

## 2. GEOLOGÍA

### 2.1. Geología Regional

La Sierra Madre Oriental (SMO) es un rasgo orográfico formado por un macizo montañoso situado al Noreste de la República Mexicana. Limitado hacia el Este por la Planicie Costera del Golfo, hacia el Sur por la Faja Volcánica Transmexicana, al Oeste por el Altiplano Mexicano y se extiende hacia el Norte hasta la frontera norte de México. La SMO es una unidad fisiográfica con más de 800 Km. de longitud y de 80 a 100 Km. de amplitud. Es el producto del levantamiento y deformación de rocas principalmente mesozoicas así como también de su basamento cristalino. Corresponde así a una franja de frente plegado y cabalgado durante la Orogenia Laramide que ocurrió durante Paleoceno Tardío – Eoceno Temprano (Eguiluz *et al*, 2000). De acuerdo con González *et al* (1986), pertenece al denominado Terreno Estratotectónico Sierra Madre Oriental.

El Anticlinorio Huizachal – Peregrina constituye un rasgo estructural dentro de la SMO. Se localiza a 12 Km. de Ciudad Victoria, Tamps., en lo que anteriormente era el borde Noroeste de la Plataforma de Tamaulipas (Carrillo – Bravo, 1961). Este es uno de los grandes arqueamientos que constituyen a dicho orógeno, que tiene una orientación NW – SE, extendiéndose desde Cd. Victoria, Tamps., hacia el Norte aproximadamente a 60 Km., y alcanza 20 Km. de ancho. En esta estructura se encuentran dos arqueamientos principales: el primero está ubicado en la parte Norte y Central del anticlinorio, denominado como Anticlinal de Peregrina; en su núcleo afloran el Gneiss Novillo de edad precámbrica y el Esquisto Granjeno de edad silúrica, mientras que en sus flancos se encuentran rocas de diferentes tipos con edades paleozoicas y mesozoicas. El otro plegamiento principal se sitúa en el extremo Sur, denominado como Anticlinal de Huizachal, región donde se ubica el área de estudio del presente trabajo. En el núcleo se encuentran rocas que han sido denominadas como Lechos Rojos de la Formación Huizachal de edad Triásico Tardío, cuerpos ígneos intrusivos y rocas detríticas de edad Jurásico Medio, además de rocas carbonatadas de edades Jurásico Tardío hasta Cretácico Tardío.

### 2.2 Litología

El corte del trazo carretero permitió el descubrimiento de la litología en fresco que aflora en el área de estudio, donde se reconocieron 16 formaciones estratigráficas, con edades representadas desde Triásico Tardío hasta el Cuaternario. Aflora una secuencia principalmente carbonatada muy heterogénea: sedimentos de ambiente continental fluvial de la Fm. Huizachal, transicionales de Fm. La Joya; rocas ígneas intrusivas; sabkhas de Fm. Olvido; carbonatadas de diferente composición y facies con las Formaciones Novillo, Zuloaga, La Casita, Taraises, Tamaulipas Inferior, Otates, Tamaulipas Superior, Cuesta del Cura, Agua Nueva y San Felipe; lutitas laminares de la Formación Méndez; además coluviones y aluviones cuaternarios. Los límites estratigráficos se muestran en la Carta Geológica - Estructural del Valle de Huizachal, anexada a este trabajo. La columna estratigráfica de esta región se muestra a continuación (Fig. 2.1):

