



2ej
28

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

RELACIONES LITOESTRATIGRAFICAS DEL AREA DE
JESUS MARIA, ESTADO DE AGUASCALIENTES.

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO GEOLOGO

P R E S E N T A :

MAURO VELASCO HERNANDEZ

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

MEXICO, D. F.

1989



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

CONTENIDO

RESUMEN	1
I. INTRODUCCION	4
Antecedentes	7
Objetivos	9
Método de estudio	10
Nomenclatura	11
II. GENERALIDADES	12
Localización	12
Poblaciones principales	12
Clima	12
Vías de Comunicación	14
III. FISIOGRAFIA	15
Provincias Fisiográficas	15
IV. GEOMORFOLOGIA	17
Orografía	17
Hidrografía	20
V. ESTRATIGRAFIA	21
Formación "Cienaguillas"	21
Definición	21
MIEMBRO A	24
Litología y distribución	24
Petrografía	26
MIEMBRO B	29
Litología y distribución	29
Petrografía	31
Ambiente de depósito e interpretación	32
Relaciones estratigráficas	35
Edad	39
Formación "El Varal"	40
Definición	40
Litología y distribución	40
Petrografía	42
Relaciones estratigráficas	47
Edad	44
"Tronco San Gregorio"	44
Definición	44
Litología y distribución	45
Petrografía	45
Relaciones estratigráficas	46
Edad	47
"Inques Ineriticos"	47
Definición	47
Litología y distribución	48
Petrografía	48

Relaciones estratigráficas	49
Edad	49
"Riolita La Tomatina"	49
Definición	49
Litología y distribución	50
Petrografía	55
Relaciones estratigráficas	56
Edad	56
"Riolita El Venaderito"	57
Definición	57
Litología y distribución	57
Petrografía	59
Relaciones estratigráficas	59
Edad	60
"Joba El Picacho".....	60
Definición	60
Litología y distribución	60
Petrografía	61
Relaciones estratigráficas	61
Edad	62
"Riolita La Peña Blanca"	63
Definición	63
Litología y distribución	63
Petrografía	64
Relaciones estratigráficas	64
Edad	64
Gravas y arenas	65
Basaltos	66
VI. GEOLOGIA ESTRUCTURAL	67
Expresión estructural de las rocas	
Pre-Oligocénicas	69
Expresión estructural de las rocas Terciarias ...	71
VII. HISTORIA GEOLOGICA	74
VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	81
APÉNDICE A. Tablas de Asociaciones Mineralógicas	84
Tabla 1	85
Tabla 2	86
Tabla 3	87
Tabla 4	88
Tabla 5	89
Tabla 6	90
Tabla 7	91
BIBLIOGRAFIA	92

ILUSTRACIONES

Figura 1.	Mapa de Localización	13
Figura 2.	Provincias Fisiográficas del Estado de Aguascalientes	16
Figura 3.	Sección esquemática de la columna estratigráfica del área de Jesús María, Edo. de Aguascalientes	22
Figura 4.	Tabla de correlación de las unidades del área de Jesús María, Estado de Aguascalientes	23
Figura 5.	Sección Esquemática de los miembros de la Toba La Tomatina en el área de Jesús María	51
Figura 6.	Principales Grabens de los alrededores del Estado de Aguascalientes	68
Plano 1.	Plano Geológico del Área de Jesús María, Estado de Aguascalientes... Anexo en Sobre.	

RESUMEN

Al occidente de la Ciudad de Aguascalientes se encuentran dos localidades en las que afloran rocas pre-oligocénicas que contrastan litológicamente. En la primera, ubicada en los alrededores de los poblados Cienaguillas, La Tomatina y Trancuillas, aflora una secuencia volcánico-sedimentaria, nombrada aquí informalmente Formación "Cienaguillas". La constituyen estratos de pedernales de color verde pálido, algunos de ellos con radiolarios; capas arcillo-limosas con vestigios de astillas de vidrio y de radiolarios(?); grauwacas liticas de naturaleza volcanogénica con diaclasas rotas de cuarzo y plagioclasas, además de liticos de pedernal microcristalino, todos ellos en una matriz arcillosa y derrames basálticos parcialmente espilitizados.

El análisis al microscopio petrográfico de una sección delgada de los pedernales con radiolarios, permite ubicar tentativamente a la Formación "Cienaguillas" en el Jurásico.

La asociación litológica que constituye a esta unidad muestra las características de una serie depositada en una cuenca marina de aguas profundas situada por debajo del nivel de compensación de los carbonatos.

Dicha cuenca estuvo sometida a la influencia de dos tipos de vulcanismo, uno submarino de tipo efusivo representado por los derrames basálticos parcialmente espilitizados, y otro de tipo explosivo que aportó parte del material que constituye tanto a las capas arcillosas como a las grauwacas liticas.

Otras unidades que afloran en las cercanías de los poblados anteriormente mencionados, están representadas por un cuerpo ígneo

denominado aquí informalmente como "Tronco San Gregorio" cuya composición varía de diorita a granito, y por una serie de cuencos tabulares nombrados informalmente como "Biques fluoritados", los cuales cortan indistintamente tanto al tronco como a la Formación "Cienaguiteras".

En cuanto a la ubicación en el tiempo de los cuencos intrusivos, únicamente se puede asegurar que fueron emplazados antes del depósito de la cubierta volcánica terciaria, por lo que su edad se considera como posterior a la Formación "Cienaguiteras" y anterior a la "Riolita La Tomatina".

La segunda localidad se ubica en la porción septentrional del área de estudio, en donde aflora una secuencia andilob-calcárea con bandas y nodulos de pedernal negro, que tiene impreso un metamorfismo de bajo grado, se denomina de manera informal como Formación "El Varal", cuyos rasgos característicos son la foliación y la recristalización.

La ubicación geocronológica de la Formación "El Varal" se desconoce parcialmente, sin embargo, se sabe que es anterior a un evento metamórfico regional que no alcanzó a afectar a las rocas del Cretácico tardío por lo que se cree que la edad de estas rocas puede ser tan joven, como el Cretácico Temprano (9), o quizás más antigua.

La secuencia pre-oligocénica está cubierta discordantemente por un potente paquete de rocas volcánicas oligocénicas (7), constituidas por tobas, riolitas e ignimbritas, agrupadas en el presente estudio en cuatro unidades informales que son: "Riolita La Tomatina", "Riolita El Venaderito", "Toba El Picacho" y "Riolita La Peña Blanca".

A fines del Terciario la zona es afectada por una tectónica distensiva dando lugar a estructuras de grabens en los cuales, durante el Mioceno Medio, se depositaron gravas y arenas erosionadas de las rocas mesozoicas y terciarias.

Durante el Cuaternario continúan los eventos erosivos que dan lugar a los aluviones que se presentan principalmente en los márgenes de los arroyos.

INTRODUCCION

El presente estudio surgió como parte del proyecto multidisciplinario intitulado: "Relaciones Estratigráficas y Estructurales de las Rocas Pre-Cretácicas de los Estados de Aguascalientes y Zacatecas", que actualmente se viene desarrollando en el Instituto de Geología de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Dicho proyecto corre a cargo del M. en C. Victor Manuel Dávila Alcocer, del Dr. Luis Miguel Mitre Salazar y del Dr. Juventino Martínez, quienes en estudios de reconocimiento en tales estados, han hecho importantes hallazgos en aquellos sitios en que se reportaban rocas Pre-Cretácicas.

Conociendo de antemano que en gran parte de los Estados de Aguascalientes y Zacatecas existe aún incertidumbre sobre la correlación de unidades litoestratigráficas y su posición geocronológica, se planeó situar puntos claves para ser atacados y comprender mejor la problemática geológica de dicha porción del país.

Uno de los puntos escogidos fue el área de Jesús María en el Estado de Aguascalientes, la cual a pesar de su poca extensión posee gran interés geológico, no solo por la secuencia mesozoica que en ella aflora, sino también por sus implicaciones paleogeográficas.

Las rocas que se consideran pertenecientes al paquete pre-oligocénico en el área de estudio se agrupan aquí en cuatro unidades informales: ellas son: la Formación "Cienaguitero", la Formación "El Varel", el "Tronco San Gregorio" y los "Tirques

Dioríticos".

Sin embargo, aún cuando se agrupó a estas unidades dentro del mesozoico, existe cierta incertidumbre en cuanto a la posición precisa de la Formación "El Varal", del "Tronco San Gregorio" y de los "Diques Dioríticos", debido a que no se encontraron evidencias contundentes que permitieran situarlos adecuadamente.

De las anteriores unidades únicamente se logró establecer la posición relativa de cada una de ellas sin tener un control exacto de su ubicación en el tiempo. Por tal motivo la posición asignada a dichas unidades es mostrada esquemáticamente, de tal manera que sea posible comprender mejor y delinear lo más correctamente posible los eventos acaecidos en esta pequeña área del país, tratando de no hacer afirmaciones tajantes y de no caer en la imprudencia.

Las rocas que aquí se consideran como las más antiguas son de carácter marino y conforman una secuencia volcano-sedimentaria denominada informalmente como Formación "Cienaguitas", cuya sucesión litológica es agrupada en dos miembros, mismos que fueron diferenciados con base en el predominio litológico y a sus características físicas. En forma general la Formación "Cienaguitas" está constituida por estratos de pedernales, lutitas, grauvacas líticas y derrames basálticos parcialmente espilitizados.

En el área de Jesús María estas rocas tenían asignada una edad Triásica (Ariel Construcciones, S.A., 1971), por el supuesto parecido con las rocas Triásicas de Zacatecas. Sin embargo, con el hallazgo de radiolarios en los estratos de pedernales de la cima de la secuencia volcano-sedimentaria, se descarta dicha edad y se

le considera ahora de posible edad jurásica.

Una secuencia semejante no ha sido reportada aún en otros lugares cercanos por lo que su descubrimiento resulta de mayor relevancia. Por esta misma razón y aunado al desconocimiento de sus relaciones estratigráficas su correlación se dificulta.

Otras rocas pre-oligocénicas que afloran en el área de estudio están constituidas por una sucesión de pizarras y metacalizas en facies de esquistos verdes, informalmente nombradas como Formación "El Varal".

La ubicación geocronológica de estas rocas es difícil de situar debido a la falta de evidencias paleontológicas y/o estratigráficas que permitan enmarcarlas en un intervalo de tiempo.

Tratando de explicar las interrogantes existentes, aun cuando no se tienen las herramientas necesarias o las bases suficientes para soportar firmemente algunos de los aspectos que se exponen más adelante, y teniendo muy presente que el hacer correlaciones litológicas además de riesgoso es poco confiable, se optó por hacer uso parcial de este último método, al no tener otro camino disponible.

Para tal efecto y con el fin de tener algunas otras bases, se realizaron visitas de campo a algunas localidades cercanas al área de estudio, en las cuales se reportaban rocas mesozoicas. En forma general, de los reconocimientos realizados se pudieron establecer los siguientes puntos: 1) Los contactos entre rocas metamórficas y aquellas sin algún efecto de metamorfismo comúnmente son tectónicos (fallas); 2) Las rocas metamorfoseadas semejantes a la Formación "El Varal" han sido situadas en el

Cretácico, aunque no se establece con base en que se asignó dicha edad: 3) Las rocas marinas que las sobreyacen sin efectos metamórficos son del Cretácico Tardío (Formaciones Indidura y Caracol); 4) El metamorfismo impreso en las rocas corresponde a la facies de esquistos verdes, es decir, de bajo grado; 5) No se han encontrado rocas litológicamente semejantes a las presentes en la Formación "Cienaguitas", ni a los cuerpos intrusivos.

En cuanto a las rocas intrusivas que afloran en el área de estudio únicamente se tiene presente que el "Tronco San Gregorio" intruiona a la Formación "Cienaguitas" y que estas unidades a su vez son cortadas por los "Diques Dioríticos". Tales cuerpos nunca llegan a afectar a las rocas volcánicas terciarias. La ubicación geocronológica de estas unidades puede situarse post-Formación "Cienaguitas" y pre-"Riolita La Tomatina".

El área de Jesús María está cubierta en gran parte por extensos paquetes de rocas volcánicas, las cuales anteriormente habían sido separadas en varias unidades ("Riolita La Tomatina", "Riolita El Venaderito", "Toba El Picacho" y "Riolita La Peña Blanca"), aspecto que sirvió como base para poner en claro sus características litológicas y estratigráficas, las que a su vez permitieron modificar la posición estratigráfica de la "Riolita La Tomatina"; así como la cartografía de toda la secuencia volcánica terciaria que aflora en el área bajo estudio.

Antecedentes

Los estudios geológicos sobre el área de Jesús María son virtualmente escasos. Desde un punto de vista general una gran cantidad de investigaciones cubren parcialmente a esta área. Tales trabajos se han llevado a cabo con especial énfasis en la porción

septentrional de la Sierra Madre Occidental (Sonora, Chihuahua, Durango, Sinaloa), teniendo como principal objetivo el aspecto minero, hidrológico y de investigación. Tomando en consideración dichos antecedentes es conveniente mencionar únicamente aquellos estudios que de alguna manera fueron significativos por su aportación e interés, dejando claro que existen otros estudios de importancia que se omitieron por tratar temas muy particulares en zonas específicas y con objetivos diferentes a los perseguidos por este trabajo.

Dentro de las primeras aportaciones se tienen las de Ordoñez (1900, 1901) quien presenta una excelente y amplia descripción física de las riolitas de México.

Posteriormente Waitz (1921) hace mención de la posible relación de los paquetes riolíticos con grandes alineamientos estructurales entre los Estados de Aguascalientes y San Luis Potosí. Por esa misma época Villafaña (1923) presentó varios informes generales de la Región Minera de Asientos-Tepezalá en el Estado de Aguascalientes.

Más tarde López (1946) realiza un bosquejo geológico del Estado de Aguascalientes. Poco después Mooser (1959) reporta el hallazgo de evidencias paleontológicas terciarias (vertebrados) en las cercanías de la Ciudad de Aguascalientes.

En décadas más recientes, particularmente en el año de 1979, McDowell y Clabaugh aportan información importante, basada en datos geocronológicos y geoquímicos, sobre las unidades que constituyen a la Sierra Madre Occidental, poniendo en evidencia el carácter bimodal de la cubierta volcánica superior y las implicaciones tectónicas de dicha provincia. En ese mismo año

Hernández (1979) dió a conocer un estudio geológico del Terciario de la porción suroriental de la Ciudad de Aguascalientes con un marcado enfoque paleontológico.

Posteriormente en 1981, el INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática) edita la publicación titulada Síntesis Geográfica de Aguascalientes, la cual incluye una cartografía geológica general del estado. Paralelamente Consultores S.A. (1981) presentan un estudio geohidrológico actualizado a partir de una gran cantidad de datos de pozos perforados. Así mismo realiza un Plano geológico un poco más detallado de gran parte del Estado de Aguascalientes.

En un reporte inédito, Aranda y Aranda (1985) presentan la cartografía de la porción sur del área del presente estudio, en donde definen informalmente varias unidades volcánicas terciarias, mencionando algunos rasgos muy generales de la secuencia mesozoica; su objetivo principal fué el establecimiento de la evidencia geológica que marcara la existencia de la falla occidental del Graben de Aguascalientes.

Objetivos

Dado que en el área de Jesús María son escasos los estudios geológicos a detalle, como ya se puso en evidencia anteriormente, se plantearon como principales objetivos a resolver los siguientes:

1.- Establecer las unidades litoestratigráficas existentes para realizar una cartografía geológica del área.

2.- Mostrar las relaciones estratigráficas que guardan los distintos paquetes litológicos.

3.- Ubicación cronológica de las distintas unidades

litoestratigráficas.

Método de Estudio

La presente investigación durante su inicio y desarrollo se dividió en varias etapas que cubrieron las siguientes actividades:

La primera etapa consistió en la recopilación y análisis del material bibliográfico existente, así como de la obtención de las fotografías aéreas y de las cartas geológica y topográfica de la zona.

Posteriormente, a partir de la interpretación de las fotografías aéreas se realizó un plano fotogeológico en el cual se incluían rasgos litológicos, estructurales e hidrológicos, todo esto complementado con los datos de las referencias consultadas.

La segunda etapa partió tomando como base el plano fotogeológico realizado, en donde se presentaba un marco geológico más claro y los problemas específicos del lugar.

Tomando en cuenta este contexto se llevó a cabo el trabajo de campo cuya fase inicial consistió en resolver los problemas detectados fotogeológicamente, así como de un reconocimiento general de la secuencia mesozoica que aflora en los alrededores del poblado La Tomatina y en las inmediaciones de El Varal; de la misma manera se realizó un trabajo similar con la secuencia volcánica que cubre gran parte del área de estudio (Cerro La Peña Blanca, Cerro El Picacho, Cerro Barco El Roble, Mesa La Cevadilla, etc.). En seguida se procedió a caracterizar las unidades litoestratigráficas diferenciadas, realizando paralelamente un muestreo sistemático de cada una de las unidades de acuerdo con sus rasgos y características principales.

Una tercera etapa consistió esencialmente del trabajo de

gabinete y análisis de laboratorio para lo cual fué necesario una reinterpretación fotogeológica, que aunada a la información recopilada en el campo, se vació en el mapa topográfico, dando finalmente forma al plano geológico aquí presentado (Plano II).

Por otro lado se seleccionaron 90 muestras representativas de las unidades, para la elaboración de sus respectivas secciones delgadas. En algunas de ellas se realizaron dos láminas en cortes perpendiculares con el objeto de conocer petrográficamente más detalles de las distintas unidades, además de interpretar algunos aspectos adicionales de su génesis.

Por último se analizaron e integraron todos los datos obtenidos para dar lugar a la interpretación y análisis de resultados.

Clasificación

Para la clasificación de las rocas ígneas, tanto intrusivas como extrusivas, se siguieron las recomendaciones dadas por Streckeisen (1976 y 1979).

En el caso de las rocas metamórficas se utilizaron los criterios dados por Miyashiro (1973), en particular el utilizado para aquellas rocas metamórficas que conservan algunos de sus rasgos originales.

Por último, en el caso de las rocas sedimentarias, la clasificación utilizada fué de acuerdo a lo establecido por Pettigrew (1975).

GENERALIDADES

Localización.

