. La Vuelta Colorada definida por Noll (1981) en la Sierra de Cobachi, con un espesor de 1225 m. y que dicho autor considera del Pérmico superior (?).

La sedimentación clástica que se ha encontrada intercalada en estratos del Pérmico inferior, como en la Sierra El Encinal (Hewett, 1978) y otras regiones de la parte central, como por ejemplo en La Colorada, sugieren la existencia de paleobahías de edad Pérmico inferior, en cuyos alrededores se supone el inicio de la depositación clástica continental del Grupo Barranca (Menicucci et al 1981). Aunque Hewett (1978) y Córdoba y Montijo (1981) consideran que los sedimentos detríticos marinos que sobreyacen a estratos del Pérmico inferior, no se relacionan con los depósitos de dicho grupo.

El Grupo Barranca reconocido en muchas regiones de Sonora central, principalmente en las regiones de San Marcial, Tónichi, La Barranca y Tecoripa (las dos primeras localizadas al S y SW del área estudiada), está formado según Alencaster (1961) por tres formaciones que son de la base a la cima:

Fm. Arrayanes: areniscas cuarcíticas intercaladas con capas de lutita y conglomerado, espesor 700 m. Sobreyace en discordancia angular, en la localidad tipo a calizas presumiblemente paleozoicas.

Fm. Sta. Clara: areniscas, con intercalaciones de lutitas negras a veces carbonosas fosilíferas y con mantos de carbón, espesor 400 m. Su edad es Cárnico y cubre transicionalmente a la formación anterior.

Fm. Coyotes: areniscas cuarcíticas con intercalaciones de lutitas y conglomerados, espesor 650 m. La edad es post-Cárnico por su posición estratigráfica.

Este Grupo presenta numerosos cambios de facies (Rangin, 1974) e indica la existencia de cuencas endorreicas subsidentes invadidas esporádicamente por el mar.

Hacia el este en la región de Sahuaripa, King (1939) define la formación Palmar del Cretácico inferior (Albiano medio) también estudiada por Himanga y Flinn (1978). Está formada por calizas con gasterópodos, argilitas, areniscas y dolomías con un espesor total mayor de 1500 m. en la S. El Chiltepín.

El complejo volcánico atribuido a la Fm. Alisitos y que aflora en Sonora central, reposa en discordancia sobre la serie carbonatada del Paleozoico o sobre el Grupo Barranca del Triásico superior. A pesar de que su edad es muy imprecisa, por su posición estratigráfica sería post-triásico y ante-cretácico superior ya que se encuentra intrusionada por plutones granodioríticos de esta edad que marcan su límite.

Este vulcanismo es predominantemente andesítico y principia con facies epiclásticas y piroclásticas depositadas en un medio marino (estratificación de andesitas, tobas y aglomerados con calizas), posteriormente se emplaza en un medio continental emergido (coladas masivas, abundancia de material piroclástico) Rangin (1982).

En cuanto al plutonismo datado del Cretácico superior-Paleoceno, no presenta grandes variaciones. Petrográficamente se distinguen granodioritas, granitos, adamelitas, tonalitas, cuarzomonzonitas y raramente gabros. En las localidades estudiadas a detalle se ha observado que se trata de intrusiones múltiples (Damon et al, 1983). Al mismo tiempo se emplazan gran cantidad de rocas volcánicas andesíticas.

Las rocas que produjo la edificación de la Sierra Madre Occidental son principalmente ignimbritas riódacíticas y riolíticas aunque a veces hay rocas básicas intercaladas (Mc. Dowell y Clabaugh, 1979).

La última etapa del vulcanismo del Mioceno inferior(?)-Pliocuaternario, produce basaltos alcalinos llamados basaltos de mesetas. Yacen en discordancia sobre riolitas e ignimbritas del Oligoceno o bien, se encuentran intercalados con depósitos molásicos que constituyen la Fm. Baúcarit.

Este dominio intracontinental sigue predominando hasta nuestros días, depositándose en "grabens" asociado con vulcanismo alcalino (Gómez et al, 1981).

2) Contexto Tectónico.

Los eventos tectónicos al mismo tiempo que dan lugar a determinados tipos de depósitos, afectan los ya establecidos con deformaciones estructurales.

Las más antiguas deformaciones en Sonora ocurren durante la Era Precámbrica y son atribuidos a la llamada fase Mazatzal (1760 a 1660 m.a.) la que produce plutonismo y metamorfismo regional (Anderson y Silver, 1978).

Se ha postulado la existencia de un periodo de plegamiento con ejes NE-SW en la era paleozoica, entre el límite del Devónico-Mississípico, el cual se puede correlacionar con la fase devónica, responsable del cinturón orogénico - Antler en el SW de Estados Unidos (Noll, 1981). Esta fase es señalada por una

ligera discordancia entre el Devónico superior y el Mississípico en el norte del estado (Rangin, 1982). Más al sur, en Sinaloa, series vulcanosedimentarias atribuidas a esta edad se suponen metamorfizadas y deformadas por dicha fase (Peiffer-Rangin, 1979).

La depositación marina de plataforma continúa sin grandes disturbios a través del Carbonífero. A finales de esta época es cuando se reflejan movimientos de gran alcance producidos por la Orogenia Apalacheana responsable del contraste litológico general que existe entre las rocas carboníferas principalmente carbonatadas y las rocas del Pérmico superior en su mayoría detríticas (Dunbar, 1981). Este evento tectónico se caracteriza por plegamiento y levantamiento de la porción central de Sonora, es asignada por Rangin (1978) a la Orogenia Hercínica de fines del Paleozoico.

Fries (1962) define la Orogenia Sonorense (220-150 m.a.) a la cual atribuye las primeras fracturaciones de la plataforma paleozoica. Menicucci (1975) considera que las manifestaciones de esta fase en su sector, se limitan a acumulaciones de clastos permo-triásicos producidos al erosionarse los relieves.

El Jurásico medio-superior no es reconocido en Sonora Central. Algunos autores suponen la existencia de grandes desplazamientos a lo largo de fallas transformantes, para explicar la yuxtaposición de diversas zonas paleogeográficas en el N del estado. Rangin (1982) define una fase orogénica que denomina Nevadiana caracterizada por pliegues con ejes NNW-SSE inclinados hacia el E-NE durante el Jurásico superior.

Además de los pliegues isoclinales, menciona evidencias de metamorfismo regional y emplazamiento de batolitos de gran talla. Esta fase es seguida por un evento distensivo.

Durante el Cretácico medio, según el mismo autor, se lleva a cabo una tectónica de compresión tangencial, responsable del levantamiento y emersión general de Sonora y Baja California central. Es la llamada fase oregoniana o mesocretácica que engendra napas y cabalgamientos con vergencias opuestas en la región NE del estado. En Baja California las unidades han sufrido un transporte hacia el oeste y en Sonora hacia el este. En la parte central se puede observar, como la serie volcánogena de Alisitos (Cretácico inferior ?) cabalgó hacia el oriente a las secuencias sedimentarias (Rangin, 1982).

A partir del Cretácico superior al Paleoceno, se tienen eventos compresivos donde las estructuras tangenciales de la fase mesocretácica, son replegadas en pliegues de gran radio de curvatura con ejes NW-SE, rocas del Precámbrico y Paleozoico son empujadas al sureste y colocadas encima de los depósitos molási-