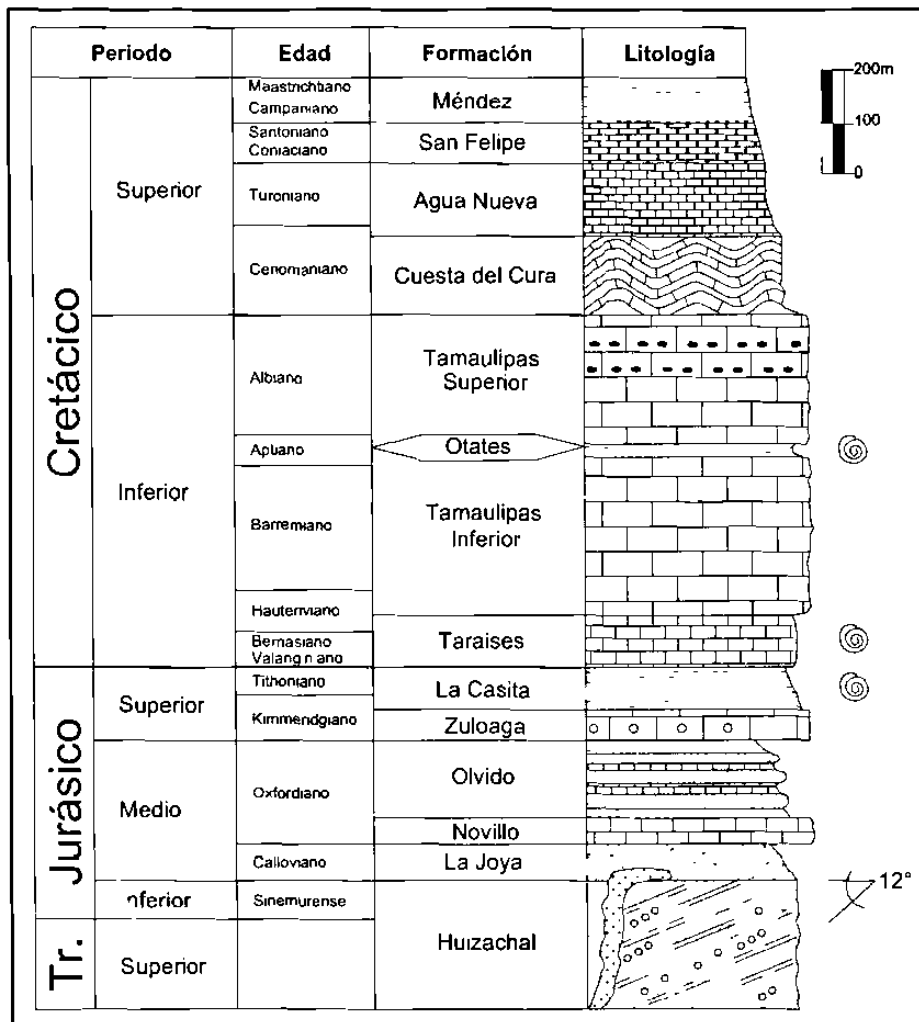


Fig. 2.1 Columna Estratigráfica del Valle de Huizachal.

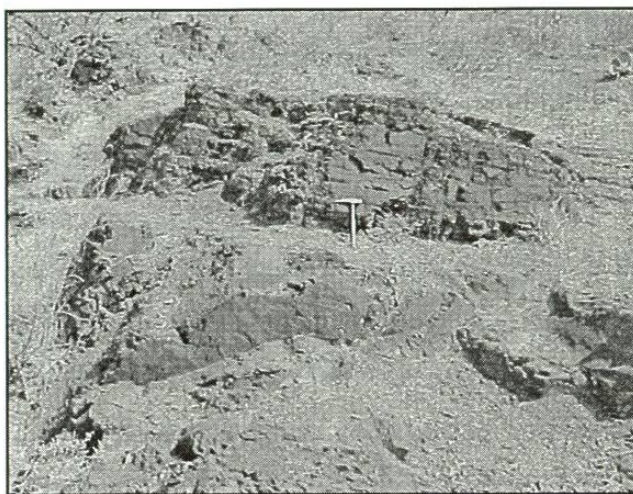
## TRIASICO

### 2.2.1 Formación Huizachal

Denominados anteriormente como *Lechos Rojos*, actualmente se considera que fueron depositados en un ambiente continental fluvial. Descrita por Imlay (1938) como una intercalación de lutitas, limolitas, areniscas y conglomerados de color rojizo, verde y gris verdoso que afloran como localidad tipo en este mismo valle. Esta formación ha sido estudiada por diversos autores: Mixon *et al* (1958); Carrillo-Bravo (1961); Montellano *et al* (1996); Rueda-Gaxiola *et al* (1993); Fastovsky *et al* (1998). Estudios recientes sugieren que se depositó en la Fosa Huayacocotla – El Alamar (Rueda-Gaxiola *et al*, 1993) que presenta condiciones de muy alta inestabilidad tectónica de la etapa inicial de dicha fosa. Como consecuencia está caracterizada por minerales y elementos típicos de una etapa de *rifting*. Al parecer existieron condiciones ambientales muy oxidantes, que influyeron en la coloración característica de esta Formación, por el alto contenido de hematita.