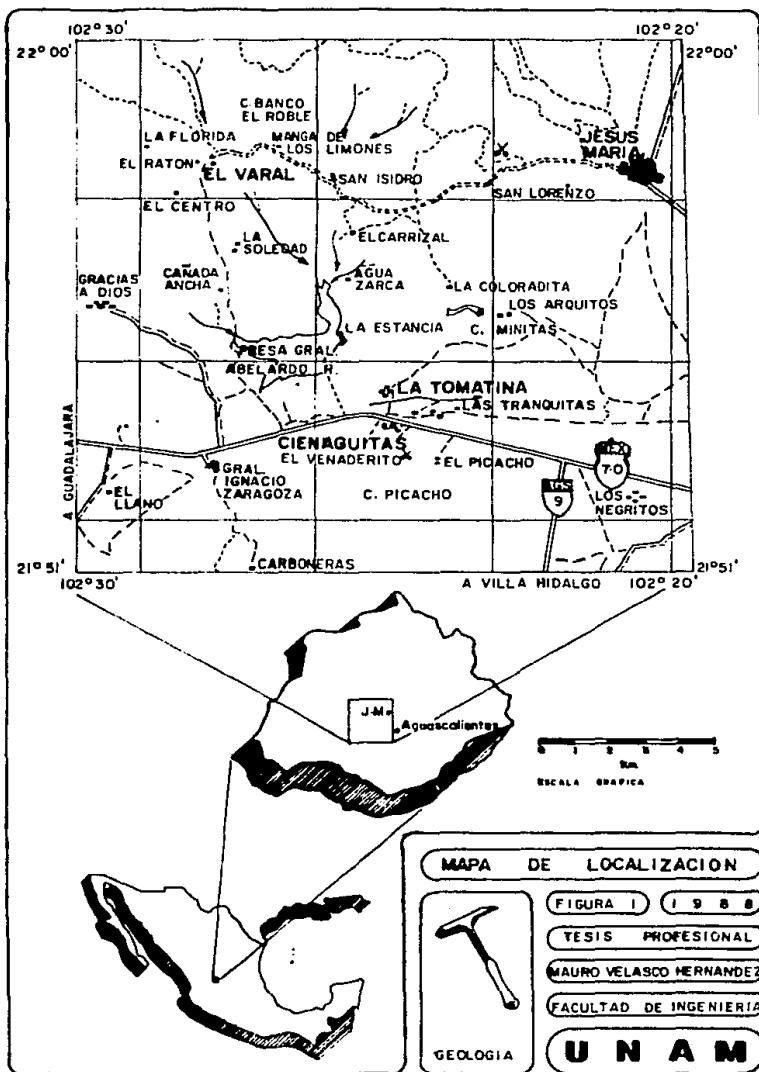
El área de estudio está limitada por las coordenadas 21° 30' N. 22° 00' de latitud norte y 102° 20' 102° 40' de longitud oeste (Figura 1). La mayor parte del área corresponde al Municipio de Jesús María y sólo una pequeña porción de la misma al Municipio de Aguascalientes. Situada aproximadamente a 15 kilómetros al este de la Ciudad de Aguascalientes, abarca una superficie de 290 km², en donde se puede constatar la presencia de rocas mesozoicas, terciarias y cuaternarias, tanto de carácter ígneo como sedimentario y metamórfico de bajo grado, predominando principalmente las primeras.

Poblaciones Principales.

Dentro del Área la población principal es Jesús María, le siguen en importancia los poblados de General Ignacio Zaragoza (Venadero), La Tomatina, Gracias a Dios, Los Arquitos, Cienaguitas, El Varal, además de algunos fraccionamientos que se vienen desarrollando en las cercanías de Las Tranquitas y del Rancho El Picacho.

Clima.

El clima que predomina en la región está dentro del grupo de los climas secos y particularmente del subtipo semiseco semicálido, con régimen pluvial en verano; la precipitación media anual fluctúa entre los 500 y los 600 mm y la temperatura media anual es superior a los 18°C. Las lluvias más frecuentes se presentan en el mes de junio y con menos persistencia en el mes de marzo. Las temperaturas más altas se registran en mayo oscilando



entre los 22° y los 19°C. Mientras que las temperaturas más bajas se registran en enero y varían entre 13° y 14°C (INEGI, 1991).

Vías de Comunicación.

El Estado de Aguascalientes cuenta con una amplia red de comunicaciones terrestres, tanto de carreteras como de ferrocarriles, entre las que destacan: La Carretera Panamericana que cruza al estado de norte a sur; la Carretera Federal número 70 que cruza al estado de este a oeste; y la vía férrea que va de México a Ciudad Juárez, y una derivación de esta última hacia el noreste comunicando con San Luis Potosí.

Particularmente en el área de estudio las vías de comunicación más importantes son:

1.- La Carretera Federal número 70 que la atraviesa de este a oeste comunicando a la capital del estado con otras localidades, de ella derivan brechas y veredas que comunican con: La Tomatina, Gracias a Dios, Ignacio Zaragoza, Cañada del Rodeo, El Picacho, etc. (Plano 1).

2.- El ramal de la Carretera Panamericana que comunica a Jesús María con la ciudad capital, así como con una amplia red de terracerías, brechas y veredas que llevan a localidades pequeñas como El Varal, La Soledad, San Lorenzo, Los Arquitos, etc. (Plano 1).

No obstante que el área cuenta con una amplia red de brechas y veredas, algunas de la porción norte son casi intransitables con vehículo (Jesús María-El Varal) debido al abandono en que se encuentran, dando lugar a un continuo deterioro, que se agrava en la época de lluvias.

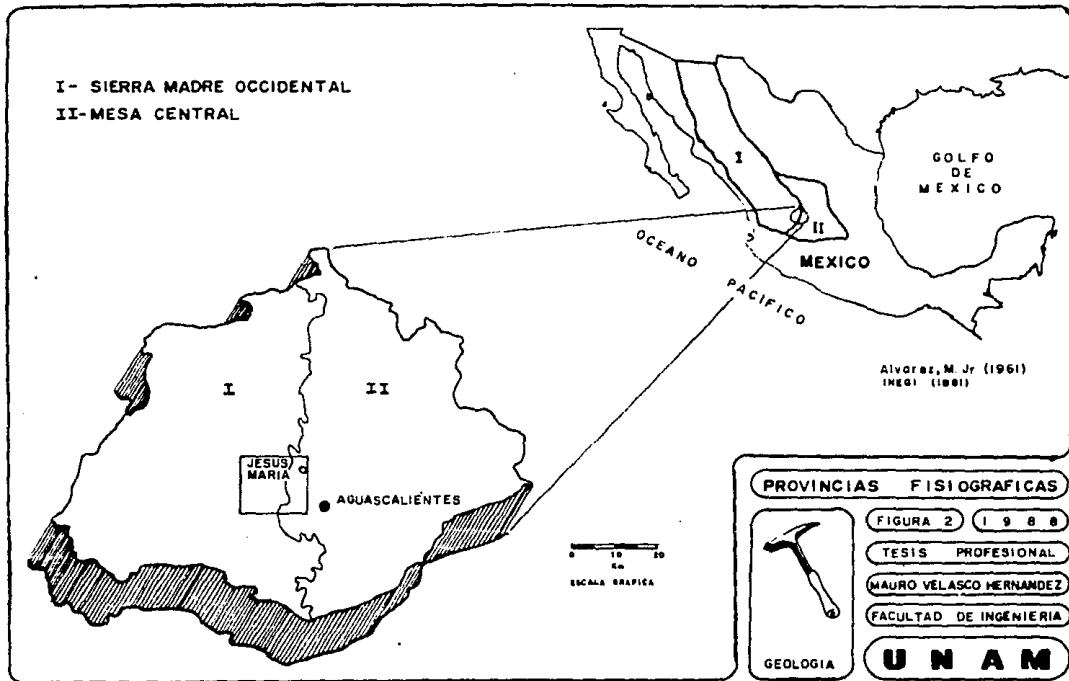
FISIOGRAFIA

Provincias Fisiográficas.

Fisiográficamente un 85 % del área de trabajo se considera dentro de la Provincia de la Sierra Madre Occidental, ubicándose particularmente, dentro de la Subprovincia de las Sierras y Valles Zacatecanos. El 15 % restante forma parte de la Provincia de la Mesa Central, en especial de la Subprovincia de los Llanos de Ojuelos (Alvarez, M.J., 1961; INEGI, 1981), ver Figura 2.

La Subprovincia de las Sierras y Valles Zacatecanos esta constituida principalmente por un gran paquete de rocas volcánicas, entre los que destacan por su abundancia las riolitas, las tobas y las ignimbritas; tal subprovincia cubre aproximadamente el 47 % del estado y se encuentra conformada por sierras alargadas cuya orientación general es nort-sur, alternando con mesetas y lomerios. La vegetación dominante es el matorral, pero también se desarrollan algunos bosques de encino hacia las partes más elevadas.

La Subprovincia de los Llanos de Ojuelos resalta por presentar extensos llanos interrumpidos por pequeñas sierras dispersas, ocupando aproximadamente el 53 % de la superficie total del estado. En ella se ubica el extenso Valle de Aguascalientes, el cual está constituido esencialmente por gravas y arenas, algunas de cuyas porciones laterales son suavemente onduladas. La vegetación que se desarrolla está formada por pequeños arbustos y matorrales, que hacia los valles están siendo sustituidos para dedicar el terreno al uso agrícola.



IV.- GEOMORFOLOGIA

El relieve terrestre continuamente se ve modificado por factores internos y externos, conocidos generalmente como procesos endógenos y exógenos. Interactuando conjuntamente transforman total o parcialmente el perfil del relieve dando lugar a geformas de gran diversidad.

En el área cartografiada, la conjugación de los procesos modeladores del relieve se hacen presentes originando geformas tales como pequeños lomeríos, sierras abruptas, mesetas con contornos escarpados, estrechos valles y una amplia planicie, siendo cada uno de estos rasgos conspicuos, no sólo de la porción de estudio, sino también de la mayor parte de las zonas aledañas.

Dentro de los procesos endógenos el más significativo que ha actuado es sin duda el vulcanismo oligocénico (?). El impresionante vulcanismo riolítico e ignimbrítico que sucedió en esta porción de estudio durante el Oligoceno (?) y que forma parte de uno de los grandes paquetes litológicos de la Sierra Madre Occidental, fué de gran relevancia para la actual morfología del área de estudio y sus alrededores, ya que gran parte de las regiones circundantes están cubiertas por dichos paquetes.

En lo que atañe a los procesos exógenos, éstos han actuado de manera destructiva (intemperismo y erosión) y constructiva (acumulaciones).

En el primer caso, la acción de los procesos de intemperismo y denudatorios está en función del tipo de rocas y del grado de fracturamiento que posean. Tales aspectos son evidentes al ver el comportamiento morfológico que presentan. Por un lado las rocas volcánicas del Oligoceno (?) (comunmente consolidadas, algunas de

ellas fuertemente soldadas y generalmente con un diaclasamiento vertical) y por otro las rocas pre-oligocénicas (deformadas, afalladas e intensamente meteorizadas).

En el segundo caso, el material erosionado de la cubierta volcánica y de las rocas pre-oligocénicas ha sido transportado por corrientes fluviales depositándose en las cuencas preexistentes, dando lugar a depósitos de gravas y arenas, los que a su vez fueron disectados por arroyos formando pequeños valles ("Valle de Venadero") o amplias planicies ("Planicie de Aguascalientes"), en ocasiones con superficies suavemente ondulantes.

Otros depósitos comunes pero no muy relevantes son aquellos originados por gravedad y que en este caso se encuentran al pie de los lugares escarpados. Dichos depósitos generalmente están constituidos por gravas de tamaño variable que oscilan desde unos centímetros hasta algunos metros.

Dado que dentro del área de estudio no existen ríos importantes, el transporte de material no es muy grande y solo existen arroyos pequeños que transportan poco material en épocas de lluvias, la carga que llevan consigo se restringe a depósitos aislados y de poca dimensión. En algunos casos después de un largo tiempo, se logra acumular una cantidad apreciable de material aluvial, que se aprovecha como material de construcción (grava y arena).

Orografía

El análisis orográfico de esta porción del Estado de Aguascalientes permite diferenciar rasgos que contrastan entre sí: sierras, mesetas, lomas, valles y planicies.

Las sierras se localizan en la parte sur del área.

caracterizándose por una topografía abrupta y escarpada. Sus altitudes oscilan entre los 2100 y 2500 metros sobre el nivel del mar, tal es el caso de la sierra que conforma el Cerro El Picacho y el Cerro La Peña Blanca; las rocas que constituyen estos lugares son principalmente de origen volcánico (ignimbritas, riolitas y tobas).

Las mesetas son un rasgo conspicuo que predomina en la región y que en este caso se desarrollan hacia la parte norte del área en cuestión. Comúnmente están limitadas por paredes escarpadas, cuyo aspecto es columnar y de apariencia pseudoestratificada; logran alcanzar altitudes hasta de 2500 m.s.n.m., como ejemplos se pueden citar: La Mesa La Cebadilla, Mesa Las Manzaniillas y la Mesa El Varal.

En lo que concierne a las lomas, éstas se desarrollan más ampliamente en la parte central y occidental del área de estudio. Su altitud media sobre el nivel del mar es de 2000 m están constituidas en su mayoría por rocas volcánicas que muestran pequeñas elevaciones raramente redondeadas que en muchos casos presentan paredes escarpadas y diaclasas verticales y por rocas pre-oligocénicas que en contraste desarrollan lomas completamente redondeadas con laderas de pendiente suave, además de encontrarseles en altitudes menores (1950 m).

Hacia la parte sur-occidental se ha formado un pequeño valle, de superficie suavemente ondulada, integrado por gravas y arenas, cuyos clastos son producto de la erosión de las rocas terciarias de composición riolítica.

Por último hacia la parte oriental se localiza una amplia planicie, la cual es parte de la estructura conocida como Graben

de Aguascalientes, compuesta litológicamente por gravas y arenas tobáceas retrabajadas (Ariel Construcciones, 1971; Consultores, 1981). Su altitud promedio sobre el nivel del mar es de alrededor de 1900 m.

Hidrografía

Gran parte del Estado de Aguascalientes está dentro de la Región Hidrológica Lerma-Chapala-Santiago, de la cual se despliegan ríos tributario que son afluentes del Río Santiago. Por lo general gran parte de las corrientes que corren por el estado son de carácter intermitente, es decir, únicamente llevan agua en época de lluvias, que junto con la demanda de agua para la agricultura dió lugar a que se hayan realizado presas de almacenaje. Tal es el caso de la Presa Presidente Calles, Presa General Abelardo Rodríguez, Presa El Niágara, etc., y algunas otras de menor capacidad.

La totalidad del agua potable que utilizan las poblaciones y en especial la Ciudad de Aguascalientes se extrae del subsuelo, aunque gran parte de esta agua es destinada para usos industriales y agrícolas, lo cual ha acentuado el problema de la sobreexplotación de los mantos acuíferos (Consultores, 1981).

En lo que respecta al área de estudio, las corrientes superficiales son intermitentes y por lo general el patrón de drenaje no es homogéneo. Por un lado es de tipo dendrítico (principalmente al norte de la zona), mientras hacia la parte oriental tiene un aspecto semiparalelo en donde las corrientes desembocan hacia el Valle de Aguascalientes. Por otro lado en la parte centro-occidental se forma un patrón centripeto, el cual desemboca en la Presa General Abelardo Rodríguez.

ESTRATIGRAFIA

El área de Jesús María presenta dos localidades cuyas secuencias litoestratigráficas pre-oligocénicas muestran diferencias litológicas (Figura 3a y 3b), además de una cronología diferente (Figura 4). Teniendo únicamente una estratigrafía singular a partir del Oligoceno(?).

Las unidades litoestratigráficas pre-oligocénicas diferenciadas se denominarán en lo sucesivo con los nombres informales de Formación "Cienaguitas", Formación "El Varal", "Tronco San Gregorio" y "Diques Dioríticos".

En lo que atañe a las rocas volcánicas terciarias, se conservan los nombres asignados por Aranda y Aranda (1985) y sólo se modifica la posición estratigráfica de la "Riolita La Tomatina".

En seguida se describen las unidades diferenciadas en el presente estudio, así como las relaciones estratigráficas entre las mismas:

FORMACION "CIENAGUITAS"

Definición.

Se propone informalmente este nombre para asignar a la secuencia volcano-sedimentaria constituida por la alternancia de capas de pedernalas, grauwacas líticas, lutitas y derrames basálticos. Dicha sucesión litológica aflora en la porción central del área de estudio, particularmente entre los poblados de Cienaguitas, La Tomatina y Las Tranquitas (Plano 1). Su mejor

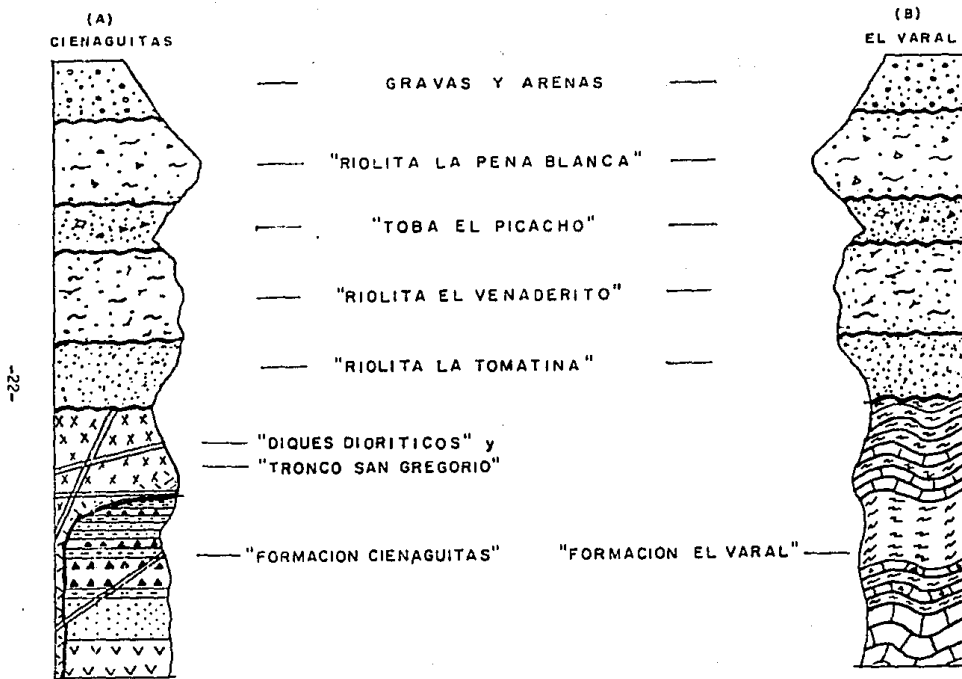


FIGURA 3- Secciones Esquemáticas de las Columnas Litostratigráficas del área de Jesús María, Edo. de Aguascalientes.

EDAD LOCALIDAD		AREA DE ESTUDIO		TEPEZALA Labarthe et al. (1987)
		CIENAGUITAS	EL VARAL	
CUATERNARIO		ALUVION	ALUVION	ALUVION
TERCIARIO	Plioceno	?	?	?
		GRAVAS Y	GRAVAS Y	SECUENCIA
	ARENAS	ARENAS		
	?	?		
	Oligoceno	SECUENCIA VOLCANICA	SECUENCIA VOLCANICA	VOLCANICA
		*	*	
Eoceno	?	?	?	
	"DIQUES DIORITICOS"		FM. CENICERA	
CRETACICO	Paleoceno			FM. CARACOL
	Tardío			FM. INDIDURA
	Temprano	"TRONCO SAN GREGORIO"		
JURASICO		"FORMACION CIENAGUITAS"	"FORMACION EL VARAL"	
		?	?	

FIGURA 4 Tabla de Correlación de las unidades lito-estratigráficas del área de Jesús María, Edo. de Aguascalientes.

* Incluye de la base a la cima: "Riolito La Tamatina", "Riolito El Venaderito", "Toba El Picocho", y "Riolito La Peña Blanca".

▤ NO DEPOSITO

▨ NO ESTUDIADO

exposición se encuentra en el arroyo al sur del poblado Cienaguitas, del cual toma su nombre. Una sección complementaria se encuentra en un corte de terracería que deriva de la carretera Aguascalientes-Calvillo a la cantera de la Cía. Segrana (norte del Cerro El Picacho).

En el presente estudio la sucesión volcano-sedimentaria que compone a la Formación "Cienaguitas" se ha separado en dos miembros (A y B) con base en las características litológicas dominantes y al aspecto físico de cada miembro. A continuación se describen cada uno de ellos desde la base a la cima.

Miembro A

Litología y Distribución.

Dentro de este miembro se agrupa una secuencia litológica masiva constituida por derrames basálticos, grauwacas liticas, pedernales y esporádicamente lutitas.

Este miembro aflora principalmente a lo largo del Arroyo Cienaguitas, mostrando su base en la cabecera del mismo y su cima en el entronque del arroyo con la carretera.

El Miembro A se caracteriza por presentar en su base una abundancia de basaltos cuyo color varia de verde pálido a negro, intemperizando a un color marrón; texturalmente son afaníticos. Su aspecto general es masivo y no llegan a presentarse estructuras. Es comun encontrar un intenso fracturamiento en ellos, lo cual se manifiesta ampliamente por la existencia de fracturas rellenas de cuarzo junto con hematita. En seguida se presenta un cambio gradual que se manifiesta por las intercalaciones de grauwacas liticas de grano fino con derrames basálticos.

Hacia la parte media del Miembro A es patente una abundancia

de grauvacas liticas de color verde pálido a gris pardo, cuyo color de intemperismo es rojizo y/o marrón. Algunas de ellas presentan una textura de grano fino, por lo cual llegan a confundirse en el campo con los derrames básicos presentes en el Arroyo Cienaguitas; otras de mayor abundancia muestran una textura de grano grueso en donde resaltan algunas concentraciones de clorita de forma elongada que le imprimen a la roca ciertos rasgos de flujo. Las concentraciones elongadas de clorita junto con los granos de feldespatos, cuarzo y fragmentos de roca (principalmente de pedernal cripto y microcristalino) están envueltos en una matriz afanítica de color verde claro, la cual además incluye algunas vetillas de hematita.

Los escasos horizontes de lutitas presentes en la parte media del Miembro A tienen un color verde pálido, con un intemperismo de color marrón. Al igual que el resto de las rocas, muestran un aspecto masivo y un intenso fracturamiento que acentúa la friabilidad de las lutitas. Asociadas a estas rocas se presentan algunos lentes de pedernal de color verde claro que al igual que las lutitas muestran un fracturamiento intenso.

Finalmente hacia la cima del Miembro A existe un claro dominio de los pedernales sobre las grauvacas y lutitas quedando estas dos últimas litologías subordinadas.

El color de dichos pedernales varía de verde claro a gris azulado e intemperizan a un color marrón, su aspecto general es masivo (ej. Arroyo Cienaguitas). En algunos casos los pedernales verde claro llegan a presentar horizontes con una gran cantidad de nódulos pequeños y pequeñas bandas de pedernal, cuya composición es similar a la roca que los alberga, salvo que el color es

distinto y varía de blanco a beige. Por otra parte el tamaño y la forma que presentan estos nódulos y bandas son variables.

La mayoría de los nódulos presentan un tamaño que oscila entre 0.5 - 4.0 centímetros y en raros casos se llegan a encontrar otros de mayores dimensiones (15 cm.). En lo que respecta a la forma, existen nódulos esféricos, ovoides y otros en forma de pequeñas bandas cuyo espesor no sobrepasa los 2 cm. y su longitud varía de 5 a 20 centímetros. Cabe señalar que en las formas antes mencionadas se aprecia que las bandas son el producto de deformación causada por cargas litostáticas, acompañadas por cierta fluidez del material. No se descarta la posibilidad de que los nódulos sean producto del estrangulamiento de dichas bandas.

En lo que atañe a los estratos silíceos de color gris azulado, éstos no exhiben nódulos y frecuentemente muestran un aspecto más fresco, presentando únicamente una delgada superficie de alteración de color amarillo claro en las partes expuestas. En las porciones masivas es evidente el fracturamiento remarcado por relleno de cuarzo; otro rasgo singular es el fracturamiento concoidal que desarrollan como resultado de la composición silícea.

petrografía

En sección delgada los derrames presentan una textura intersertal, la cual gradúa a una textura espilitica, o bien variolítica. Los minerales más abundantes son: plagioclasas (andesina-labradorita), teniendo como minerales secundarios a la augita y la albita y como minerales de alteración a la clorita, hematita, epidota y calcita (ver tabla 1, apéndice A).

Esta composición mineralógica indica el carácter basáltico de

los derrames, específicamente de basaltos de origen submarino lo cual se ve confirmado por la íntima asociación que guardan con las secuencias sedimentarias de la Formación "Cienaguillas".

Es frecuente encontrar cierta abundancia de clorita (en algunos casos ferrífera, de color azulado) y hematita que al parecer son el producto de alteración deutérica. La epidota está asociada a los piroxenos (augita) presentes en la roca y probablemente tiene el mismo origen de la clorita y la hematita. Por último, la presencia de albita parece originarse por un proceso de albitización en las plagioclasas, proceso que además da lugar a la liberación de calcio de las mismas originando calcita.

En sección delgada las grauvacas líticas de grano fino presentan un empaquetamiento compacto con espacios estrechos que están ocupados por una matriz criptocristalina arcillosa de clorita y hematita (muestras VDC1-2 y VDC1-7C, Tabla 2, Apéndice A); la matriz constituye aproximadamente el 15 % o más de la roca.

De las muestras analizadas sólo una de ellas muestra un bandeamiento delgado, aspecto que también es perceptible en muestra de mano. Por lo general no se logra apreciar claramente una orientación preferencial de los granos, predominando un arreglo indistinto.

El tamaño de los granos que componen a las grauvacas de grano fino es homogéneo mostrando cada uno de ellos bordes subangulosos o subredondeados; dichos clastos están constituidos por feldespato, cuarzo y fragmentos de pedernal (criptocristalino). Considerando los rasgos anteriormente mencionados se clasifica a estas rocas como grauvacas líticas.

En lo que respecta a las grauvacas de textura de grano grueso en sección delgada, comúnmente muestran una textura epidiástica caótica con mayor porcentaje de matriz, dando la apariencia de tener una serie de clastos flotando en una matriz arcillosa; esta última junto con los clastos tienden en algunos casos a adquirir una orientación preferencial, la cual corre paralela a la estratificación. Los bordes angulosos en los granos son más frecuentes en estas grauvacas.

La textura de estas rocas en ocasiones adquiere un aspecto fluidal. Esto último se ve acentuado por las formas elongadas que adquiere la clorita, o bien, cuando esta última junto con la hematita tienden a envolver, ya sea al cuarzo, a los feldespatos o a los fragmentos de roca (principalmente pedernal). La matriz de estas grauvacas es criptocrystalina silicea y por lo general está acompañada por una cantidad considerable de material arcilloso (clorita). El porcentaje promedio de la matriz es de alrededor de 30 % que junto con los aspectos antes mencionados permiten clasificar a estas rocas como grauvacas liticas. Un resumen de la asociación mineralógica presente en varias muestras analizadas de estas rocas se muestra en la tabla 2, apéndice A.

Los pedernales de aspecto masivo tienen una textura microcrystalina y sólo presentan algunos vestigios de radiolarios; el material arcilloso no influye grandemente en estas porciones y la cloritización es menor.

Las partes donde llegan a presentarse variaciones texturales son aquellas donde existe la presencia de nodulos, ya que éstos imprimen un aspecto moteado a los pedernales en los afloramientos, mientras que en sección delgada dichos nodulos muestran una

textura criptocristalina en contraste con la textura microcristalina del material que los envuelve.

La asociación mineralógica presente en algunas secciones delgadas de pedernales que fueron analizadas se muestran en la tabla 3, apéndice A (VIC1-7a, VIC1-12, VITo-5, y VITo-8).

En lo que respecta a las lutitas, microscópicamente presentan una pasta microcristalina arcillosa mostrando ciertos rasgos de flujo. La mineralogía presente en una muestra analizada se puede observar en la tabla 4 del apéndice A (VIC1-9).

Miembro B

Litología, distribución.

Este miembro se caracteriza por presentar una clara abundancia de estratos de lutitas, con algunas intercalaciones de pedernal verde, grauvacas de textura media a gruesa y derrames basálticos. Así mismo muestra una clara estratificación comúnmente delgada, salvo en los horizontes de grauvacas que frecuentemente son gruesos y en los derrames basálticos cuyo aspecto es masivo.

Los afloramientos más claros de este miembro se encuentran en cortes de la carretera Aguascalientes-Calvillo y el camino de terracería que deriva de esta última a la cantera de la Compañía Segrana (al norte del Cerro El Picacho).

La base del Miembro B inicia con intercalaciones de lutitas silíceas y pedernales verdes de estratificación delgada que pasan gradualmente a una alternancia de lutitas con algunos estratos delgados de pedernal verde (que en ocasiones presentan evidencias fosilíferas), siendo poco abundantes los horizontes de grauvacas y de derrames basálticos espilitizados.

Al ser más arcilloso este miembro hacia la cima: las lutitas muestran un color que varía de verde opaco a un amarillo pardo, alterando a un color rojizo o marrón, presentando horizontes de estratificación delgada (5-15 cm.) y alternándose con capas de pedernales y grauvascas, percibiéndose a menudo cierta laminación en las porciones arcillosas. Tal es el caso de los cortes de la carretera Aguascalientes-Calvillo o de aquellos caminos de terracería como el que se deriva de dicha carretera a la cantera de la Compañía Segrana situada al norte del Cerro El Picacho.

Las porciones de capas delgadas de pedernal se encuentran comúnmente asociadas con estratos arcillosos, en ocasiones sobreyaciendo a los derrames basálticos. La tendencia estructural que presentan estas capas tienen un echado cuyo rumbo oscila entre noreste 30° y noreste 50°.

En lo que atañe a las grauvascas éstas se presentan en estratos medianos o gruesos de color verde con una textura de grano medio a grueso. Sin embargo debido al intemperismo que las afecta adquieren tonalidades rojizas o blancas lo que las hace deleznable al tacto. Estas rocas se encuentran distribuidas en todo el miembro, sin embargo su abundancia es menor comparada con la cantidad de lutitas que tiene el Miembro B.

Los basaltos que muestra este miembro son de color verde oscuro a negro, afectados por un intemperismo intenso y un fracturamiento regular los cuales se conjugan haciendo que estas rocas sean deleznable al tacto. En muestra de mano presentan una textura afanítica; sin embargo, con la ayuda de una lupa se logra apreciar cierto alineamiento de los minerales que constituyen a estos basaltos. Muchos basaltos son de aspecto masivo y son

sobreyacidos por estratos de lutitas y pedernales, tal es el caso del corte de la carretera Aguscalientes-Calvillo.

Petrografía.

Petrográficamente los basaltos de este miembro muestran una textura intersertal donde se logra apreciar cristales subhedrales de plagioclasas en cuyos intersticios se presenta una considerable cantidad de clorita que en ocasiones adquiere un aspecto radial; la mineralogía presente en una muestra analizada de estos derrames aparece en la tabla 1, apéndice A (I.A-87).

En cuanto a las grauvacas de este miembro petrográficamente presentan una matriz arcillosa cuyo promedio oscila alrededor del 25%. los rasgos de flujo son menos frecuentes en comparación con las grauvacas del Miembro A. También son comunes los clastos rotos de cuarzo y los fragmentos de roca, disminuyendo notoriamente las concentraciones de clorita que se apreciaban en las grauvacas del Miembro A, ver tabla 2, apéndice A (TOM-1, FI-4).

Los estratos de pedernales de este miembro muestran una textura criptocristalina y una mineralogía constituida principalmente por cuarzo y clorita, siendo este último mineral el que les imprime el color verde. Un rasgo petrográfico observado en los pedernales del Miembro B, en contraste con los del Miembro A, es que muestran una influencia mayor de las lutitas con las cuales se presentan rítmicamente intercalados, por lo que es común encontrar material arcilloso y cloritización en dichos pedernales. Este último aspecto ha dado lugar al total reemplazo por clorita de la mayoría de los radiolarios presentes en algunos horizontes de pedernales de este miembro, conservándose la forma original de los mismos.

Los escasos horizontes de pedernales con radiolarios han mostrado hasta ahora un total reemplazamiento por clorita o recristalizaciones a cuarzo policristalino y calcedonia, lo cual sólo ha permitido la extracción de moldes internos de radiolarios. En consecuencia no se ha podido definir la edad de la secuencia con precisión.

En sección delgada las lutitas se presentan comúnmente como una masa microcristalina arcillosa, la cual alberga cantidades subordinadas de limo y granos de arena, por lo que a estas rocas se les clasifica como lutitas, aunque como se mencionó anteriormente existen hacia la base del Miembro B algunas lutitas con cierta influencia de pedernalización.

Mineralógicamente están constituidas por clorita, montmorillonita (?) y sericita; también se presentan pequeñas cantidades de hematita.

Cabe señalar que en algunas muestras se observaron ciertas partículas de forma peculiar, cuyo aspecto son el de astillas de vidrio, constituidas esencialmente por clorita; en otras muestras únicamente quedan vestigios irregulares de clorite.

En la tabla 4 del apéndice A se muestran las relaciones mineralógicas de algunas muestras analizadas en sección delgada, así como su contenido faunístico.

Ambiente de depósito e Interpretación.

La secuencia litoestratigráfica que conforma a la Formación "Cienaguitas" denota las características de una serie litológica depositada en una cuenca submarina de aguas profundas, situada por debajo del Nivel de Compensación de los Carbonatos (NCC).

Dicha cuenca se vió sujeta a procesos sedimentarios que

generaron facies pelágicas. las cuales se vieron influenciadas por vulcanismo de dos tipos: uno de carácter submarino representado por los derrames basálticos parcialmente espilitizados y otro de tipo explosivo que aportó parte del material que constituye tanto a las lutitas como a las grauvacas de naturaleza volcanogénica.

Las características marcadas en la porción arcillosa, como son: su mineralogía (principalmente clorita, montmorillonita y sericita); sus rasgos texturales (pelíticos y/o arcillosos); y la existencia de vestigios volcánicos (astillas de vidrio reemplazadas por clorita), permiten suponer que una de las fuentes del material de este miembro fué a partir de eventos volcánicos explosivos de probable composición intermedia a ácida.

Es común encontrar a la clorita y a la montmorillonita asociadas a ambientes continentales, o bien, a zonas cercanas a estos últimos (Griffin et al., 1968; Gibbs, 1977) y al parecer sus proporciones son controladas por la latitud donde se depositan u originan, considerando además la existencia de las rocas de las cuales pueden derivarse. No obstante, también es común encontrar que estos minerales estén formando parte de los sedimentos de aguas profundas, ya sea por haber sido depositados como minerales detriticos, o bien, originados por la alteración del material existente en la cuenca. En este último caso la montmorillonita a menudo está asociada a productos volcánicos (Griffin op. cit.), mientras que la clorita puede ser: 1) el producto de alteración de minerales ferromagnesianos, los cuales existían en relativa abundancia por la presencia de basaltos submarinos; 2) depositada como tal (detritica), o bien, 3) originada por metamorfismo de bajo grado en las facies de esquistos verdes. En este estudio se

considera que los tres aspectos pudieron haber influido en la formación de la clorita que actualmente está presente en la Formación "Cienaguitas".

En las grauwacas es común encontrar clastos de cuarzo y feldespato rotos, asociados a fragmentos de pedernal, así como a concentraciones de clorita, los cuales están envueltos en una matriz micro y criptocristalina de sílice con material arcilloso y clorita de aspecto fluidal, a menudo acompañada por hematita. Tales rocas son la evidencia tangible de material volcánico-clástico que confirma la existencia de fenómenos volcánicos explosivos para ese período.

Las grauwacas muestran por un lado un aspecto masivo y por otro una estratificación que oscila entre 1 y 3 metros, intercalándose con capas de lutitas y estratos de pedernal. lo cual puede interpretarse como lapsos de actividad variable e intermitente en los eventos volcánicos que influyeron en el registro sedimentario.

Por otro lado considerando que la sedimentación en aguas profundas generalmente es muy lenta en comparación con otros ambientes, a menos que existan factores ajenos que alteren el régimen de sedimentación a estas profundidades, como podría ser un mayor aporte de sedimentos originado por corrientes submarinas o por fenómenos volcánicos explosivos aledaños a la cuenca, asociado o no a la existencia de una mayor mortandad de organismos; podemos agregar que el rango de actividad volcánica pudo haber variado en lapsos de tiempo bastante amplios, lo cual parece confirmar la idea esbozada.

Las grauwacas muestran generalmente textura caótica, cuya

matriz criptocristalina silíceo-arcillosa probablemente sea, en parte producto de la devitrificación de cenizas volcánicas, y por otra tenga relación con la precipitación inorgánica de sílice, tal y como lo demuestran los fragmentos de pedernal subredondeado dentro de las grauvacas. Esto último se interpreta como una precipitación de sílice simultánea a la sedimentación del material volcanogénico.

La presencia de los basaltos junto con los miembros sedimentarios de la Formación "Cienaguitas" permiten deducir que éstos fueron extruidos en un medio submarino, aspecto que influyó de manera importante en los rasgos mineralógicos y texturales que presentan dichas rocas.

En los basaltos la composición mineralógica andesina-labradorita, albita, augita, clorita, hematita, calcita y epidota es semejante a la de aquellas rocas consideradas tradicionalmente como espilitas. Sin embargo, cabe aclarar que dicho rasgo mineralógico no es contundente para considerariás como tales, por lo que se debe apoyar en otros aspectos como son: textura variolítica o espilitica y relaciones de campo.

De las muestras analizadas microscópicamente es evidente la presencia de albita asociada con plagioclasa cálcica, así como con una cantidad considerable de clorita y hematita, que ocupan los espacios intersticiales, además de la presencia de epidota y carbonato de calcio. La conversión de basalto a espilita, según Vallance (1974) involucra cambios iónicos e hidrólisis, que aunados a un enfriamiento brusco de los derrames basálticos al contacto con el agua marina da lugar a soluciones alcalinas en las cuales el calcio y los álcalis son más solubles que el Al, Fe y

Mg; estos últimos son el residuo que dará lugar a la clorita. La albita aumenta con el cambio iónico del calcio de las plagioclasas y el sodio de soluciones acuosas, a través de una hidrólisis temprana. Por otro lado, la actividad del CO_2 que se le contiene, es bajo determinará la formación de silicatos hidratados como la epidota, o bien, cuando el contenido de CO_2 aumenta dará lugar a la formación de carbonato de calcio.

La actividad volcánica submarina es patente dentro de la Formación "Cienaguillas" y sin duda la evidencia más notable son los derrames basálticos parcialmente espilitizados aquí descritos. Aunque no se encontraron estructuras almohadilladas lo bastante claras para afirmar su existencia, no demerita el hecho de que tales derrames se hayan formado en un medio marino.

En lo que corresponde a los estratos de pedernales, podemos deducir de su presencia y de sus relaciones con el resto de la secuencia los siguientes aspectos. Dado que la biofacies está constituida exclusivamente por radiolarios, comunes en sedimentos de aguas profundas, además de la estrecha relación entre pedernales y estratos arcillosos en la cima de la Formación "Cienaguillas", podemos afirmar que estos pedernales se formaron en una cuenca situada por debajo del nivel de compensación de los carbonatos, lo cual es apoyado además por la ausencia de rocas carbonatadas dentro de la secuencia.

El origen del pedernal ha sido discutido por varios autores (Williams, et al., 1968; McBride y Thomson, 1970; Kanmera, 1974; McBride y Folk, 1979) para lo cual han considerado su composición mineralógica, sus relaciones litológicas y texturales, además de su ocurrencia. No es sino hasta el inicio de las investigaciones

oceanográficas realizadas primeramente por la expedición Challenger entre los años 1842-1846, cuando se inició una exploración sistemática del fondo oceánico y retomados más tarde en 1964 por el proyecto JOIDES (Joint Oceanographic Institutions, Deep Earth Sampling), cuyo objetivo principal fué perforar los sedimentos oceánicos del Pacífico y el Atlántico, además de examinar los testigos correspondientes, con lo cual se inició el conocimiento de los sedimentos de las aguas profundas. Estos trabajos se vieron ampliados posteriormente (1968) con el Proyecto de Perforación de Mares Profundos (DSDP) en donde con técnicas más avanzadas se ha llegado a perforar a grandes profundidades, logrando recuperaciones de muestras importantes, con las cuales se ha conseguido tener una idea más clara sobre el origen y composición de los pedernales.