El espesor de las capas es muy variable, se observan capas desde unos cuantos centímetros hasta varios metros que dependen del tipo de roca: las lutitas presentan capas delgadas mientras que los conglomerados son masivos. En las areniscas basales se presenta estratificación cruzada de bajo ángulo, laminación y bandeamiento. Las lutitas y limolitas presentan laminación fina y algunos lentes de conglomerados (Fig. 2.2 y Fig. 2.4). La parte superior de la formación está caracterizada por una estratificación cruzada. Los conglomerados están formados por fragmentos de areniscas, rocas ígneas y metamórficas.

También aflora un cuerpo ígneo que intrusiona a esta unidad (Fig. 2.3), pero no se observa lo mismo para la Formación sobreyacente que es La Joya. Tiene una estructura afanítica, coloración crema y gris que intemperiza a amarillo contrastando con la unidad encajonante. En algunos sitios se observa una depositación en capas con bandeamiento. Se observan signos de alteración en las zonas de la intrusión al igual que hidrotermalismo, que se presenta con una coloración amarilla, verde,



**Fig. 2.2** Areniscas de grano fino de la Formación Huizachal. Nótese la laminación de éstas. Ubicación a 2 Km hacia el N del poblado del mismo nombre en el antiguo camino. Martillo como referencia.



azul y roja con escasos cristales de pirita y galena, esto puede corroborarse con la existencia de una mina abandonada de donde se extraía zinc, plomo y cobre, ubicada en la parte oriente del valle. Fastovsky *et al* (1998) obtuvo la fecha isotópica de este cuerpo ígneo a partir de zircones, la cual arrojó una edad de  $186 \pm 2$  millones de años, que corresponde a lo más tardío del Jurásico Temprano.

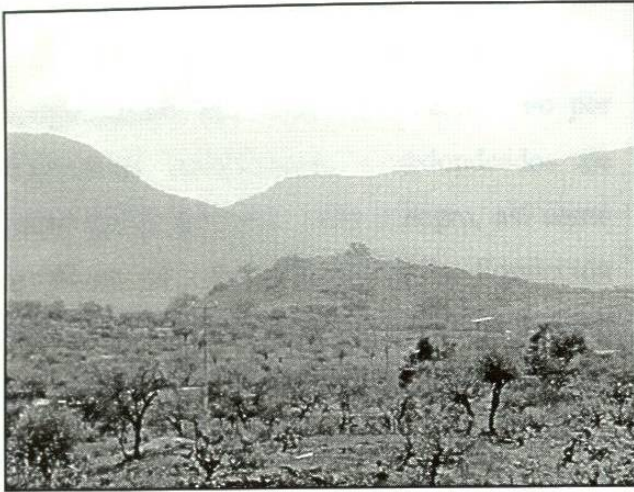


Fig. 2.3 Cuerpo ígneo principal formando relieves en el centro del valle. Vista hacia el Este.

La edad de esta unidad fue determinada primeramente por medio de troncos fosilizados y hojas recolectadas Mixon *et al* (1958) en el Cañón de la Boca que arrojaron una edad Triásica Tardía. Rueda Gaxiola *et al* (1993) realiza un estudio palinoestratigráfico, fechando a esta unidad como Sinemurensis.

La estratificación presenta una dirección de  $276^\circ/12^\circ$  en la parte poniente del valle y de  $047^\circ/18^\circ$  al oriente, no se observan plegamientos salvo el del cuerpo ígneo. Existen

fallas normales dentro de la misma Formación,

que delimitan bloques con desplazamientos de unos cuantos metros, que sólo son observables en el

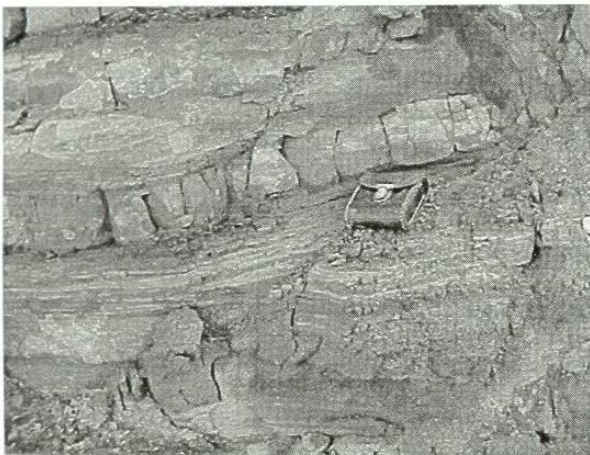


Fig. 2.4 Intercalaciones de arenisca, limolita y lutita en estratificación cruzada. Brújula como referencia.