Esto ha llevado, por un lado a establecer varios puntos de vista o hipótesis acerca de las posibles fuentes de sílice y su evolución (Calvert, 1968; Gibson, 1971; Wise et al., 1972; Lancelot, 1973; Leene y Kastner, 1974). La mayoría de los autores coinciden que las fuentes posibles del sílice pueden ser biogénicas e inorgánicas. Dentro de este último se considera al de origen volcánogénico y de aquel sílice libre contenido en el agua de mar.

La acumulación y fuente principal de sílice dependerá de los aspectos dominantes que se presenten (orgánicos o inorgánicos), así como de las condiciones físico-químicas reinantes, jugando un papel importante en la disolución, movilización y/o migración del sílice que constituye a los esqueletos y que formará los pedernales durante la diagénesis, o bien, durante la precipitación

química directa del agua del mar.

Se ha encontrado en la literatura geológica que los pedernales se asocian a varios tipos de secuencias litológicas, tal como la ofiolítica, cuya cobertura sedimentaria comúnmente los incluye; en otros casos están asociados a cuencas marginales con presencia de arcos volcánicos, o bien, se encuentran en rocas calcáreas ya sea en forma de nódulos, lentes, bandas o capas.

Partiendo de lo anterior, en la formación de los pedernales actúan varios procesos en donde puede existir un factor que predomine sobre los demás, o bien, puede haber una combinación de los mismos, tal y como lo demuestran algunas relaciones litológicas, mineralógicas y faunísticas.

Considerando los estudios actuales, las ideas formuladas, así como la asociación volcanogénica de la Formación "Cienaguitas" se puede deducir que los estratos silíceos fueron originados de dos fuentes principales, una de ellas a partir de organismos silíceos y otra de carácter volcanogénico.

La primera está apoyada tomando en consideración la existencia de radiolarios, los cuales de acuerdo a las secciones delgadas analizadas eran abundantes, pero debido a las condiciones diagenéticas tempranas los de esqueleto más frágil fueron destruidos dando lugar a los pedernales, quedando sólo algunos vestigios de su existencia; aquéllos con conchas más robustas se vieron reemplazados total o parcialmente por clorita, o recristalizados a cuarzo o calcedonia.

La segunda fuente está basada en las evidencias de vulcanismo, tales como grauvacas de naturaleza volcanogénica y lutitas con astillas de vidrio, las cuales se vieron afectadas por

Procesos diagenéticos (principalmente recristalización, disolución, removilización y/o migración), aportando considerable cantidad de sílice, tal y como lo consideran algunos autores en depósitos de aguas profundas (Gibson y Towe, 1971; Mattson y Pessagno, 1971), o bien, en secuencias que actualmente afloran en la superficie (Pollock, 1987).

Relaciones estratigráficas.

Las relaciones estratigráficas de la Formación "Cienaguitas" con la Formación "El Varal" son aún inciertas debido a que este contacto está cubierto por las rocas volcánicas terciarias.

La porción entre los poblados de La Tomatina y Las Tranquitas en donde aflora la Formación "Cienaguitas" se le encontró intrusionada por el "Tronco San Gregorio", sin producir una aureola de contacto tangible. En otros afloramientos al noroeste del poblado La Tomatina los "Diques Dioríticos" cortan a esta formación.

La Formación "Cienaguitas" es sobreyacida en discordancia por la "Riolita La Tomatina" en las canteras localizadas al occidente del poblado La Tomatina, o por la "Riolita El Venaderito" al norte del Cerro El Picacho; no se observó su contacto inferior.

Edad.

La edad de la Formación "Cienaguitas" no ha sido establecida con precisión hasta la fecha. Los únicos organismos encontrados han sido radiolarios los cuales están reemplazados por clorita y no es factible su extracción para un análisis taxonómico. Sin embargo, de acuerdo al análisis de los radiolarios contenidos en varias secciones delgadas realizado por el M. en C. Víctor M. Dávila Alcocer (comunicación personal), se descarta la posibilidad

de una edad Triásica (como han sugerido algunos autores), ya que las espigas de los radiolarios muestran una naturaleza sólida y sin torsión. Además, sitúa tentativamente a la Formación "Cienaguillas" en el Jurásico por encontrar formas similares al género Parvicingula sp.

FORMACIÓN EL VARAL

Definición.

Se da informalmente este nombre a una secuencia de pizarras y metacalizas de color gris oscuro a negro, con bandas y nódulos de pedernal negro que afloran al norte del Rancho El Varal y cuyas características texturales denotan un metamorfismo regional de bajo grado; la estratificación que aún se puede apreciar en las metacalizas varía de mediana a gruesa, llegando en ocasiones a presentar un aspecto masivo sobre el Arroyo La Atarjea, mientras que en las pizarras el rasgo más singular es la foliación llegando a conformar algunos paquetes gruesos donde se percibe laminación.

Se sabe que esta secuencia es muy semejante litológicamente a otra que aflora en el Distrito Minero de Tepezalá, la cual presenta mejores afloramientos y mayor claridad en sus rasgos. Sin embargo, no existe certeza para afirmar que tales secuencias son las mismas. Por tal motivo se recomienda provisionalmente como sección tipo el Arroyo La Atarjea hasta nuevos estudios de estas dos áreas.

Litología y Distribución.

La Formación "El Varal" está constituida por una secuencia de pizarras y metacalizas, observadas claramente en algunos bancos de

material antiguamente en explotación y en pequeñas ventanas sobre el cauce del arroyo La Atarjea, a lo largo del cual se ven cambios graduales.

La descripción que a continuación se presentará pertenece a la porción que aflora sobre el arroyo La Atarjea dejando claro que dicha porción no constituye a toda la unidad, ya que no afloran la base y la cima de la misma.

Sobre las partes bajas del arroyo, precisamente a un costado del lugar denominado El Varal, afloran paquetes gruesos o masivos de metacalizas de color gris oscuro que muestran rasgos de deformación plástica, comúnmente cortados por vetillas de calcita de color blanco. El rumbo de echado de estas metacalizas se dirige al sureste 64° con una intensidad de 47° .

Aguas arriba sobre el arroyo se presenta un cambio gradual en donde aparecen estratos delgados de metacaliza de color gris oscuro con bandas y nódulos de pedernal negro, intercalados con horizontes delgados de pizarras del mismo color; el color de intemperismo de esta parte varia de rosado a café claro y muestran un rumbo de echado al sureste 75° con una intensidad de 45° ; observándose, en algunos casos pliegues muy deformados.

La sección sobre el arroyo continúa aguas arriba con una alternancia de metacalizas y pizarras, para posteriormente pasar de manera gradual a una porción donde las pizarras son más abundantes. su color es negro e intemperizan a un color pardo. Es en estos lugares donde aún se percive la laminación original de estas rocas que además se encuentran afectadas por un cuerpo tabular riolítico de color blanco que produce esquistocidad en las zonas de contacto.

Posteriormente los horizontes pizarrosos se vuelven a encontrar interestratificados con estratos delgados de caliza de color gris claro, con un interperismo de color rojo y con calcita de color negro recristalizada. Llama la atención el hecho de que los nódulos o bandas de Pedernal ya no se presenten. Finalmente en la cabecera del arroyo, esta secuencia adquiere rasgos esquistosos y un color rojizo.

La secuencia litológica incompleta que constituye a la Formación "El Varal" en el área de estudio, se estima que tiene un espesor que oscila alrededor de los 150 metros.

Existen vetas de cuarzo que cortan tanto a esta unidad como a la parte baja de la cubierta volcánica terciaria, que se originaron por procesos hidrotermales.

Cabe aclarar que se descartó la posibilidad de que dichas vetas fueran efectos del "Tronco San Gregorio" o de los "Inques Dioríticos" por considerar que tales efectos debieran verse además de acentuados en la Formación "Cienaguitas", también en la parte inferior de la cubierta volcánica terciaria (como es el caso de las canteras localizadas al norte del poblado La Tomatina) por la cercanía con dichos cuerpos intrusivos. Sin embargo esto no ocurre, es más no hay efecto alguno.

Petrografía.

Los estratos de metacaliza de esta unidad muestran en sección delgada una completa recristalización del material calcáreo original, desarrollándose un mosaico de cristales de calcita los cuales presentan una elongación paralela a la estratificación, siendo esto último lo que en parte pone de manifiesto el metamorfismo regional de bajo grado que afectó a la secuencia.

El arreglo cristalino de las metacalizas se ve interrumpido por vetillas de calcita cuyo arreglo cristalino contrasta con el de las metacalizas. ya que los cristales de las vetillas de calcita no muestran evidencias de deformación.

En sección delgada el material que compone a las pizarras se observa como una pasta cripto y microcristalina, en la cual se logra apreciar un arreglo laminar paralelo a la foliación. dicha laminación en ocasiones se ve interrumpida por microcizallamiento.

Los minerales que se pudieron diferenciar son: cuarzo, feldespatos, muscovita, clorita, sericita y hematita. Existe un material completamente negro, que en algunos casos es abundante, el cual probablemente sea materia orgánica.

Con respecto a los pedernales, éstos muestran en sección delgada un arreglo microcristalino en el cual se desarrolla un alineamiento de los microcristales de tal manera que semejan cierta laminación, la cual es paralela a la estratificación del material calcáreo que los contiene. Tal aspecto se interpreta como un efecto del metamorfismo de bajo grado el cual además acentuó la calcificación de dichos pedernales.

La relación mineralógica de las muestras analizadas de esta unidad se muestran en la tabla 5 del apéndice A.

Relaciones Estratigráficas.

La base de la Formación "El Varal" no aflora en el área, por lo cual se desconocen las relaciones que pudieran existir entre esta secuencia con la Formación "Cieneguitas" (u otras unidades), por otro lado está sobreyacida en discordancia angular por algunas unidades volcánicas que componen la cubierta terciaria ("Riolita La Tomatina", "Riolita El Venaderito" y la "Toba El Picacho").

Edad.

Desafortunadamente no fue posible encontrar evidencias firmes que permitieran situar geocronológicamente a esta unidad y tener así una idea más clara de los sucesos ocurridos. Por consiguiente el intervalo de tiempo que puede abarcar esta unidad es bastante amplio en el área de estudio, pudiéndose establecer únicamente que fué anterior al depósito de la "Riolita La Tomatina" y más claramente, previa al evento metamórfico de carácter regional que imprimió algunos de los rasgos de esta secuencia.

Cabe aclarar que existen rocas semejantes al norte del estado de Aguascalientes, particularmente en el Distrito Minero de Tepezala y a las cuales Terrones, L. (comunicación personal) situó en el Cretácico. Dichas rocas están sobreyacidas en contacto de falla por la Formación Indidura, la cual no muestra efectos de metamorfismo. Sin embargo, se considera conveniente en dejar abierto el tema en espera de estudios de mayor detalle que permitan resolver dicha cuestión.

"TRONCO SAN GREGORIO"

Definición.

Se nombra informalmente como "Tronco San Gregorio" a un cuerpo intrusivo cuya composición varía de diorita a granito. El color de este cuerpo está gobernado principalmente por el contenido de minerales máficos y félsicos; en el caso de las porciones básicas el color es impreso de acuerdo al contenido de hornblenda, mientras que en las porciones graníticas el color lo marcan el cuarzo, los feldespatos potásicos y las plagioclasas, su

color de intemperismo varía de un color amarillento a un color pardo claro.

Litología y distribución.

El "Tronco San Gregorio" litológicamente está constituido por una parte granítica cuyos afloramientos son comunes y abarcan una área más amplia pero fuertemente meteorizada, creando un suelo residual, y otra de carácter básico definida como diorita, cuyos afloramientos de aspecto más fresco se restringen al cauce del Arroyo San Gregorio y márgenes aledañas.

Texturalmente la porción diorítica muestra variaciones irregulares, por lo cual no puede seguirse una continuidad de rasgos de un afloramiento a otro. En ciertos lugares la textura poikilitica es más relevante, en otros la textura porfídica domina y es en este caso donde se presentan concentraciones de cristales de hornblenda entre 0.5 y 1.5 cm., existen además algunos horizontes máficos de textura afanítica, mientras que en la parte granítica es más común la textura porfídica.

El "Tronco San Gregorio" en su conjunto aflora en la parte central del área de estudio, particularmente hacia la parte noreste del poblado La Tomatina, en el Arroyo San Gregorio del cual toma su nombre. En este último lugar es donde mejor se aprecia la porción básica, y sobre las partes bajas del Arroyo Hondo (situado al oriente del poblado La Tomatina), se observa con mayor claridad la parte granítica.

Mineralogía.

Mineralógicamente las rocas básicas están constituidas por plagioclasas (principalmente andesina-labradorita) y hornblenda como minerales esenciales. En seguida se presentan como minerales

secundarios: diopsido, augita y magnetita, y como minerales de alteración: clorita, sericita y hematita. Cabe señalar que el cuarzo aparece esporádicamente.

Las rocas graníticas presentan como minerales principales cuarzo, feldespato potásico (ortoclasa) y plagioclasas (oligoclasa-andesina); en proporciones menores están augita, hornblenda, biotita y magnetita; y como minerales de alteración sericita, clorita y hematita.

Los análisis petrográficos anteriores permiten confirmar que el "Tronco San Gregorio" se presenta predominantemente como granito y en menor proporción como una diorita de hornblenda. Una relación mineralógica de las muestras analizadas se puede observar en la tabla 6, apéndice A.

Relaciones Estratigráficas.

Dado que los afloramientos son en forma de pequeñas ventanillas, aunado al profundo intemperismo que afecta a la unidad, se hace difícil precisar con mejor claridad la relación de las partes granítica y diorítica. Por otra parte, el "Tronco San Gregorio" intruiona a la Formación "Cieneguitas" sin provocar cambios relevantes en la misma.

Lamentablemente no se encontraron evidencias que pudieran evidenciar la existencia de dos cuerpos de litología diferente, o bien de uno solo pero con porciones básicas. No obstante, se cree más factible este último punto, debido en parte al cambio brusco dentro de una pequeña área de una litología a otra; por tanto las porciones diorítica y granítica que constituyen al "Tronco San Gregorio" probablemente sean resultado de la diferenciación de un material, a partir del cual se generaron fracciones básicas que

dieron lugar a la parte diorítica (en ocasiones rica en hornblenda). En seguida el tronco sufrió un fracturamiento producido probablemente por el empuje del magma de composición básica que más tarde se estableció como diques de composición diorítica en dichas fracturas, afectando no sólo al cuerpo intrusivo, sino también, a la cubierta volcano-sedimentaria.

NOTA.

Hasta la fecha no se cuenta con dataciones isotópicas del "Tronco San Gregorio", por lo cual se le asigna una edad tentativa de acuerdo a las relaciones estratigráficas que presenta con el resto de las unidades.

Se considera que el "Tronco San Gregorio" fué emplazado posteriormente al depósito de la secuencia litológica que constituye a la Formación "Cienaguitas" y antes del depósito de la cubierta volcánica terciaria. Sin embargo tratando de cerrar un poco el intervalo de tiempo se hará uso de otros parámetros que pueden no ser contundentes, pero que sirven de apoyo para tratar de armar la cronología de los eventos. Esto es, el "Tronco San Gregorio" se puede situar anterior al emplazamiento de los "Diques Dioríticos" que lo cortan y por consiguiente anterior al depósito de la "Riolita La Tomatina" (ver Figura 4).

"DIQUES DIORITICOS".

Definición.

Se nombra informalmente como "Diques Dioríticos" a una serie de cuerpos tabulares de composición diorítica y textura afanítica que cortan indistintamente tanto al "Tronco San Gregorio" como a la Formación "Cienaguitas". El color de estos diques varía de

verde oscuro a negro y adquieren un color pardo al intemperismo.

Litología - Distribución.

Estos diques tienen una composición muy semejante a la del "Tronco San Gregorio" en su porción diorítica, empero texturalmente son diferentes y llegan a presentar tremolita-actinolita, ausente en el tronco y, al parecer, es producto del emplazamiento de los diques.

La distribución de estos diques es heterogénea, observándose prácticamente en todos los caminos y arroyos que están sobre el "Tronco San Gregorio" y con menor claridad en la "Formación Cienaguitas". La posición de los diques es muy variable, pero lo más común es encontrarlos casi verticales y en raros casos horizontales.

Los "Diques Dioríticos" junto con las otras porciones del "Tronco San Gregorio" son cortadas ampliamente por vetillas de color blanco y esporádicamente verde, constituidas por cuarzo y epidota, siendo esta última la que les imprime dicho color. El arreglo de las vetillas es muy irregular y su aparición no es continua en los afloramientos y en raros casos las vetillas llegan a afectar a la cubierta volcano-sedimentaria.

Petrografía.

La mineralogía común de los diques es en orden de abundancia: plagioclasas (principalmente andesina), augita, tremolita-actinolita, hornblenda, feldespato potásico, magnetita, clorita y sericita (ver tabla 6, apéndice A). Tal mineralogía junto con sus rasgos de campo permite clasificarlos como diques de composición diorítica.

Los minerales de posible afinidad metamórfica que se

Presentan con mayor frecuencia como clorita y epidota, además de un anfíbol de aspecto fibroso (tremolita-actinolita) que se encuentra asociado al piroxeno existente en la roca (augita). Sin embargo se cree más probable que estos minerales se hayan originado durante el emplazamiento de los diques y, tanto la epidota como el anfíbol sean los productos de una etapa deutérica.

Relaciones Estratigráficas.

Las relaciones estratigráficas de los "Diques Dioríticos" con las rocas pre-oligocénicas son relativamente claras. Por un lado estos cuerpos tabulares cortan tanto al "Tronco San Gregorio" como a la Formación "Cienaguillas", sin llegar a alcanzar la parte inferior de la cubierta terciaria. Por otro lado se desconoce si existe alguna relación de los diques con la Formación "El Varal", ya que donde aflora esta última no se encontraron estos cuerpos, sino únicamente efectos hidrotermales de características terciarias.

Edad.

La edad de los "Diques Dioríticos" no pudo ser establecida con exactitud, sin embargo, se sabe que estos fueron emplazados posteriormente a la formación del "Tronco San Gregorio" y antes del emplazamiento de la "Riolita La Tomatina".

"RIOLITA LA TOMATINA"

Definición.

La "Riolita La Tomatina" fue estudiada inicialmente por Aranda y Aranda (1985), quienes agruparon informalmente dentro de esta unidad a tobas riolíticas depositadas por flujo de cenizas.

depósitos volcánoclasticos y por un remanente de lava riolítica rica en fenocristales.

Esta unidad fue considerada por Aranda y Aranda (op. cit.) como la más joven dentro de la secuencia volcánica. sin embargo, evidencias de campo aquí recopiladas demuestran que es la unidad más antigua dentro de toda la secuencia volcánica. Esta relación puede ser observada en la cantera situada al norte del poblado Los Arquitos y en las canteras localizadas al occidente del poblado La Tomatina.

Litología y Distribución.

La "Riolita La Tomatina" aquí descrita agrupa a varios miembros volcánicos que contrastan en color, textura y consolidación, lo cual al parecer es en respuesta al cambio en las condiciones o tipo de vulcanismo. Algunos de los miembros son de poca extensión (de algunas decenas de metros) y no se encuentran en todos los sitios donde aflora dicha unidad.

A continuación se describen los cinco miembros de la base a la cima en una sección estratigráfica compuesta (Figura 5).

El primer miembro esta constituido por un depósito de tobas cuyo color varia de amarillo a blanco con un color de intemperismo pardo claro. Presentan una estratificación delgada que oscila entre 1 y 20 cm., y un rumbo de echado de las capas de noroeste 23°, con una intensidad de 55°.

La mayoría de los clastos tienen un tamaño que varia entre 1 y 3 mm, predominando los de tamaño de arena. Muchos de ellos son fragmentos de roca y pómez, los cuales están envueltos en una matriz de cenizas y donde los cristales no son muy abundantes.