trazo carretero. La morfología de los *Lechos Rojos* presenta una serie de escalonamientos y lomeríos suaves ya que están fuertemente erosionados, mientras que el cuerpo ígneo produce relieves abruptos que sobresalen notoriamente por su resistencia a la erosión; ésta última aflora en la parte central del valle con algunos puntos dispersos, la secuencia sedimentaria se distribuye en la parte baja rodeando la masa ígnea hasta llegar al pie de las montañas que lo rodean. El espesor

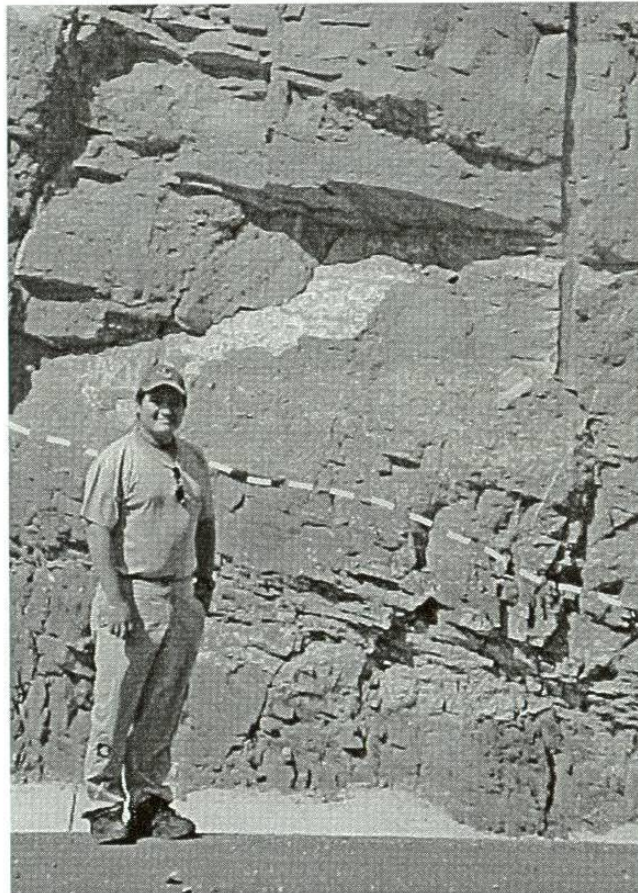
medido de esta Formación es de 200 m.



**JURASICO****2.2.2 Formación La Joya**

Fue definida por Mixon *et al* (1959) ubicándose la localidad tipo en el rancho La Joya Verde que se ubica en este mismo valle. Se considera que es la base de una secuencia transgresiva del Grupo Zuloaga (La Joya, Novillo, Olvido y Zuloaga) definida por Götte (1991), (Fig. 2.5).

En la parte basal aflora un conglomerado mal clasificado constituido por fragmentos subangulares a redondeados de rocas ígneas de color verde y negro, así como areniscas de color rojizo de la Formación Huizachal subyacente, en una matriz arcillohematítica de color rojo a violáceo oscuro. Los fragmentos tienen tamaños desde unos cuantos milímetros hasta 30 cm. Subsecuentemente se presentan dos bancos de caliza de color gris oscuro que intemperiza a crema, con intercalaciones de arcillas de color café claro, teniendo como espesores las calizas 50 cm y las arcillas 2 cm. Después se tienen unas areniscas de grano fino de color anaranjado y lutitas de color rojizo subyaciendo a una capa de areniscas de grano grueso de color amarillento muy deleznales mostrando una estratificación cruzada. Ya en la parte superior presenta una capa de 80 cm de arcillas y margas que subyacen a calizas de la Formación Novillo.



**Fig. 2.5** Secuencia clástica de la Formación La Joya. La línea punteada muestra el contacto entre el miembro de areniscas y limolitas, con el conglomerado cercano a la parte superior de la formación.

Cubre en discordancia angular a la Formación Huizachal. Este basculamiento fue medido en campo donde se dieron valores distintos: 12° en el “Cerro de las Cabras” al W y 14° en el “Cerro del Fraile” en la parte E del valle. Cabe mencionar que sólo en estos dos sitios se apreció el contacto angular entre dichas Formaciones, ya que en la mayor parte están erosionadas y que para el presente trabajo, se fijó como contacto, el conglomerado basal. El espesor de esta Formación es de 70 m.