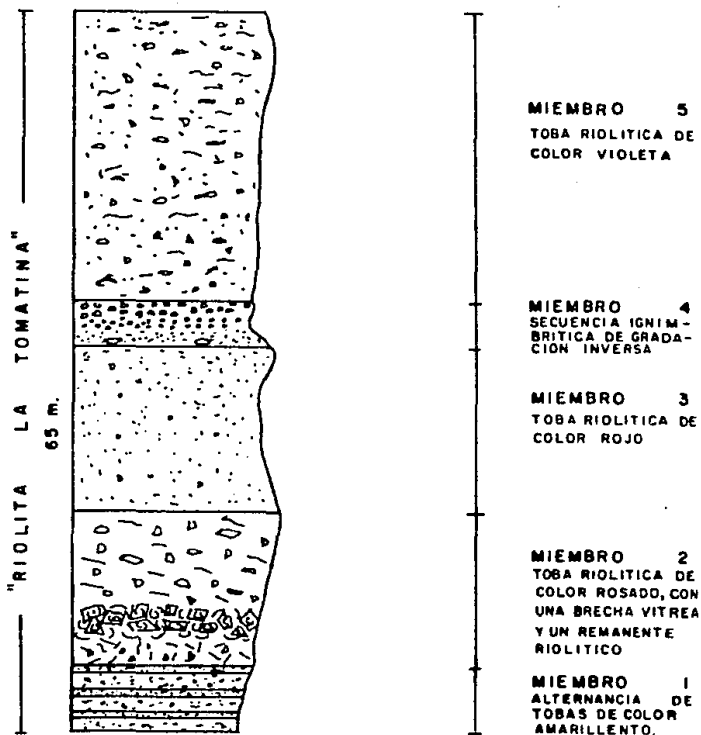


FIGURA 5 - Sección Esquemática de los miembros de la "Riolita La Tomatina", en el área de Jesús María.

En ocasiones se llegan a presentar pequeños horizontes de tobas de grano fino de 1 a 2 cm. de espesor, resaltando entre los estratos tobaceos de grano más grueso, tal acomodo al parecer presenta una ritmicidad muy local, restringiéndose a los lugares a donde aflora este miembro. Cabe hacer notar que la extensión de este miembro es restringida y únicamente se puede observar en afloramientos de magnitud pequeña que se localizan en las laderas al norte del poblado La Tomatina y en las faldas del Cerro Miratas, en donde sobreyace en discordancia al "Tronco San Gregorio"; aún entre estos dos sitios comúnmente es cubierto por material erosionado de las unidades sobreyacentes.

Dado que lateralmente este miembro es cubierto por material erosionado de otras unidades topográficamente más altas, sus afloramientos no se pueden seguir fácilmente por lo cual, en algunos casos, el espesor se torna difícil de medir. No obstante, de acuerdo a las observaciones de campo se considera que en las laderas situadas al noroeste del poblado La Tomatina el miembro alcanza un espesor que oscila entre 4 y 6 metros.

Descansando concordantemente se encuentra el segundo miembro dentro del cual se agrupa a una toba riolítica de color rojo, completamente consolidada y muy quebradiza, sobreyacida concordantemente por una brecha vítrea constituida por clastos angulosos de tamaño variable (1-15 cm.), envueltos por un material vítreo. En seguida se encuentra de manera concordante una toba consolidada de color rosado a rojo, cuyo intemperismo es de color blanco, su composición es riolítica y su aspecto general es masivo. En esta porción por lo regular se logra observar una textura de flujo marcada por algunos fragmentos de roca y pómez,

cuyos tamaños varían entre 2 y 4 centímetros, los cuales comúnmente están aplastados. A pesar de este último aspecto, dicha roca no refleja un soldamiento intenso (aspecto que es aprovechado por los lugareños para explotarla como banco de material).

Es importante hacer notar que las primeras dos unidades litológicas de este miembro son de carácter muy local. La toba riolítica consolidada se restringe a las laderas situadas al oeste del poblado La Tomatina. La brecha vítrea aflora además del sitio antes mencionado en la cantera situada al sur del Rancho El Picacho. Por último la toba de aspecto masivo aflora en los dos lugares antes mencionados.

Los afloramientos de la riolita roja y de la brecha vítrea no son muy buenos, además de que el carácter local y aspecto masivo de cada una de ellas no permite dar un espesor preciso, aunado a que no muestran o siguen el patrón de inclinación de las unidades litológicas circundantes. En lo tocante a la toba consolidada de color rojo, esta muestra una inclinación que se dirige al noroeste, al igual que los clastos que la componen. En cuanto a su espesor se estima que en las canteras situadas al noroeste del poblado La Tomatina alcanza aproximadamente hasta 10 metros. Sin embargo en la cantera localizada al sur del Rancho El Picacho este espesor aumenta considerablemente, pero debido a que no aflora su base se cree que por lo menos duplica el valor antes mencionado.

En un tercer miembro se agrupan a unas tobas de color rojo de aspecto masivo y muy compactas, texturalmente son afaníticas, tales tobas tienen una composición riolítica y su distribución se restringe a un afloramiento pequeño al oeste de la cortina de la presa Los Arquitos, otro al occidente del poblado de Gracias a

Dios y uno más al noroeste de El Varal. Es en este último sitio donde dicho miembro contiene clastos de pizarras y metacálizos, sobreyaciendo en discordancia a las rocas metamorfosadas que afloran en este sitio.

Dado que el aspecto general de éste miembro es masivo, aunado a que la mayoría de los afloramientos no permiten estimar con precisión su espesor se considera con cierta reserva de 15 metros.

Un cuarto miembro lo compone una secuencia ignimbrítica (desde el punto de vista de Sparks et al. 1973) poco consolidada, cuyo rasgo más relevante es una gradación inversa, con un espesor que oscila alrededor de los 30 centímetros. La secuencia es coronada por un horizonte pumítico cuyo espesor máximo es de alrededor de 70 cm. y es subyacida por un horizonte de cenizas finas que descansan sobre clastos riolíticos densos cuyos tamaños varían desde 2 cm. hasta 30 cm. Este miembro únicamente se presenta en la cantera situada al oeste de La Tomatina y parece haber ocupado algunas depresiones (paleocanales ?) ya que en ciertas partes del mismo afloramiento disminuye de espesor, o bien, desaparece lateralmente. En las porciones mejor expuestas tal miembro alcanza un espesor máximo de 2 metros.

Sobre el horizonte de pómez descansa concordantemente una toba de color maney, que intemperiza a un color beige o amarillento; su composición es riolítica y alcanza un espesor máximo de 2 metros. Al igual que los anteriores miembros tal toba lateralmente disminuye de espesor.

Por último se encuentra una toba consolidada de color violeta, cuyo color de intemperismo es blanquecino, esta constituida por líticos angulosos y pómez, envueltos en una matriz

vitrea y la mayoría de los clastos de pómez están deformados, sus tamaños son variables y generalmente oscilan entre unos cuantos milímetros y 2 centímetros.

La composición de esta toba es riolitica y de acuerdo a los rasgos texturales mencionados con anterioridad su origen puede atribuirse a un flujo piroclástico. Dicho miembro también es aprovechado como banco de material por los lugareños.

Esta unidad puede sobreyacer concordantemente al cuarto miembro, o bien, discordantemente al miembro tres, lo cual hace suponer la existencia de una topografía irregular anterior a su emplazamiento. En otros casos como en la cantera situada al norte de San Lorenzo, la base de esta no se encontró. Este último miembro es sobreyacido discordantemente por la "Riolita El Venaderito" en la cantera localizada al norte del poblado de Los Arquitos. De lo anterior se estima que tal miembro alcanza un espesor aproximado de 30 metros.

Los afloramientos de la "Riolita La Tomatina" no son muy amplios y su distribución está restringida a la parte central del área en consideración (Plano 1), sus mejores exposiciones son las canteras que están al sur del Rancho El Picacho, al occidente del poblado La Tomatina y al oeste del Rancho San Lorenzo. Existen otros pequeños afloramientos a lo largo de la franja que forma esta unidad debido a que los lugareños explotan dos de los miembros de la misma como material de construcción.

El espesor total de la "Riolita La Tomatina" se estima que oscila alrededor de 65 metros.

Petrografía.

Las muestras analizadas petrográficamente de la "Riolita La

Tomatina" arrojan las siguientes características generales: la composición de la unidad es riolítica, presentando texturas que van desde vitroclástica, holohialina y porfídica. Los fenocristales más comunes son cuarzo, sanidino y plagioclasas sódicas; tales minerales están acompañados por una matriz vítrea en donde las astillas de vidrio son comunes. Los fragmentos de roca y pómez también están presentes.

Un resumen de la asociación mineralógica se muestra en la tabla 7 del apéndice A.

Relaciones Estratigráficas.

Dentro de la secuencia volcánica terciaria, la "Riolita La Tomatina" es la unidad más antigua, encontrándose sobreyacida en discordancia por la "Riolita El Venaderito", y subyacida también en discordancia por la Formación "Cieneguitas" (centras al occidente del poblado La Tomatina) y por la Formación "El Varel". En este último sitio uno de los miembros de la "Riolita La Tomatina" envuelve en sus partes inferiores clastos de pizarra y metacaliza.

El buzamiento general de la "Riolita La Tomatina" tiene un rumbo de noroeste 28° con una inclinación promedio de 15° .

Egeo.

Desafortunadamente no se pudo contar con detecciones absolutas de esta unidad, sin embargo, en algunos reportes (Aranda y Aranda op cit): INEGI, 1981) consideran que la cubierta volcánica se sitúa en el Terciario, particularmente en el Oligoceno (?). En opinión del que describe, esta unidad junto con las unidades sobreyacentes pueden correlacionarse tentativamente con el paquete ignimbrítico de McDowell y Clabaugh (1979), el cual se

sitúa en el Oligoceno, no obstante es necesario hacer dataciones de esta unidad para conocer con precisión su edad.

"RIOLITA EL VENADERITO"

Definición.

En un estudio previo, Aranda y Aranda (1985) describieron a esta unidad como "Riolita El Venaderito", cuyos rasgos más singulares son: la presencia de "foliación de flujo", devitrificación selectiva, pliegues sinclinal y hacia la cima es común encontrar un vitrófido negro.

Litología y Distribución.

La "Riolita El Venaderito" se caracteriza en el presente estudio por tener una composición riolítica, fábrica eutaxítica y textura de flujo, lo cual al parecer facilita y acentúa el desarrollo de pseudoestratificación en algunas porciones de esta unidad, permitiendo el desprendimiento en forma de lajas en algunos afloramientos. Es común que esta unidad muestre un diaclasamiento vertical que a su vez origina grandes bloques columnares, o bien, paredes verticales.

La distribución de la "Riolita El Venaderito" es bastante amplia en el área de Jesús María (Plano 1), lo que permite observar sus rasgos más característicos, tanto en las laderas de la sierra que forman el Cerro La Peña Blanca y el Cerro El Picacho como en los alrededores del Rancho San Isidro y en las mesetas situadas al norte de este último.

La "Riolita El Venaderito" muestra cambios notorios, tanto vertical como horizontalmente. En este último caso el más

relevante es el acentuamiento de la pseudoestratificación, en algunos lugares y en menor grado en otros. En lo que respecta a los cambios verticales esta unidad muestra un soldamiento intenso en su base y un aspecto masivo, como en las canchales al norte del Cerro El Picacho; además presenta una textura porfídica y envuelve líticos de tamaño variable, deformados y alargados (5-10 cm.). También es común encontrar cavidades elongadas rellenas de cuarzo y feldespató, como resultado de las soluciones que cristalizan en la fase de vapor (Smith, 1960b); conforme se avanza hacia las partes exteriores, es decir, hacia las porciones expuestas a la intemperie es más evidente la pseudoestratificación debido en parte al intemperismo, la cual es realizada por estructuras de flujo. En las partes superiores el soldamiento disminuye y se desarrollan cavidades esféricas que en su interior desarrollan cristales de cuarzo, dando lugar a la formación de geodas. El tamaño de estas últimas es variable y llegan a encontrarse desde 1 cm. hasta 10 cm. de diámetro.

En la parte superior de la riolita a menudo se encuentra un vitrófido de color negro que desarrolla una fábrica perlítica y esferulítica. En este caso las esferulitas muestran un crecimiento radial cuarzo-feldespató y su tamaño no es mayor de 1 cm. Se considera que las esferulitas son el resultado del enfriamiento brusco de la mezcla silicatada (Williams et al., 1960), que aunada a la hidratación del vidrio da origen a una fábrica perlítica.

En la ladera noroeste del Cerro El Picacho la "Riolita El Venaderito" alcanza un espesor máximo de 150 metros, sin embargo, se cree que este espesor puede ser mayor, ya que en las barrancas más profundas de las sierras y mesetas, la base de dicha unidad no

aflora, como es el caso del Arroyo Carboneras (al oeste del Cerro La Peña Blanca), Arroyo La Gloria (al oeste de la Presa Los Arquitos), Arroyo El Español (al sureste del Cerro Banco El Roble), etc. Aún cuando en la mayoría de ellos la pseudoestratificación de la "Riolita El Venaderito" varíe ampliamente en su inclinación dentro de intervalos estrechos (lo cual en parte dificulta tener una continuidad que permita obtener un espesor preciso) se considera que tal espesor puede ser mayor.

Petrografía.

El análisis petrográfico de varias secciones delgadas de esta unidad muestran una textura porfídica y fluidal, además de la fábrica eutaxítica mencionada anteriormente y del intenso soldamiento. Los fenocristales son principalmente: cuarzo, sanidino, plagioclasa sódica, biotita y magnetita, tales minerales están dentro de una matriz vítrea parcialmente devitrificada; los bordes de los minerales principales (cuarzo, sanidino y plagioclasa) frecuentemente están redondeados, probablemente debido a la abrasión durante el transporte en su emplazamiento.

La asociación mineralógica de varias secciones delgadas de la "Riolita El Venaderito" se muestra en la tabla 7 del apéndice A.

Una estructura primaria singular de la "Riolita El Venaderito" es el desarrollo de pliegues por flujo, lo cual origina cierta heterogeneidad en la inclinación de los planos de flujos, un ejemplo claro de estos pliegues aflora en la cabecera del Arroyo Cienaguitas.

Inclinaciones Estratigráficas.

La "Riolita El Venaderito" sobreyace, dependiendo del área de observación, en discordancia a la "Riolita La Tomatina" aspecto

que es evidente en las canteras que se localizan al norte de los poblados La Tomatina y Los Arquitos respectivamente (Plano II): en otras porciones también sobreyace en discordancia a la secuencia mesozoica (ladera norte del Cerro El Picacho y los alrededores de El Varal). La cima de esta unidad es cubierta en discordancia por una toba lítica blanquecina de aspecto caótico (ladera norte del Cerro El Picacho y en las laderas del Cerro Los Azules), o bien, por una toba de color verdoso (Arroyo Carboneras, ladera occidental del Cerro El Picacho y sobre la vereda que va de El Varal al caserío de El Taray), que corresponden a la unidad denominada "Toba El Picacho".

Edad.

Hasta la fecha no se tiene una edad precisa de esta unidad por lo que tentativamente se correlaciona con el paquete ignimbrítico de McDowell y Clabaugh (1979) de edad oligocénica, en espera de un estudio geocronológico de esta unidad.

TOBA EL PICACHO

Definición.

La "Toba El Picacho" fue propuesta informalmente por Aranda y Aranda (1985), quienes la describieron como "un depósito volcanoclástico de color amarillo paja, que en su base presenta una brecha volcanoclástica caótica pobremente estratificada".

Litología y Distribución.

En este estudio la unidad "Toba El Picacho", litológicamente está constituida por tobas líticas de varias coloraciones. La toba más ampliamente distribuida es una de color verde limón cuyo color

de intemperismo es amarillento, comúnmente presenta liticos de composición riolítica de tamaños que no sobrepasan los 2 centímetros y en ocasiones se presenta un vitrófido de color verde a gris verdoso en su base; lateralmente se presenta una toba litica de color beige o blanquecina que intemperiza a un color café o amarillento, algunas veces con aspecto caótico, y al parecer corresponde a la "brecha volcánoclastica caótica" que Aranda y Aranda (op. cit.) mencionan en su trabajo. Los liticos de la toba anteriormente señalada son de tamaño muy variable, ya que se encuentran desde 0.5 cm. hasta 20 cm., o raramente de mayor tamaño, con una composición riolítica; otros constituyentes comunes son clastos de pómez de color amarillento cuyos tamaños oscilan entre 0.5 y 2 cm.

Un rasgo peculiar de estas tobas es que muestran una estratificación burda, que en el caso de los afloramientos en los alrededores del Cerro El Picacho es casi horizontal y el poco buzamiento perceptible se dirige al oeste.

La distribución de la "Toba El Picacho" no es muy amplia en el área de estudio y se restringe a aquellos afloramientos en los alrededores del Cerro El Picacho, del cual toma su nombre y del Cerro Peña Blanca, además de las partes circundantes del Cerro Los Azules (Plano I).

El espesor de la "Toba El Picacho" no es continuo, sin embargo se considera que oscila alrededor de los 30 metros en las laderas del Cerro El Picacho.

Textura.

En forma general los rasgos más característicos de esta unidad en sección delgada son una textura de flujo marcada por las

estillas de vidrio, y una textura porfídica, en donde los fenocristales cristales más comunes, aunque no abundantes son: cuarzo, sanidino y plagioclasa sódica, además de fragmentos de roca riolíticos y pómez envueltos en una matriz vítrea. Las fábricas perlitica y esferulitica se exhiben en el vitrófido verde que presenta esta unidad.

El conjunto mineralógico de esta unidad se ilustra en la tabla 7 del apéndice A.

Relaciones Estratigráficas.

La "Toba El Picacho" está subyacida y sobreyacida discordantemente por la "Riolita El Venaderito" y la "Riolita La Peña Blanca" respectivamente; en el primer caso no se presenta alguna superficie de erosión y a menudo se encuentran en contacto el vitrófido negro de la "Riolita El Venaderito" y las tobas que constituyen a la "Toba El Picacho". Las diferencias en consolidación y textura de las unidades respectivas se interpretan como la existencia de una discordancia. Este último punto se aplica para el contacto superior de la "Toba El Picacho" con la "Riolita La Peña Blanca" donde tampoco se encuentra una superficie de erosión.

Edad.

Tomando en cuenta que el paquete volcánico superior de McDowell y Clabaugh (1981) es de composición riolítica, además de que en él se incluyen tobas y brechas, tentativamente se correlaciona a esta unidad con dicho paquete por lo cual se le sitúa en el Oligoceno (?), en espera de una datación geocronológica.

"RIOLITA LA PEÑA BLANCA"

Definición.

Aranda y Aranda (1985) asignaron este nombre a una secuencia volcánica de composición riolítica, fuertemente consolidada y de textura fluidal, con la presencia de seudoestratificación y buzamiento variable.

Litología y Distribución.

La "Riolita La Peña Blanca" presenta variaciones texturales y litológicas tanto vertical como lateralmente. En la sierra que forman los Cerros La Peña Blanca y El Picacho, esta unidad tiene un aspecto masivo, de color rosado a blanco, textura porfídica una seudoestratificación no tan marcada como en la "Riolita El Venaderito". Tiende a desarrollar fracturamiento vertical que da lugar a grandes bloques columnares y a paredes escarpadas.

Dentro de esta unidad se presentan remanentes de una toba con clastos de pómez y fragmentos de obsidiana de color pardo claro, y de una toba de color rojizo pobre en cristales y de textura afanítica; tales rocas afloran en el parteaguas que forman los Cerros La Peña Blanca y El Picacho. Los afloramientos encontrados no son lo bastante buenos para poder definir alguna relación precisa.

En el Cerro Los Azules la "Riolita La Peña Blanca" presenta rasgos texturales que contrastan con los mencionados anteriormente, ya que en este caso la seudoestratificación es más marcada y la textura es afanítica.

La "Riolita La Peña Blanca" es la unidad más joven de la cubierta volcánica y aflora principalmente en las porciones de

mayor elevación, coronando la cima de los cerros o mesetas de mayor altitud, como es el caso del Cerro La Peña Blanca, del cual toma su nombre, del Cerro El Picacho y del Cerro Los Azules, además de las elevaciones localizadas al occidente de este último (Plano II). Por tal motivo es muy probable que una parte de ella se haya sido erosionada, no obstante y a pesar de las variaciones que provoca la pseudoestratificación se estima que la "Riolita La Peña Blanca" alcanza un espesor máximo de 150 metros en el Cerro La Peña Blanca y en las elevaciones mayores al sur de éste último.

Petrografía.

El análisis de varias secciones delgadas revelaron una composición riolítica conteniendo cuarzo, sanidino, plagioclasas sódicas, biotita y magnetita; estos cristales están envueltos en una matriz vítrea que en ciertas partes esta parcialmente devitrificada. En este caso los minerales muestran bordes angulosos con mayor frecuencia.

La asociación mineralógica de las secciones delgadas analizadas se muestra en la tabla 7 del apéndice A.

Relaciones Estratigráficas.

Dado que la "Riolita La Peña Blanca" es la más joven de la secuencia volcánica terciaria, además de estar comúnmente coronando las partes de mayor elevación, ésta no es sobreyacida por ninguna unidad (por lo menos dentro del área de estudio). Por otra parte la "Riolita La Peña Blanca" sobreyace en discordancia a la "Toba El Picacho".

Edad.

Actualmente no se cuenta con un dato isotópico de esta unidad por lo que tentativamente se sitúa en el Oligoceno (?) en espera

de un estudio geocronológico que permita situarla con exactitud.

GRANDES CANTONALES

Los depósitos sedimentarios de carácter continental expuestos en el área de estudio se encuentran constituidos por gravas y arenas provenientes de la erosión de la cubierta volcánica y, en mucha menor proporción, de las rocas mesozoicas; en este último caso los depósitos se restringen a las partes cercanas donde afloran las rocas mencionadas, por lo que los depósitos que dominan son aquellos constituidos por clastos de composición riolítica.

Los clastos a menudo están bien redondeados y sus tamaños oscilan alrededor de los 15 centímetros; la matriz está formada por arenas de la misma composición. El color que domina en tales depósitos es rosado, pero debido al intemperismo adquieren un color blanquecino.

Los depósitos de gravas y arenas son los más comunes en los pequeños valles o en las amplias planicies que bordean las márgenes de las sierras o mesetas, comúnmente forman una topografía suavemente ondulante, o bien casi plana y son disectados por pequeños arroyos.

Debido a que estos depósitos no están consolidados, actualmente se les ha venido explotando como bancos de material, en los cuales se observaron gran parte de los rasgos señalados.

En los sitios donde se observó a estos depósitos no se encontró alguna evidencia paleontológica que permitiera datarlas, sin embargo, considerando que la mayoría de sus componentes son riolíticos es evidente que su formación es posterior al depósito

de la cubierta volcánica. Por otra parte, considerando que sus características texturales y litológicas son semejantes a aquellos depósitos descritos por Hernández (1979) en la porción sureste de la Ciudad de Aguascalientes y a los cuales les asignó con base en vertebrados una edad del Mioceno Medio, la cual se considera tentativamente para las gravas y arenas del Area de Jesus Maria.

Basaltos

En las partes bajas del Arroyo San Gregorio se localizaron algunos remanentes de derrames basálticos cuyo color varia de gris oscuro a negro. Presentan una textura vesicular que en ocasiones se torna amigdaloidal por la presencia de calcita rellenando las vesículas. Los afloramientos son pequeños y locales, mostrando en ocasiones una inclinación hacia el este; sobre el arroyo están subyacidos por un conglomerado cuyos clastos provienen tanto de la secuencia volcánica terciaria como del "Tronco San Gregorio".

Otra localidad donde se observó a basaltos semejantes fue en la cantera de la Compañía Segrana, al norte del Cerro El Picacho, donde se encontró un afloramiento caótico compuesto por una brecha basáltica. Desafortunadamente no fué posible definir sus relaciones con las secuencias circundantes debido a que el afloramiento estaba rodeado por material aluvial.

Se considera que estos remanentes basálticos fueron extruidos posteriormente al depósito de las gravas y arenas, es decir probablemente a fines del terciario (T₃) y que su emplazamiento esté relacionado a fisuras, dado que no se encontró ningún aparato volcánico cercano.

GEOLOGIA ESTRUCTURAL

El área de Jesús María está enclavada en el límite meridional de la Sierra Madre Occidental y el lindero poniente de la Mesa Central. Dichas provincias vistas desde un marco estructural regional guardan características peculiares. En el caso de la Sierra Madre Occidental, dominan extensas sierras y mesetas riolíticas cuyo patrón estructural varía de noroeste-sureste a norte-sur; mientras que para la Provincia de la Mesa Central, resaltan los extensos valles y sierras cuya alineación general oscila de norte-sur a noreste-suroeste.

Además de los rasgos mencionados anteriormente, sobresalen en el Estado de Aguascalientes y en parte de los estados circunvecinos extensas estructuras de grabens, las cuales parecen tener un paralelismo casi perfecto (Martínez, 1984). Entre las estructuras que resaltan se encuentran El Graben de Aguascalientes, El Graben de Calvillo, El Graben de Jalpa y El Graben de Loreto (Figura 6).

En el área de tesis, como ya se ha señalado las relaciones estructurales y estratigráficas entre la Formación "Cienaguitas" y la Formación "El Varal" son desconocidas debido a que la cubierta volcánica terciaria se interpone entre dichas secuencias cubriendo totalmente la región que pudiera permitir observar tales relaciones.

Considerando lo anterior se caracterizará estructuralmente y por separado a las unidades pre-oligocénicas y a las unidades de la secuencia volcánica terciaria, para finalmente mostrar un desarrollo estructural general del área bajo consideración.

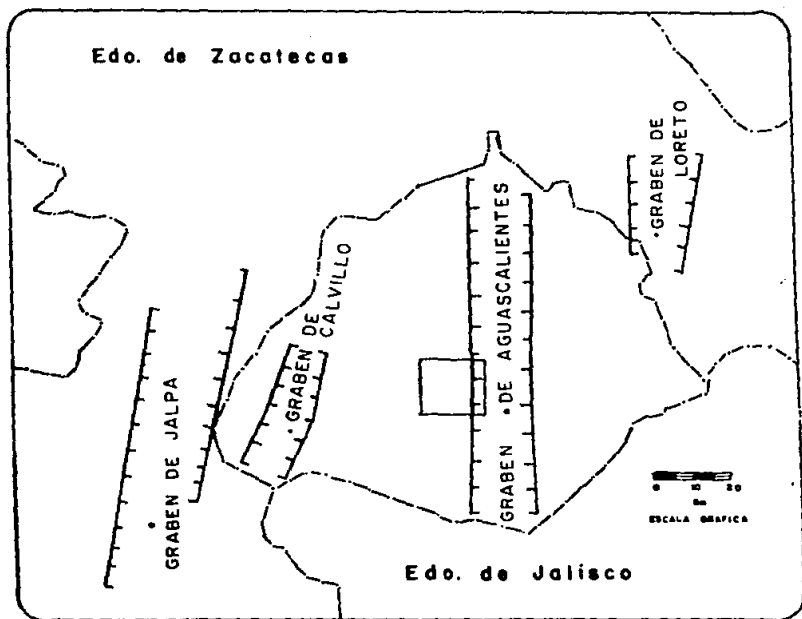


FIGURA 6r Principales Grabens de los alrededores del Estado de Aguascalientes (modificado de Martinez, R., 1984).

ESTRATIFICACIÓN ESTRUCTURAL EN LAS ROCAS PRE-OLIGOCÉNICAS

Las rocas que constituyen al paquete jurásico están enmarcadas dentro de la secuencia volcánico-sedimentaria denominada Formación "Cienaguitas". Dicha unidad se encuentra influenciada por fallas y fracturas, además de estar afectada por una profunda meteorización, siendo esto último lo que enmascara muchos de los rasgos estructurales y las relaciones con otras unidades.

El sistema de fallas presenta desplazamientos de carácter local en por lo menos dos direcciones, presentándose estos movimientos sobrepuestos en los espejos de falla, tal y como se observa en ciertos lugares a lo largo del Arroyo Cienaguitas, lo cual se interpreta como dos periodos de desplazamiento que afectaron a esta unidad.

Resalta el hecho de que las zonas milonitizadas, así como el intemperismo profundo se vean acentuados hacia el límite oriental de los afloramientos jurásicos, lo que podría interpretarse como un efecto secundario de la gran falla que marca el límite occidental del Graben de Aguascalientes.

El fracturamiento es una característica muy marcada en la Formación "Cienaguitas" y a menudo el espacio del mismo es ocupado por cuarzo dando lugar a una gran cantidad de vetillas.

La estratificación como estructura primaria no es un rasgo singular en la secuencia volcánico-sedimentaria, predominando en cada miembro un aspecto masivo, no obstante, en ciertos lugares es posible encontrar una estratificación que varía de delgada a mediana, principalmente en los estratos de pedernales y en las capas arcillosas del Miembro B de dicha secuencia donde además se aprecia leve plegamiento, marcado esto último por los cambios en

la dirección de buzamiento de los estratos, tal y como se observa en los arroyos y en los cortes de la carretera.

El comportamiento estructural de la Formación "El Varal", del "Tronco San Gregorio" y los "Diques Dioríticos" es completamente distinto al de las rocas jurásicas.

La Formación "El Varal" a diferencia del comportamiento de las rocas jurásicas, se presenta mayormente plegada, recrystalizada y foliada en sus porciones arcillosas.

Es importante hacer notar que el acentuamiento de la deformación en estas rocas, en contraste con la secuencia jurásica, se debe posiblemente a que esta última es de mayor rigidez dada la litología silicea que la constituye, mientras que las rocas arcillo-calcareas se comportan plásticamente y por lo tanto desarrollan mayor plegamiento y foliación.

Los datos estructurales obtenidos muestran un rumbo de capas que varía de noroeste-sureste a norte-sur y cuyo buzamiento general es hacia el noreste con intensidades que oscilan alrededor de 35°, lo cual estructuralmente semeja un monoclinial. Por otra parte, existen en la misma estructura algunos pliegues menores con orientaciones que siguen la misma tendencia. La Formación "El Varal" tiene impreso un metamorfismo regional de bajo grado que dió lugar a la foliación de las rocas y además originó la recrystalización de las calizas. Tal foliación impera mayormente en las porciones más arcillosas y en las partes donde los estratos de calizas son delgados, lo cual proporciona un aspecto pizarroso a la secuencia; con mucho menor frecuencia la foliación tiende a ser esquistosa. Por lo general la foliación muestra un rumbo cuya tendencia general se dirige hacia el noreste con una inclinación

que oscila alrededor de los 32°.

En la localidad donde aflora la Formación "El Varal" se encuentra afectada por vetas de cuarzo, las cuales alcanzan a cortar a la parte inferior de la secuencia volcánica terciaria ("Riolita La Iomatina" y "Riolita El Venaderito"). Dichas vetas son de afinidad hidrotermal.

Tanto el "Tronco San Gregorio" como los "Diques Dioríticos" intrusionan a la Formación "Cienaguitas", no obstante no desarrollan una aureola de metamorfismo visible, o bien, está enmascarada por la profunda meteorización; a su vez, éstos no muestran ni megascópicamente ni a nivel microscópico efectos de deformación o metamorfismo.

En el "Tronco San Gregorio" el fallamiento originó zonas milonitizadas y desplazamientos locales hacia los márgenes orientales de sus afloramientos; en algunos sitios las fallas se manifiestan rellenas con un material rico en hematita. Se cree que estos rasgos estructurales son efectos secundarios relacionados a la margen occidental del Graben de Aguascalientes.

Los "Diques Dioríticos" que cortan tanto al "Tronco San Gregorio" como a la Formación "Cienaguitas" no muestran un patrón dominante y pueden encontrarse en varias posiciones, algunos de ellos se presentan perpendicularmente entre sí, otros casi horizontales, o bien de forma irregular.

EXPRESIÓN ESTRUCTURAL EN LAS ROCAS TERCIARIAS

Sin duda uno de los rasgos estructurales conspicuos del área de Jesús María, y en sí, del Estado de Aguascalientes, es el elemento tectónico denominado Graben de Aguascalientes, cuya

orientación general es Norte-sur. Aunque los límites de dicha estructura son evidentes en imagen de satélite, el límite occidental del mismo, que pasa al oriente del área de estudio, no es tangible en el campo, debido a que en este lugar se encuentra cubierto por depósitos sedimentarios continentales del Mioceno (?), y en menor grado de depósitos aluviales recientes.

No obstante, y como se mencionó anteriormente, los rasgos de intenso intemperismo y milonización de la margen oriental de la secuencia jurásica son considerados como efectos secundarios del límite occidental del Graben de Aguascalientes.

En el estudio de carácter estructural realizado por Aranda y Aranda (1985), se hace mención de dicho límite, aduciendo que la traza de este último pasa al oriente del Cerro El Cabrito (Aranda y Aranda, op. cit., Fig. 8). Sin embargo, en las verificaciones realizadas al sur del área de estudio no se encontraron evidencias que demostraran la existencia de dicho límite, salvo los rasgos que se detectaron al oriente de los afloramientos de la Formación "Cienaguitas" y del "Tronco San Gregorio".

La cubierta volcánica terciaria estructuralmente es afectada por dos patrones de fracturamiento cuyas orientaciones preferenciales son noroeste-sureste y noreste-suroeste respectivamente (Plano 1). Tales alineamientos generalmente controlan el patrón de drenaje que existe en el área.

Un rasgo estructural común en la "Riolita El Venaderito" y en la "Riolita La Peña Blanca" es el desarrollo de estratos de flujo, los cuales se expresan en forma de pseudoestratificación, que a su vez se ve acentuada por los rasgos texturales presentes en las unidades, tales como la textura eutaxítica y la existencia de

cavidades completamente elongadas.

Dicha pseudoestratificación generalmente desarrolla pliegues sineréticos de escala diferente, por lo que la inclinación de los estratos de flujo varía con regularidad, presentándose pseudoestratos horizontales, verticales, o bien inclinados, así como pliegues recostados. Tales aspectos también pueden ser originados en respuesta a la paleotopografía, y a las condiciones del material durante el flujo. Un detalle de los pliegues se aprecia en la cabecera del Arroyo Cienaguitas,

Por lo anterior, se puede deducir la existencia de un evento tectónico que afectó tanto a las rocas mesozoicas como a las rocas terciarias, dando lugar a estructuras de grabens (Figura 6). Dicho evento probablemente esté relacionado con un patrón estructural regional de desplazamiento lateral (Mitre et al. 1987) y por tanto dichas estructuras sean un efecto del mismo.

VII.- HISTORIA GEOLOGICA

Los eventos geológicos que se sucedieron en el área bajo consideración pueden enmarcarse en varios periodos contrastantes uno con otro, sin embargo, aún existe incertidumbre en el aspecto cronológico, debido a que se desconocen las relaciones que pudieran existir por un lado, entre la Formación 'Cienaguitas' y la Formación "El Varal", y por el otro entre la Formación "El Varal" con el "Tronco San Gregorio" y los "Diques Dioríticos".

Por consiguiente no se establecen las conexiones entre dichas unidades, y el orden en que se mencionan en el presente capítulo pueda no ser el correcto debido al desconocimiento de la edad del "Tronco San Gregorio", de los "Diques Dioríticos" y de la Formación "El Varal", ya que esta última bien puede ser más joven o más antigua que la Formación "Cienaguitas".

En el área de Jesús María existe una asociación litológica de edad Jurásica que se formó en una cuenca submarina de aguas profundas, denominada en este estudio como Formación "Cienaguitas".

La existencia de rocas tanto de carácter sedimentario como volcánico dentro de la Formación "Cienaguitas" permiten suponer la conjugación de varios procesos que dieron lugar a una sucesión volcano-sedimentaria depositada en una cuenca profunda.

En dicha cuenca se depositaron sedimentos comunes en ambientes pelágicos como son: lodos silíceos con radiolarios y sedimentos arcillosos, tales depósitos dieron lugar a las capas de lutitas y a los estratos de pedernales de la Formación "Cienaguitas".

La sedimentación en la cuenca submarina estuvo influenciada por dos tipos de vulcanismo. Uno de ellos de carácter submarino que dio lugar a los derrames basálticos parcialmente espilitizados y otro de tipo explosivo, el cual influyó en el registro sedimentario de la cuenca, aportando limos y arenas para la creación de los estratos de lutitas, de las gravacas líticas y parcialmente de estratos de pedernales.

Las características de los miembros de la Formación "Cienaguitas" indican que la parte baja del Miembro A tuvo una marcada influencia de vulcanismo submarino que dio lugar a derrames basálticos espilitizados. Posteriormente dicho vulcanismo disminuyó su influencia para dar paso a otro vulcanismo de carácter explosivo, el cual aportó material para la formación de las lutitas y de las gravacas líticas de la parte media del Miembro A, con la que esporádicamente existió una sedimentación contemporánea de material silíceo que originó algunos estratos de pedernales. Mas tarde la actividad de los dos tipos de vulcanismo aludidos se vió parcialmente interrumpida, iniciándose una sedimentación preponderante de material silíceo, que después daría lugar a los pedernales de la cima del Miembro A.

En seguida existió un cambio notorio en la sedimentación que se caracterizó por un predominio eminente de material arcilloso con intercalaciones de sedimentos silíceos con radiolarios, sedimentos arenosos y una influencia ocasional de vulcanismo basáltico submarino. Dichos depósitos constituyen a los estratos delgados de lutitas y pedernales con radiolarios, además de los estratos gruesos de gravacas líticas y a los basaltos espilitizados de aspecto masivo, que en conjunto componen al

Miembro B de la Formación "Cienaguillas".

El carácter litológico y textural de los miembros de la Formación "Cienaguillas" es sin duda significativo, ya que cada uno de ellos muestra un fenómeno singular que aconteció en esta zona. La interacción de cada evento sea de carácter volcánico o sedimentario, o bien, la combinación de ambos (volcano-sedimentario), junto con los procesos diagenéticos y metamórficos de bajo grado posteriores, constituyen un hecho importante en la evolución geológica de la zona de estudio.

Los sucesos que integraron a la Formación "El Varal" se desconocen debido a que no se localizaron evidencias precisas que, por un lado, permitieran establecer la base y la cima de la secuencia y, por el otro encontrar rasgos originales contundentes que no se vieran transformados por el metamorfismo que muestra la unidad. No obstante, aún se puede reconocer la litología original y diferenciar paquetes litológicos con rasgos distintos, por lo que se tiene presente que en la Formación "El Varal" ocurrieron algunos cambios sedimentológicos y físico-químicos.

La litología original estuvo constituida por calizas masivas o de estratificación gruesa, estratos delgados de calizas y lutitas con bandas y nódulos de pedernal negro, lutitas masivas, y lutitas y calizas de estratificación mediana.

A pesar de que se desconoce en que orden fué depositada la secuencia, dicha litología, en forma general, permite deducir una cuenca de depósito por arriba del nivel de compensación de los carbonatos, con fluctuaciones en el depósito de sedimentos carbonatados y sedimentos arcillosos, además de condiciones especiales que en cierto intervalo permitió la formación de

Pedernales.

Una vez constituida la cubierta sedimentaria ocurrió un evento metamórfico de carácter regional cuyos efectos más claros se observan en la Formación "El Varal"; dicho evento ocurrió anterior al depósito de las unidades del Cretácico Superior que afloran en el área de Asientos-Tepezala, Edo. de Aguascalientes. Es en esta última área donde afloran calizas, lutitas y areniscas, a las cuales Labarthe y colegas (1987) han agrupado en la Formación Indidura y Formación Caracol; dichas rocas no muestran efectos de metamorfismo.