### 2.2.3 Formación Novillo

Descrita por Heim (1926), la localidad tipo se encuentra en el Cañón del Novillo al W de Cd. Victoria, Tamps.

Consiste de calizas grises que intemperizan a gris claro (Fig. 2.6). El contacto con La Joya presenta un estrato de 30 cm de espesor y otro de 80 cm intercalados por horizontes arcillosos (Fig. 2.7). Sobreyacen calizas parcialmente dolomitizadas de color gris que intemperizan a gris claro con espesores delgados y medianos de 5 a 30 cm con algunas intercalaciones de lutitas de color café claro con espesores de 1 cm. Después se observan calizas micríticas de color gris oscuro con espesores de 10 cm, intercaladas con arcillas de color crema.

El análisis de láminas delgadas indica una micrita esparitizada con cristales de cuarzo angulares a subangulares, cristales de dolomita, fragmentos de conchas de moluscos, radiolarios y algas. Los microfósiles están muy recristalizados por lo que no se pudieron reconocer con precisión. Se reconoce la presencia de *Crassicollaria massutiniana*, *Tintinnopsella carpathica* forma grande y *C. brevis* están presentes. Estas especies indican una edad de Jurásico Tardío (Tithoniano Tardío).

La dirección preferencial del buzamiento en la parte E es de  $337^{\circ}/14^{\circ}$ , en el afloramiento que esta en el trazo carretero es  $278^{\circ}/49^{\circ}$  y al W  $248^{\circ}/14^{\circ}$ . Sobreyace a la Fm. La Joya en una ligera discordancia angular con un contacto transicional entre ambas Formaciones y subyace a la Fm. Olvido. En algunos lugares presenta algo de carstificación en la parte media. Está distribuida en la

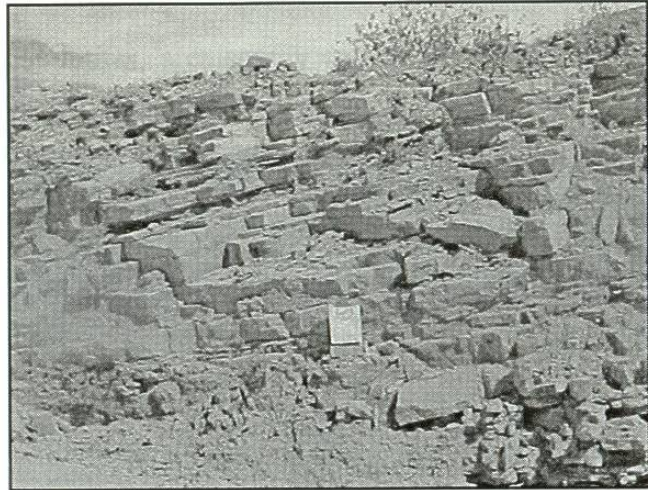


Fig. 2.6 Calizas de la Formación Novillo. Ubicación Km 26+650. Tabla como referencia. Vista hacia el N.

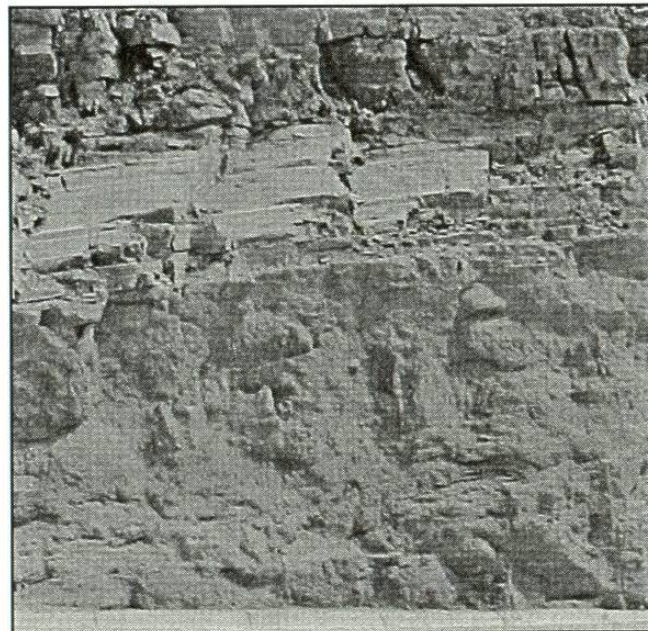


Fig. 2.7 Contacto discordante entre Formaciones La Joya (subyacente) y Novillo. Ubicación Km. 26+600. Vista hacia el N.



parte media de las montañas, se puede apreciar a simple vista el contacto con la Formación subyacente. El espesor medido fue de 50 m.