Posteriormente se produce la intrusión de un cuerpo denominado informalmente en el presente estudio como "Tronco San Gregorio", el cual en su etapa de consolidación generó una porción granítica y una fracción diorítica.

El "Tronco San Gregorio" intruyó a la Formación "Cienaguitas" sin causar metamorfismo de contacto, o bien, sus efectos no son bastante claros para delinearlos, o quizás la profunda meteorización que afecta a toda la secuencia los enmascara, y únicamente se presentan rasgos parciales de su influencia en pequeñas porciones cercanas a él, como es el caso de la presencia de epidota y exceso de clorita en algunos estratos silíceos y arcillosos, inclusive en algunos derrames basálticos.

Una actividad intrusiva posterior fracturó al tronco y a la secuencia volcánico-sedimentaria facilitando el emplazamiento de los "Diques Dioríticos" con una distribución diversa.

Este evento intrusivo tuvo como etapa final un fracturamiento moderado de toda la secuencia jurásica (tronco, diques y Formación "Cienaguitas") por la que ascendieron soluciones hidrotermales que

rellenaron las fracturas con cuarzo.

Más tarde dichas secuencias fueron plegadas y expuestas a la superficie formando una topografía irregular que poca después fue cubierta por las rocas volcánicas terciarias.

Las rocas sedimentarias de la secuencia jurásica muestran un leve plegamiento acompañado de un intenso fracturamiento en respuesta a su composición silicea y a los miembros litológicos que la acompañan, mientras que las rocas de la Formación "El Varal" se comportan plásticamente teniendo mayor deformación y foliación en sus porciones arcillosas.

Durante el Terciario se desarrolló uno de los más grandes arcos magmáticos del mundo en la margen occidental de México, como resultado de la tectónica convergente reinante en dicha porción (McDowell y Clabaugh, 1979).

McDowell (op. cit.) entre otros, consideran que el paquete volcánico que constituye a la Sierra Madre Occidental fue originado a partir de una gran cantidad de estructuras de caldera que se distribuyen a lo largo de dicha provincia, las cuales estar actualmente cubiertas por derrames ignimbríticos y depósitos aluviales.

El primer evento volcánico registrado en el área de estudio está representado por los distintos miembros de la "Riolita La Tomatina", los cuales debieron su origen a un vulcanismo violento y explosivo. Dicho vulcanismo originó depósitos de flujo de cenizas y de caída libre.

Posteriormente al depósito de la "Riolita La Tomatina" se registró un vulcanismo mucho más violento y de grandes dimensiones, dando lugar a "nubes ardientes" con flujo turbulento.

que dieron forma a la "Riolita El Venaderito". La gran cantidad de material expulsado, así como la riqueza en soluciones de la fase de vapor originó que dicha unidad esté constituida por varias zonas (en el sentido de Smith, 1960b): una zona densamente soldada hacia la base, una zona parcialmente soldada con gran cantidad de "geodas" en cuyo interior cristalizan soluciones en la fase de vapor y una zona sin soldar representada, en este caso, por una cubierta vítrea de color negro, como resultado de un enfriamiento brusco del material.

El siguiente evento volcánico está representado por la "Toba El Picacho", la cual tuvo su origen a partir de un flujo piroclástico, caracterizado por una pobreza de soluciones en la fase de vapor.

Finalmente, el último registro volcánico está representado por la "Riolita La Peña Blanca", que posee cierto parecido con la "Riolita El Venaderito" en cuanto a comportamiento y fenómenos que la originaron, salvo que en esta unidad únicamente se logra apreciar una zona soldada, lo cual hace suponer que las otras zonas hayan sido erosionadas por ser las que coronaban a toda la secuencia.

El vulcanismo que conformó a la cubierta volcánica terciaria al parecer fue continuo, ya que existe una relación mineralógica, y las discordancias señaladas entre cada unidad pudieran haber sido pequeños intervalos de inactividad volcánica por lo cual no se observa una superficie de erosión clara, infiriendo tales discordancias por el cambio tan radical de los rasgos texturales y de consolidación.

Probablemente a principios del Mioceno (?) se registró una

tectónica distensiva que afectó a esta porción del país dando lugar a la formación de estructuras de grabens (Figura 6), aludidas con anterioridad.

En el Mioceno se tiene la presencia de depósitos lacustres en las cuencas formadas por las estructuras de grabens (Martínez, 1984), así como de conglomerados y arenas producto de la erosión de la secuencia volcánica terciaria.

Para esa misma época Hernández, (1979) reporta evidencias de fauna del Mioceno Medio en depósitos piroclásticos, acompañados por areniscas tobáceas y tobas retrabajadas, que en conjunto se depositaron en el Graben de Aguascalientes.

Durante el Cuaternario predominaron los procesos sedimentarios de carácter continental, influenciados por algunos eventos volcánicos. Tales procesos dieron lugar a depósitos aluviales, que cubren las márgenes de los arroyos actuales y son el producto del intemperismo y erosión de las rocas mesozoicas y terciarias que afloran en la zona.

Por otra parte, Hernández (*op. cit.*) reporta evidencias de vulcanismo explosivo para este periodo, además de condiciones climáticas húmedas que permitieron el desarrollo de mastofauna.

VIII.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El presente estudio geológico contribuye a establecer algunas relaciones estratigráficas, estructurales y genéticas que dan un panorama más claro de la geología de una pequeña porción del Estado de Aguascalientes; las consideraciones aquí señaladas pueden utilizarse posteriormente como base para un estudio regional del estado y áreas circunvecinas. Dentro de este contexto se llegaron a establecer las siguientes conclusiones.

El primer suceso ocurre en el Jurásico y está representado por una secuencia volcánico-sedimentaria denominada informalmente Formación "Cienaguitas".

El segundo suceso está representado por la unidad denominada informalmente Formación "El Varal".

La Formación "Cienaguitas" fue depositada en una cuenca submarina de aguas profundas situada por abajo del nivel de compensación de los carbonatos.

Las facies pelágicas están representadas por las capas de lutitas y los estratos de pedernales con radiolarios.

La sedimentación que reinó en la cuenca fue afectada por dos tipos de vulcanismo; uno de ellos de carácter efusivo y de origen submarino dando lugar a los basaltos parcialmente espilitizados; el otro vulcanismo fue explosivo, originando parte del material que constituyó a las lutitas y a las dravuzas líticas.

El material silíceo del cual se derivaron los pedernales fue principalmente de origen orgánico, procedente esencialmente de los radiolarios y en menor proporción de material volcánico. La anterior hipótesis es sustentada por los siguientes rasgos

petrográficos: vestigios de astillas de vidrio y de radiolarios en los estratos de lutitas y la presencia de radiolarios en los estratos de pedernales.

Las rocas arcillo-calcáreas fueron metamorfoseadas en facies de esquistos verdes dando lugar a la Formación "El Varal".

El "Tronco San Gregorio" representa eventos igneos intrusivos cuyos efectos en la Formación "Lienaguitas" son casi inapreciables.

Los procesos de segregación que afectaron al "Tronco San Gregorio" dieron lugar a una porción granítica y a una fracción diorítica.

En una segunda etapa magmática se emplazaron los "Diques Dioríticos", los cuales cortaron tanto al "Tronco San Gregorio" como a la Formación "Lienaguitas".

La "Riolita La Tomatina" es la unidad más antigua de la cubierta volcánica terciaria y no la más joven como anteriormente lo consideraron Aranda y Aranda (1985).

La cubierta volcánica terciaria desde su base hasta su cima presenta la siguiente secuencia de unidades: "Riolita La Tomatina", "Riolita El Venaderito", "Toba El Picacho" y "Riolita La Peña Blanca".

Las gravas y arenas son el producto erosionado de la cubierta volcánica durante el Mioceno (?) y actualmente forman pequeños valles y amplias planicies.

La secuencia litológica del área de estudio fue afectada por esfuerzos distensivos que originaron extensas estructuras de grabens.

La cubierta volcánica terciaria presenta dos patrones estructurales de fracturamiento, cuyas orientaciones son:

noroeste-sureste y noreste-suroeste.

Recomendaciones

Los estudios de secuencias de pedernales son aún escasos en la investigación geológica de México. Probablemente esto se deba al desconocimiento de su importancia estratigráfica, lo que se traduce en poco interés por parte del geólogo. Aunado a esto, estas secuencias se caracterizan por un registro fósil poco abundante y en algunos casos ausente.

En el presente estudio se muestra la importancia estratigráfica de los pedernales, los cuales gracias a su contenido fosilífero permitieron dar una edad a las rocas Pre-Cretácicas del área bajo consideración, con lo que se establece su posición estratigráfica ya que en algunos estudios de carácter regional se les venía asignando una edad errónea del Triásico con base en correlaciones litológicas poco fundamentadas.

Dentro de este contexto se recomienda realizar exploraciones en áreas aledañas que permitan descubrir nuevas localidades con secuencias semejantes, en las que se pueda establecer aspectos como serían el alcance estratigráfico de la secuencia volcano-sedimentaria y las relaciones estratigráficas que guarda esta última con la Formación "El Varal", aspectos que no pudieron ser resueltos en este estudio.

APENDICE A

Relacion de tablas que muestran la asociacion Mineralogica de las distintas unidades lito-estratigraficas del Area de Jesus Maria Estado de Aguascalientes.

T A B L A 1

ASOCIACION MINERALOGICA DE LOS BASALTOS DE
LA FORMACION "CIENAGUITAS"

No. de Muestra	OPX	CPX	Ab-An	ANF	BIO	F-K	QZ	HEM	CLO	EPI	SER	CAL	CLASIFICACION
VDC1-7d		X	X					+	+			+	BASALTO
VDC1-8		X	X					+	+			+	BASALTO
VDC1-14		X	X					+	+		+	+	BASALTO
KA-87		X	X					+	+				BASALTO

OPX=Órtopiroxeno, CPX=Clinopiroxeno, PLAG(Ab, An)=
Plagioclasas (sódicas o cálcicas), ANF=Anfiboles,
BIO=Biotita, F-k=Feldespató Potásico, QZ=Cuarzo,
HEM=Hematita, CLO=Clorita, EPI=Epidota, SER=Seri-
cita, Cal=Calcita.

X=> 15%, +=5-15%, +=< 5%.

T A B L A 2

ASOCIACION MINERALOGICA DE LAS GRAUVACAS LITICAS
DE LA FORMACION "CIENAGUITAS"

No. de Muestra	Fracción Clástica				Matriz			CLASIFICACION	
	QZ	F-K	PLAG	FDR	CLO	MON	SER		HEM
VDCi-2	X	+	*	X	X	X	*		Grauvaca Litica
VDCi-6	X	+	*	X	X	X	*		Grauvaca Litica
VDCi-7C	X	+	*	X	X	X	*		Grauvaca Litica
VDCi-10	X		*	X	X	X	*		Grauvaca Litica
VDCi-11	X		*	*	X	X	*		Grauvaca Litica
VDCi-13	X	+	*	X	X	X	*		Grauvaca Litica
TOM-1	X	+	*	*	X	X	*		Grauvaca Litica
FI-4	X	+	*	*	X	X	*		Grauvaca Litica

QZ=Cuarzo, F-K=Feldespato Potásico, PLAG=Plagioclasas
FDR=Fragmentos de Roca, CLO=Clorita, MON=Montmorillonita,
SER=Sericitita, HEM=Hematita.
X-> 25%, +=5-25%, *=< 5%.

T A B L A 3

ASOCIACION MINERALOGICA DE LOS PEDERNALES DE
LA FORMACION "CIENAGUITAS"

No. de Muestra	QZM	QZC	CLO	MON	HEM	SER	RAD	CLASIFICACION
VI-C1-7a	X	*			+	*	+	PEDERNALE
VI-C1-12	X	*	X		*	*	+	PEDERNALE
VICa-5		X	X		*	*		PEDERNALE
VDCa-13	X		X		*	*	+	PEDERNALE
VDCa-14	X	*	X		*	*	+	PEDERNALE
VDT0-5	X	*	*		*	*		PEDERNALE
VDT0-8			X		*	*		PEDERNALE
KA-1		X	X		*	*	X	PEDERNALE
VDC-1		X	X		*	*	*	PEDERNALE

QZM=Cuarzo Micro-cristalino, QZC= Cuarzo
Criptocristalino, CLO=Clorita, MON=Mont-
morillonita, HEM=Hematita, SER=Sericita
RAD=Radiolarios.

X=> 25%, *5-25%, += 5%.

T A B L A 4

 ASOCIACION MINERALOGICA DE LAS LUTITAS DE
 LA FORMACION "CIENAGUITAS"

No. de Muestra	CLO	MON	SER	ADV	HEM	EPI	RAD	CLASIFICACION
VDCi-9	X	+	X		*			LUTITA
VDCa-1	X	+	X		*	+		LUTITA
VDKa-4	X	+	X		*	+		LUTITA
VDCa-11	X	*	X	*	*			LUTITA
VDCa-12	X	*	X	*	*			LUTITA
VDTr-4	X		X		*	*		LUTITA

CLO=Clorita, MON=Montmorillonita, SER=sericita
 ADV=Astillas de Vidrio, HEM=Hematita, RAD=Rad-
 iolarios, EPI=Epidota.
 X=> 25%, *=5-25%, +=< 5%.

T A B L A 5

ASOCIACION MINERALOGICA DE LA FORMACION
"EL VARAL"

No. de Muestra	QZ	FEL	MUS	SER	HEM	MO	CLASIFICACION
VAME-1A	X	+	+	+	+		PIZARRA
S/N	X	+	+	+	+		PIZARRA

No. de Muestra	ESP	MA	HEM	CLASIFICACION
MVH-5	X	+	+	METACALIZA
MVH-6.	X	+	+	METACALIZA

No. de Muestra	QZM	QZC	CAL	SER	MO	CLASIFICACION
PAFE-1	+	X	+	+	+	METAPEDERNAL
MVH-87	+	X	X		+	METAPEDERNAL
PEVA-1	+	X	+			METAPEDERNAL
VDVA-86		X	+		+	METAPEDERNAL

QZ=Cuarzo, FEL=Feldspatos, MUS=Muscovita, SER= Sericita, HEM=Hematita, MO=Materia Orgánica, ESP= Espatita, MA=Minerales Arcillosos, QZM=Cuarzo Microcristalino, QZC=Cuarzo Criptocristalino, CAL= Calcita.

X=> 25%, +=5-25%, +< 5%.

TABLA 6

 ASOCIACION MINERALOGICA DEL "TRONCO SAN GREGORIO"
 Y DE LOS "DIQUES DIORITICOS"

No. de Muestra	PLAG										CLASIFICACION		
	OPX	CPX	Ab-An	ANF	BIO	F-K	QZ	HEM	CLO	EPI		SER	CAL
"TRONCO SAN GREGORIO"													
VDMi-11		X			*	X	X	*	*	+	*		GRANITO
MTO-10		X				X	X	*	*	+	*		GRANITO
VDTo-7		X			*	X	X	*	*	+	+		GRANITO
VDTr-3		X				X	X	*	*	+	+		GRANITO
MTO-4-II	+	X	X			+	+	*	*		+		DIORITA
MTO-8	+	X	X			*	+	*	*		*		DIORITA
MTO-9	+	X	X				+	*	*		*		DIORITA
VDMi-5		X	X			*		*	*		*		DIORITA
"DIQUES DIORITICOS"													
VDCi-3		X				+	+	*		*	*		DIORITA
VDMi-3	X	X	X			+	+	*	*	*	*		DIORITA
VDMi-4	X	X	X				+	*	*	*	*		DIORITA
MTO-5	X	X	X					*	*	*	*		DIORITA

OPX=Ortopiroxeno, CPX=Clinopiroxeno, PLAG(Ab, An)=
 Plagioclasas (sódicas o cálcicas), ANF=Anfiboles,
 BIO=Biotita, F-K=Feldespato Potásico, QZ=Cuarzo,
 HEM=Hematita, CLO=Clorita, EPI=Epidota, SER=Seri-
 cita, Cal=Calcita.

X=> 15%, * =5-15%, +< 5%.

T A B L A 7

ASOCIACION MINERALOGICA DE LA CUBIERTA VOLCANICA TERCIARIA
DEL AREA DE JESUS MARIA, ESTADO DE AGUASCALIENTES

No. de Muestra	QZ	PLA	SAN	ANF	BIO	MAG	FDR	VID	HEM	QZ	CLASIFICACION
"RIOLITA LA TOMATINA"											
MTQ-17	X	X	X								TOBA RIOLITICA
MTQ-19	X	X									TOBA RIOLITICA
MTQ-27											TOBA
MTOM-1A	X	X	X								TOBA RIOLITICA
MTOM-1B	X	X	X				X				BRECHA VITREA
MTVE-1A	X	X									TOBA RIOLITICA
"RIOLITA EL VENADERITO"											
MTV-1	X	X									IGNIMBRITA
MTFI-AB	X		X								RIOLITA
MRP-3	X		X				X				IGNIMBRITA
MTQ-26	X		X				X				IGNIMBRITA
MVA9-3T	X		X								IGNIMBRITA
MAVA-2	X		X				X				RIOLITA
"TOBA EL PICACHO"											
MTPI-1	X	X	X								TOBA
MTPI-1A	X		X								TOBA
MTPI-F	X	X	X								TOBA
MAVA-5	X		X				X				TOBA
MAVA-6	X	X	X								VITROFIDO
"RIOLITA LA PESA BLANCA"											
INPB-2	X		X				X				TOBA PUMITICA
MTPB-1	X		X								RIOLITA
MTPB-1PB	X		X								RIOLITA
MTPB-3	X		X								RIOLITA
MTPB-5	X		X								RIOLITA
MAVA-4C	X	X	X								RIOLITA

QZ=Cuarzo, PLA=Plagioclasas, SAN=Sanidino, ANF=Anfibol
BIO=Biotita, HEM=Hematita, FDR=Fragmentos de Roca,
VID=Vidrio.

X=> 15%, +=5-15%, +=< 5%.