#### 2.2.4 Formación Olvido

Es una secuencia estratigráfica formada por lutitas, areniscas y calizas de colores claros suprayaciendo a la Fm. Novillo y subyaciendo a la Fm. Zuloaga. El nombre de Formación Olvido fue propuesto por Heim (1940) y la localidad tipo se encuentra en el rancho El Olvido al sureste del Valle del Huizachal. Se considera que esta secuencia fue depositada en un ambiente tipo *sabkha* (Götte, 1991)

La litología esta compuesta por una intercalación de lutitas, areniscas, margas y calizas de colores contrastantes de cada una de ellas (Fig. 2.8). En la parte basal se tienen lutitas de color rojo, después se tienen calizas

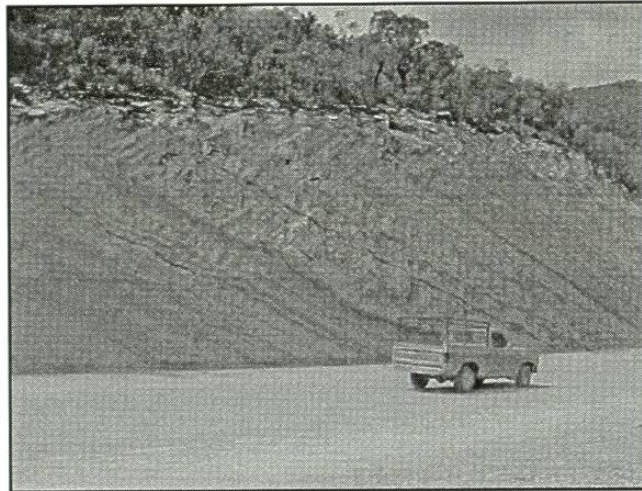


Fig. 2.8 Aspecto general de la Formación Olvido. Ubicación Km. 27+000.

de grano fino de color crema que intemperizan a rosado. En la parte media se observan una secuencia mas o menos rítmica de lutitas de colores verdes, amarillas y rosadas de 10 a 20 cm de espesor, areniscas de gran fino de color amarillo de 20 cm, margas de colores verdes y crema de 10 a 30 cm, y calizas de color crema con estratos en forma de “boudinage” de 40 cm de ancho. En la parte alta se nota una disminución de rocas clásticas, mientras que permanecen las calizas que muestran una transición hacia la Formación Zuloaga con un crecimiento gradual en la coloración gris oscuro y un grano más fino.

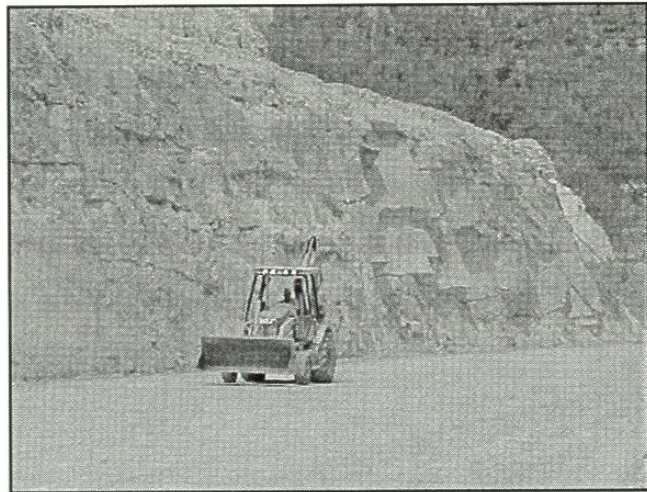
El análisis de lámina delgada a los bancos de calizas revelan que se tiene un mudstone con fragmentos de cuarzo angulares a subangulares zonalmente, con alto contenido de hierro. Los cristales de cuarzo forman microlaminaciones que se alterna con el componente micrítico. Se observan radiolarios, fragmentos de algas, espículas y conchas de ostrácodos. La fauna presente corresponde a *Crassicollaria brevis* (?) al parecer, ya que esta especie se encuentra muy recristalizada, dando una edad de Tithoniano Tardío.

En el área de estudio se midieron aproximadamente 150 m de espesor. Normalmente no es fácil de distinguir esta Formación en el área de estudio debido a que es susceptible a la erosión por su litología, casi por lo regular forma depresiones entre las calizas de Novillo y Zuloaga. El único lugar donde se pudo observar la secuencia completa fue en el corte de la carretera en el Km. 26+650. Algo que no se observó fue la presencia de yeso como se reporta en el trabajo que realizó Gorka (2002) en la parte sur del valle, donde aflora esta unidad a la cual él denominó Minas Viejas.

### 2.2.5 Formación Zuloaga

Es un paquete de calizas gris oscuro gruesas y masivas. La localidad tipo se encuentra en la Sierra Sombrerete al Norte de Melchor Ocampo en el Estado de Zacatecas, la cual fue descrita por Imlay (1938).

Consiste de calizas micríticas color gris claro con intercalaciones de 1 cm de arcillas color crema. La potencia de los estratos es de gruesa a masiva, desde 40 cm hasta 1.8 m de espesor (Fig. 2.9). Se observan estilolitas paralelas a la estratificación que muestran un color rojizo por alteración además de estructuras *cone in cone* en el contacto de los estratos. A la lupa se miran ooides, que fueron la clave para identificar esta unidad, de acuerdo al ambiente de depositación reconocido para esta Formación, el cual fue en aguas someras de alta energía.

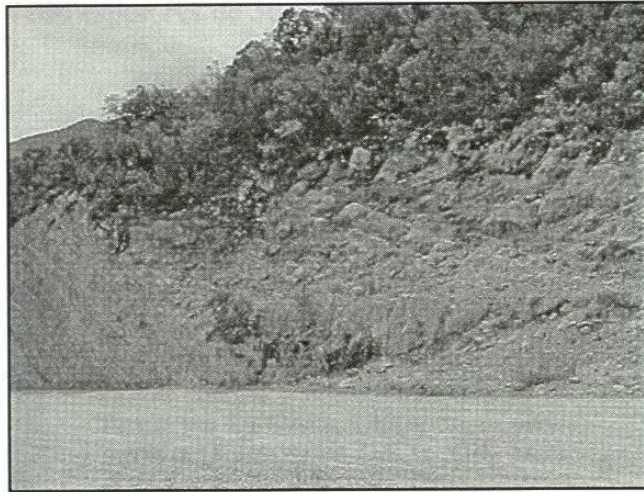


**Fig. 2.9.** Calizas masivas de la Formación Zuloaga. Km 26+890. Vista hacia el NW.

El análisis de lámina delgada indica que se tiene una pelmicrita con fragmentos de conchas de moluscos, algas, ostrácodos, con radiolarios y fragmentos de espículas; fragmentos de cuarzo subangulares a subredondeados. Se reconocieron forminíferos plactónicos: *Heterohelix* sp., *Calpionella alpina* (?) forma grande, la cual nos indica una edad de Tithoniano Tardío.



El buzamiento medido en la porción E indica  $340^{\circ}/12^{\circ}$ , mientras que en el corte carretero Km. 26+890  $266^{\circ}/36^{\circ}$  y en la parte W en el Cerro de las Cabras  $254^{\circ}/18^{\circ}$ . Afloran 50 m de esta unidad que sobreyace a la Fm. Olvido (Fig. 2.10) y subyace a la Fm. La Casita. El contacto con la Formación Olvido es transicional. La edad de esta Formación es Kimmeridgiano.



**Fig. 2.10.** Contacto transicional de las Formaciones Olvido y Zuloaga. Km 27+000. Vista hacia el SW.

### 2.2.6 Formación La Casita

Fue descrita por Imlay (1943), la localidad tipo se localiza en el Cañón de La Casita a 50 Km al SW de Saltillo, Coah. Consiste de una secuencia de calizas arenosas, calizas arcillosas, margas y lutitas carbonosas.