B I B L I O G R A F I A

- ALVAREZ, M.J..1961. Provincias Fisiográficas de la República Mexicana: Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, Tomo XXIV, No. 2, p. 3-20.
- ARANDA, G.J.M. y Aranda G.J.J..1985. Análisis del Agrietamiento en la Ciudad de Aguascalientes, México. Inédito: Reporte Anual para CONACYT.
- ARIEL CONSTRUCCIONES, S.A, 1971. Estudio Hidrológico Completo de los Acuíferos en el Estado de Aguascalientes. Inédito: SARH.
- CALVERT, S.E., 1968, Silica Balance in the Ocean and Diagenesis: Nature, Lond. 219, p. 919-920.
- CONSULTORES, S.A.. 1981. Actualización del Estudio Geohidrológico en los Valles de Aguascalientes-Chicalote-Calvillo y Venadero, en el Estado de Aguascalientes. Inédito: SARH.
- GIBBS, R.J., 1977, Clay Mineral segregation in the marine environment: Journal Sed. Petrol., v. 47, p. 237-243.
- GIBSON, T.G. and TOWE, K.M., 1971, Eocene volcanism and the origin of Horizon A: Science, v. 172, p. 152-154.
- GRIFFIN, J.J., WINDOW, H. and GOLDBERG, E.D., 1968, The distribution of clay minerals in the World Ocean: Deep Sea Research, v. 15, p. 433-459.
- HERNANDEZ, L.D., 1979, Geología de la Región Central de Aguascalientes. Ags. México: (Inedito) Tesis de Licenciatura, Facultad de Ingeniería, UNAM. 41 p., 7 láminas.
- INEGI., 1976. Cartas Geológica y Topográfica de Jesús María, Edo. de Aguascalientes. Clave: F-13-d-18., México.
- INEGI.. 1981. Síntesis Geográfica de Aguascalientes (México), 98

P. (con 14 cartas).

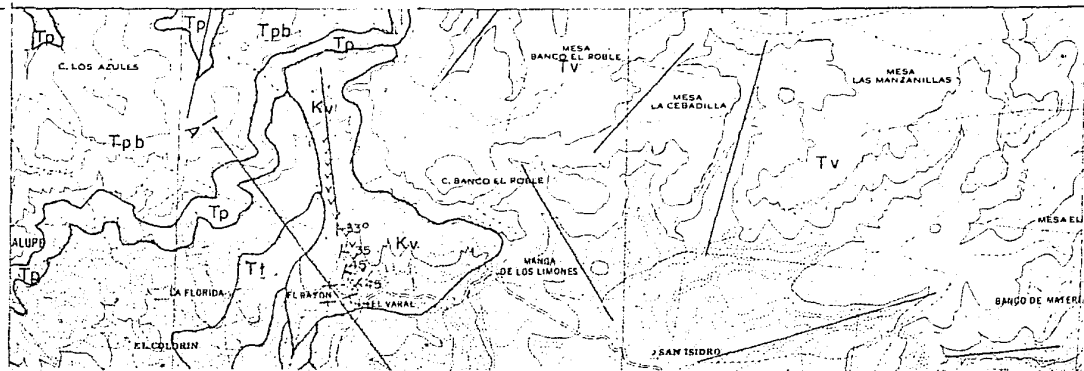
- KANMERA, K. 1974. Paleozoic and Mesozoic Geosynclinal Volcanism in the Japanese Islands and Associated Chert Sedimentation: Soc. Econ. Paleont. Mineral Spec. Publ. No. 19, Tulsa Oklahoma.
- KEENE, J.B. and KASTNER, M., 1977. Clays and the formation of deep sea chert: Nature, v. 249, p. 754-755.
- LABARTHE, H.G., AGUILLON, R.A., TRISTAN, G.M. y JIMENEZ, L.A.S., 1987. Geología del área de Asientos-Tepezala. Estado de Aguascalientes y su correlación con otras áreas de los Estados de San Luis Potosí y Zacatecas: Resumen del Segundo Simposio de Geología Regional de México, Instituto de Geología, UNAM, México, p. 40-42.
- LANCELOT, Y., 1973. Chert and silica diagenesis in sediments from the Central Pacific. in: Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project, v. XVIII, p. 377-405. U.S. Government Printing Office, Washington.
- LOPEZ, G.F., 1946. Bosquejo Geológico del Estado de Aguascalientes: Informe del Archivo Técnico del Consejo de Recursos Minerales.
- MARTINEZ-RUIZ, V.J., 1984. Control Geológico Estructural del Agua Subterránea entre San Luis Potosí-Aguascalientes y Zacatecas: Folleto Técnico No. 97, Instituto de Geología y Metalurgia de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, p. 1-12.
- MATTSON, P.H. and PESSAGNO, E.A., 1971. Caribbean Eocene volcanism and the extent of Horizon A: Science, v. 174, p. 138-139.
- MCBRIDE, F.E. and THOMSON, A., 1970. The Cabellos Novaculita, Marathon Region, Texas: The Geological Society of America Special Paper, 122, 129 p.

- MCBRIDE, F.E. and FOLK, R.L.. 1979. Features and origin of Italian Jurassic radiolarites deposited on continental crust: *Journal Sed. Petrol.*, v. 49, p. 837-868.
- MCDOWELL, F.W. and CLARKE, S.E., 1979. Ignimbrites of the Sierra Madre Occidental and their relation to the tectonic history of western Mexico: *Geological Society of America Special Paper 180*, pp. 113-124.
- MITRE, S.L.M., DAVILA, A.V.M y MARTINEZ, R.J.. 1987. Una Discontinuidad Mayor en los Estados de Aguascalientes y Guanajuato: Resumen del Segundo Simposio de Geología Regional de México, Instituto de Geología, UNAM, México, p. 12-13
- MIYASHIRO, A. 1973. *Metamorphism and Metamorphic Belts*: George Allen & UNWIN LTD, 492 p.
- MOOSER, B.O.. 1959. La Fauna Cedazo del Pleistoceno de Aguascalientes: *Univ. Nat. Autón. de Méx., Inst. de Biol. Anales*, v. 29, p. 409-452.
- ORDONEZ, EZEQUIEL, 1900. Las Rhyolitas de México: *Inst. Geol. México, Bol.* 14, 75 p.
- 1901. Las Rhyolitas de México, Segunda Parte: *Inst. Geol. México, Bol.* 14, 75 p.
- PETTIJON, F.J. 1975. *Sedimentary Rocks*: Harper & Row, Publishers, 628 p.
- POLLOCK, S.G., 1987. Chert formation in an Ordovician Volcanic Arc: *Journal Sed. Petrol.*, v. 57, p. 75-87.
- SMITH, R.L.. 1960a. Ash-flows: *Geol. Soc. Am. Bull.*, v. 71, p. 795-842.
- SMITH, R.L., 1960b. Zones and zonal variations in the welded ash-flows: *U.S. Geol. Surv. Prof. Paper*, 354-F, p. 149-159.

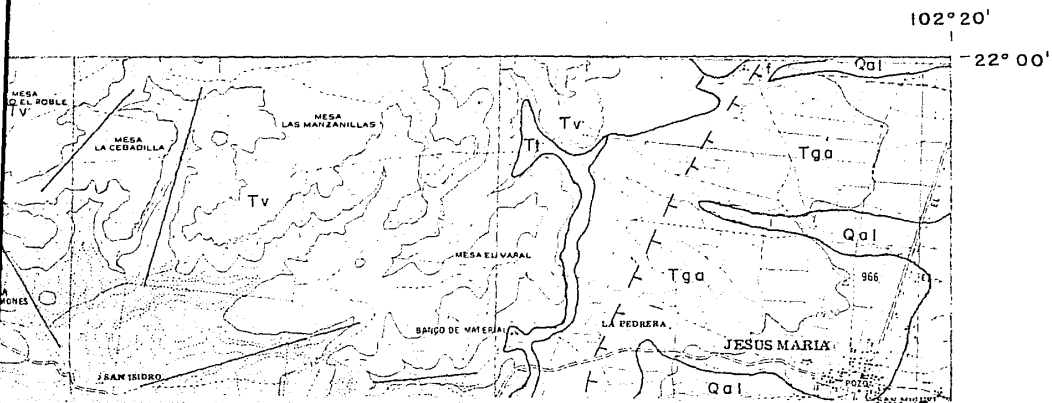
- SFARIS, R.S.J., SELF, S. and WALKER, G.P.L. 1973. Products of Ignimbrite Eruptions: *Geology*, v. 1 p. 115-118.
- STRECKEISEN, A. 1976. To each plutonic rock its proper name: *Earth Sci. Rev.*, v. 12, p. 1-33.
- STRECKEISEN, A. 1979. Classification and nomenclature of volcanic rocks, lamprophyres, carbonatites, and melilitic rocks: Recommendations and suggestions of the IUGS Subcommittee on the Systematics of Igneous Rocks: *Geology*, v. 7, p. 331-335.
- VALLANCE, T.G.. 1974. Pyroxenes and the Basalt, Spilitic Relations: en Amstutz, G.C. (ed.), *Spilites and Spilitic Rocks*: New York Springer-Verlag, p. 59-68.
- VILLAFANA, A.. 1923. Informe General Preliminar de la Región Minera de Asientos-Tepetzalá, Edo. de Aguascalientes: Archivo Técnico de CRM.
- WAITZ, M.S.A.P., 1921, Erupciones Rhyolíticas ligadas con fracturas tectónicas entre Aguascalientes y San Luis Potosí: *Memorias de la Sociedad Científica Antonio Alzate*, T. 46, p. 201-212.
- WILLIAMS, H., TURNER, F.J. y GILBERT, C.M., 1969, *Petrografía*, primera edición: Ed. CECSA, México. 430 p.
- WISE, S.W.Jr., BUIE, B.F. and WEVER, F.M., 1972, Chemically precipitated sedimentary cristobalite and the origin of chert: *Ecol. Geol. Helv.*, v. 65, p. 157-163.

102° 30'

22° 00'



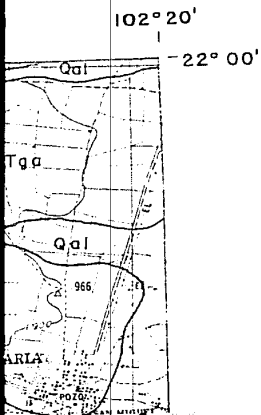
E



Cuaternario

Terciario

E X P L I C A C I O N



Cuaternario

Qal

ALUVION

Tga

GRAVAS Y ARENAS

Tpb

"RIOLITA LA PEÑA BLANCA"

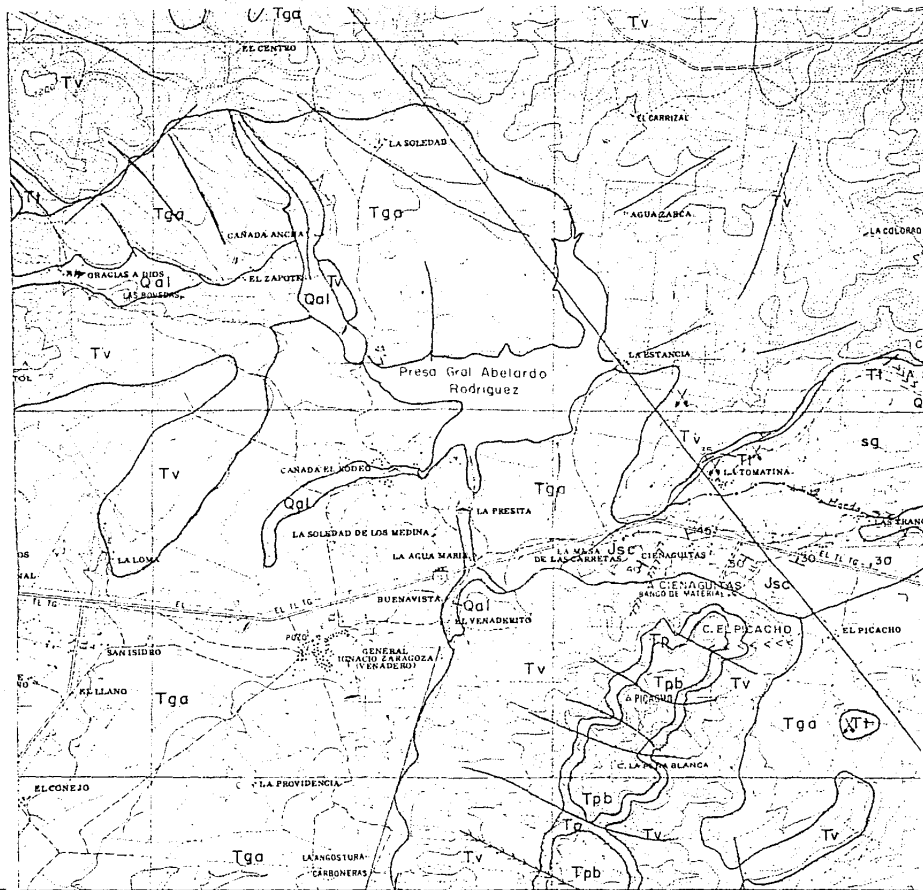
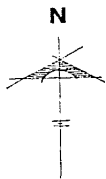
Tp

"TOBA EL PICACHO"

Terciario

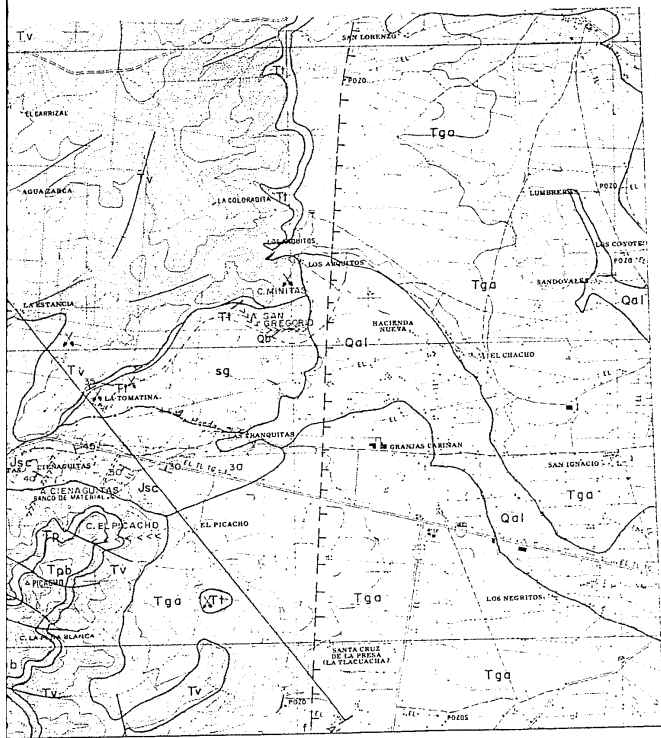
Tv

"RIOLITA EL VENADERITO"



21° 51' -

102° 30'



21° 51'
102° 20'

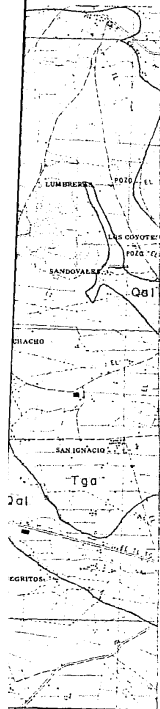
- PRE-CRETACICO SUP. (P)
- JURASICO (?)
- Rocas
- PRE-OLIGOCENO - POST-JURASICO

Simbo

- Falla Normal Infrad
- Rumbo y Echado de Estratos Verticales
- Fractura
- Contacto Litológico
- Contacto Infrido
- Caminamientos
- Línea de Sección
- Discorujancia

Simbo

- Vereda
- Terraceria
- Carretera Estatal
- Carretera Federal
- Banco de Materia
- Preso



21° 51'

102° 20'

A'

PRE-CRETACICO SUP.
(?)

Tt

"RIOLITA LA TOMATINA"

JURASICO (?)

Jsc

FORMACION "CIENAGUITAS"

Rocas Igneas Intrusivas

PRE-OLIGOCENO -
POST-JURASICO

dd

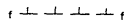
"DIQUES DIORITICOS"

sg

"TRONCO SAN GREGORIO"

Simbolos Geológicos

Falla Normal Invertida



Rumbo y Echado de Estratos

35

Estratos Verticales



Fractura



Contacto Litológico



Contacto Invertido



Caminamientos



Línea de Sección Estructural



Discordancia



Simbolos Topográficos

Vereda



Terraceria



Carretera Estatal



Carretera Federal

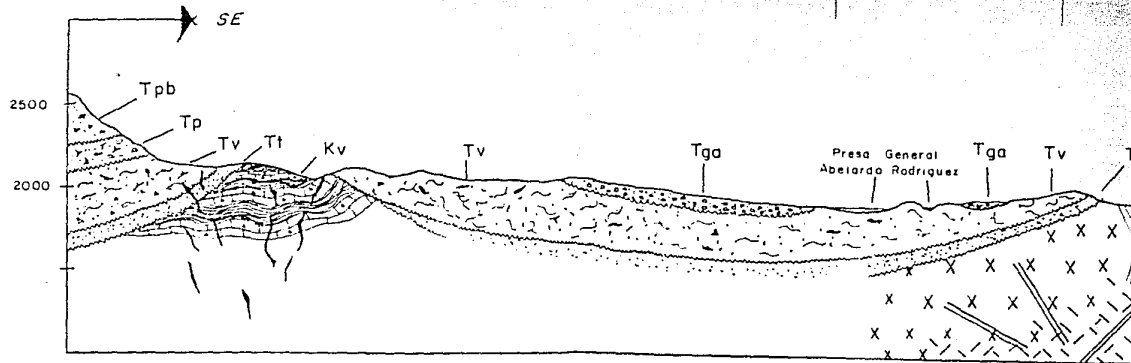


Banco de Material

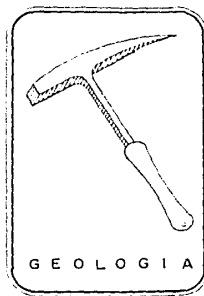
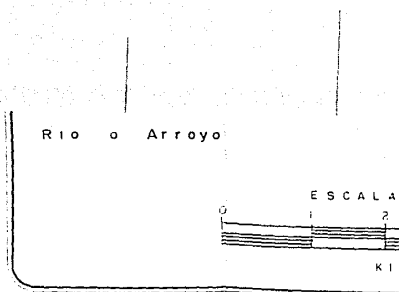
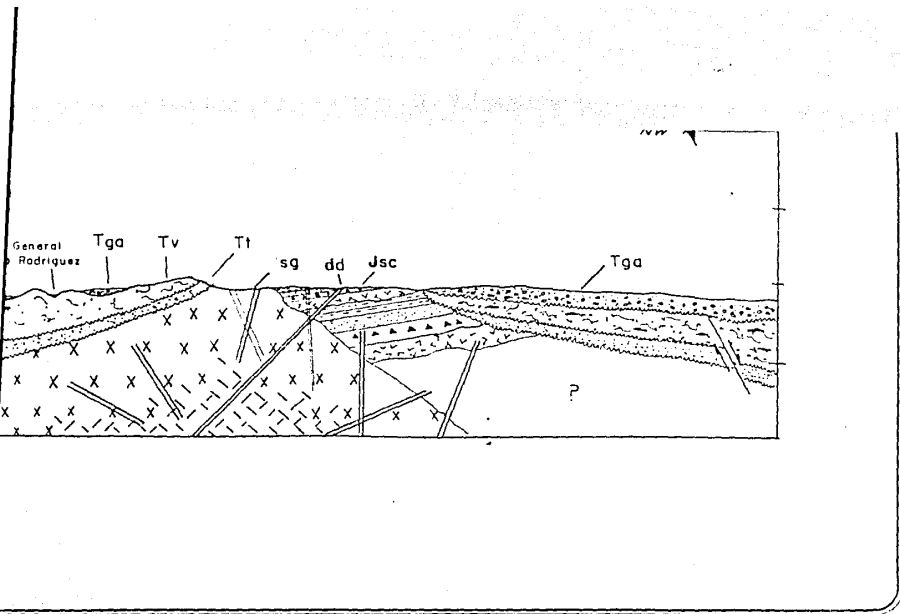


Presa





ESCALA VERTICAL 1:25,000
 ESCALA HORIZONTAL 1:50,000



PLANO DE JES DE

PLANO

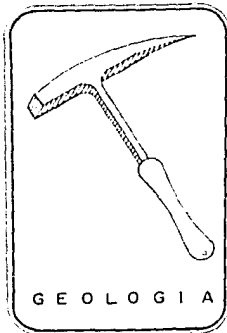
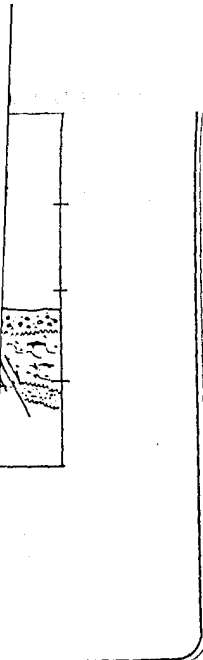
TES

MAURO

FACULT

U

Rio o Arroyo



PLANO GEOLOGICO DEL AREA
DE JESUS MARIA, ESTADO
DE AGUASCALIENTES

PLANO I 1988

TESIS PROFESIONAL

MAURO VELASCO HERNANDEZ

FACULTAD DE INGENIERIA

U N A M