En el área de estudio está formada en su parte basal de calizas arenosas (Fig. 2.11) de grano fino a medio de color gris claro que intemperiza a gris oscuro, con pequeños nódulos de pedernal negro en estratos de 60 cm de espesor, algunas capas presentan un incremento en el diámetro de los fragmentos y en la cantidad de éstos, llegando al grado de tener la apariencia de un conglomerado, además de estar redondeados. La composición de los fragmentos principalmente es cuarzo aunque se observan líticos de composición carbonatada. Posteriormente se encuentran calizas arcillosas de color gris claro (Fig. 2.12) que intemperizan a crema con espesores de 10 a 40 cm que al quebrarlas despiden un olor fétido debido al contenido de materia orgánica, donde se observaron pelecípodos, amonites y braquiópodos. En forma intercalada se encuentran margas de color gris en



**Fig. 2.11** Miembro basal de calizas arenosas de la Formación La Casita. Ubicación arroyo en el Km. 27+000.



capas de 20 cm y lutitas carbonosas de color negro con espesores de 30 a 40 cm. Esta alternancia se observa hasta el contacto con la Fm. Taraises.



**Fig. 2.12.** Miembro de alternancia de calizas, margas y lutitas carbonosas de la Formación La Casita. Ubicación en parte media del Cerro de las Cabras. Vista hacia el S.

El análisis de lámina delgada a las calizas basales, muestra una pelsparita con alto contenido de hierro y materia orgánica. Los bioclastos incluyen pelets, fragmentos de briozoos, de algas y conchas. La presencia de *Fabreina* sp. y *Crassicollaria brevis* sugiere una edad de Tithoniano Tardío.

Esta Formación presenta un buzamiento de  $299^{\circ}/30^{\circ}$  al W del área de estudio. Presenta una distribución en el área de estudio hacia las partes altas del Valle de Huizachal, que normalmente se encuentran erosionadas ó con espesa vegetación. La secuencia se puede observar completa sobre el trazo carretero. El espesor medido en esta área fue de 70 m. De acuerdo a la fauna que presenta en ésta área, Carrillo – Bravo (1961) le asignó una edad de Kimmeridgiano – Tithoniano.

## **CRETACICO**

### **2.2.7 Formación Taraises**

Definida por Imlay (1936) en la parte occidental de la Sierra de Parras donde se ubica la localidad tipo. Varios autores han estudiado esta Formación buscando como objetivo marcar el límite Jurásico – Cretácico (ej., Adatte *et al*, 1994).



En la parte basal se marcó como contacto inferior entre La Casita a la primera aparición de estratos carbonatados con espesores medianos. Esta base consiste de una caliza de color gris oscuro que intemperiza gris claro, en estratos medianos de 30 – 50 cm de espesor (Fig. 2.13), que intercalan con lutitas de color gris oscuro con espesores de 10 – 20 cm. Se encontraron en estos estratos escasos belemnites con algunas huellas de amonites. Suprayaciendo se encuentran calizas de color



**Fig. 2.13** Calizas arcillosas de la Formación Taraises. Km. 28+200. Vista hacia el NE.

gris que intemperizan a gris claro, de espesores entre 40 – 60 cm con algunas intercalaciones de arcilla, con amonites de tamaños de entre 20 – 30 cm de diámetro.

El contacto litológico con la Formación La Casita es abrupto pero concordante. Esta distribuida en las partes medias de las montañas que rodean al valle y se va recostando hasta converger en el cañón que se ubica al Norte del área de estudio. En la parte basal los echados son suaves con una dirección de estratificación de  $308^{\circ}/08^{\circ}$  en el trazo carretero, que se incrementa hasta llegar a la parte alta de la Formación a  $226^{\circ}/30^{\circ}$  haciéndose las capas más inclinadas hacia el NW. Al W en el Cerro de las Cabras los estratos buzcan en una dirección  $249^{\circ}/17^{\circ}$  mientras que en la parte E se tienen buzamientos de  $010^{\circ}/15^{\circ}$ . El espesor medido de esta Formación es de 100 m. Se le ha asignado una edad de Valangiano – Hauteriviano (Carrillo – Bravo, 1961).

### 2.2.8 Formación Tamaulipas Inferior

Originalmente denominadas como Calizas Tamaulipas por Stephenson (1921) (en Muir, 1936), a la secuencia que aflora en un flanco del anticlinorio de la Sierra de Tamaulipas, proponiéndose como localidad tipo en el trabajo que realizó Muir (1936). Posteriormente dividió la Caliza Tamaulipas en las Formaciones Tamaulipas Inferior y Tamaulipas Superior separadas por el Horizonte Otates, el cual fue ascendido al rango de formación por Humphrey y Díaz (1956).