

INSTITUTO GEOLOGICO DE MEXICO

DIRECTOR: JOSE G. AGUILERA

ESTUDIO GEOLOGICO
DE
LA REGION DE SAN PEDRO DEL GALLO
DURANGO

POR EL

DR. CARLOS BURCKHARDT

(Láms. XLIX-LI y 9 figs.)



MÉXICO

IMPRESA Y FOTOTIPIA DE LA SECRETARÍA DE FOMENTO
Callejón de Betlemitas número 8

—
1910

ESTUDIO GEOLOGICO

DE LA

REGION DE SAN PEDRO DEL GALLO

(DURANGO)

POR EL DR. CARLOS BURCKHARDT

(Láminas XLIX á LI)

INTRODUCCION

Hace tiempo se sabía que en la región de San Pedro del Gallo debían existir yacimientos jurásicos y cretácicos fosilíferos. Los autores del Bosquejo Geológico de México (Boletín del Instituto Geológico de México núms. 4-6. 1897), mencionan ya fósiles jurásicos de El Gallo é indican el Jurásico en el plano. Más tarde el Ingeniero *Tuttle* fué comisionado por la Compañía Minera de Peñoles" para hacer investigaciones acerca de la presunta existencia de carbón de piedra en la región. En esta ocasión Mr. *Tuttle*, pudo recoger algunas pocas amonitas suprajurásicas, que remitió para su descripción á Mr. *Douglas Wilson Johnson*.¹ Finalmente el Dr. *E. Angermann* fué comisionado por el Instituto Geológico para hacer un estudio de la región.

1. D. W. Johnson: On some jurassic fossils from Durango, México. The American Geologist, vol. XXX, p. 370. Dec. 1902.

En el informe rendido por dicho geólogo, fué descrita por primera vez la geología de la región con algún detalle.¹

El Sr. *Angermann* tiene el mérito de haber reunido por primera vez una colección abundante de fósiles jurásicos, casi exclusivamente kimeridgianos de la región. Es de lamentar, sin embargo, que *Angermann* haya cometido varios errores al interpretar la geología, errores que se explican ciertamente por la complicación tectónica inusitada de la región. No puedo entrar en detalles y precisar todos los puntos en que no me es posible estar de acuerdo con *Angermann*, bastará decir que dicho autor no pudo llegar á una explicación satisfactoria de la geología, por haber considerado como de edad cretácica, á las capas suprajurásicas más antiguas de la región que se observan en el anticlinal del cerro del Volcán. Además, *Angermann* dibujó en su plano los diferentes pisos de tal manera, como si estuvieran sobrepuestos regularmente sin haber sufrido notables dislocaciones, cuando en realidad las capas se ven en todas partes enérgicamente plegadas y se hallan con frecuencia en posición más ó menos vertical.

Habiendo recibido de la parte de nuestro estimado Director el encargo de estudiar la rica colección de fósiles reunida por *Angermann* en El Gallo, fuí comisionado en el verano del año de 1907, para hacer un nuevo estudio geológico de la región. Durante mi estancia en San Pedro levanté un plano detallado de los alre-

1. E. Angermann; Explicación del Plano geológico de la región de San Pedro del Gallo, Estado de Durango. Parergones del Instituto Geológico de México. Tomo II, núm. 1. 1907, p. 5-14 con un plano.

dedores y pude recoger nuevas y abundantes colecciones paleontológicas. La descripción de estos materiales, así como de la colección Angermann fué hecha en el año pasado. Está terminada y se publicará más tarde en el Boletín de nuestro Instituto, acompañada de numerosas láminas.

Por ahora, sólo daré un estudio geológico de la región con un resumen de los resultados paleontológicos y estratigráficos.

La región de San Pedro del Gallo está situada en el Noreste del Estado de Durango y al Oeste de Mapimí. Es una región montañosa, que pertenece á los contrafuertes orientales de la Sierra Madre Occidental, siendo atravesada por unas cadenas de montañas dirigidas de Norte á Sur. Las Sierras de la región, bastante aisladas y separadas entre sí por anchos valles, están formadas en su mayoría por capas suprajurásicas y cretácicas, intensamente plegadas. Se observa una serie de anticlinales y sinclinales con dirección general de Norte á Sur. Pero la estructura es sumamente complicada por plegamientos transversales, fallas y hundimientos considerables.

Rocas neovolcánicas se encuentran solamente en una extensión reducida.

ESTRATIGRAFIA

(Con un cuadro de la serie jurásica y cretácica de la región)

Publicaré en otro trabajo la descripción paleontológica de los fósiles encontrados en la región, así como un estudio detallado de la serie sedimentaria. Por ahora me limitaré á presentar un resumen estratigráfico.

La región estudiada está formada por capas jurásicas y cretácicas, extendiéndose la serie desde el Oxfordiano hasta el Cretáceo medio.

A.—Jurásico superior

1.—Areniscas y calizas con Nerineas

Esta división, que es la más antigua de la región, se observa al Norte de San Pedro, entre el cerro del Volcán al Sur y Las Lagunitas al Norte. Consiste principalmente en areniscas y cuarcitas blancas, á veces con manchas rojas color de sangre. Además se observan areniscas rojas así como pizarras y margas de distintos colores. Casi en la mitad de la serie, se intercalan unos bancos de caliza gris con Nerineas y corales. Las capas están cubiertas por el Oxfordiano superior siendo por lo tanto más antiguas que este último.

2.—Oxfordiano superior

El Oxfordiano superior está formado por una serie de margas, calizas margosas y arenosas, pizarras y pizarras arenosas, rojizas ó verduscas con intercalaciones de calizas, grises ó verduscas. Estas calizas forman á veces verdaderos bancos; pero generalmente se presentan como masas irregulares ó redondeadas de poca extensión. En varios lugares abundan los fósiles en las calizas, pero casi siempre es bastante difícil extraerlos de la roca. Las localidades más fosilíferas se encuentran en la falda Sureste del cerro del Volcán, en donde pude recoger las amonitas siguientes: A, en las capas inferiores: *Neumayria crassicosta* n. sp., *Neumayria pichleriformis* n. sp. (vecina de la N. Pichleri Opperl), *Perisphinc-*

tes durangensis n. sp., *P. cfr. promiscuus* Buk., *P. cfr. rota* Sinzow, *P. aff. plicatilis* d'Orb. *P. cfr. plicatilis* de Riaz, *P. wartaeformis* n. sp., *P. cfr. chloroolithicus* Nikitin, *P. trichoplocoides* n. sp., *P. elisabethaeformis* n. sp., *P. cfr. alterneplicatus* Waagen.

B, en las capas superiores: *Ochetoceras canaliculatum* d'Orb. sp., *O. mexicanum* n. sp., *O. pedroanum* n. sp., *Neumayria neohispanica* n. sp., *Perisphinctes virgulatus* Quenst. sp.

Además encontré en la falda Sur del cerro del Volcán: *Perisphinctes cfr. lucingensis* Choffat y pequeños individuos de un *Aspidoceras* pertenecientes al grupo del *Aspidoceras perarmatum* Sow. Cerca de Lagunitas recogí el *Perisphinctes lagunitasensis* n. sp.

En ciertas capas, sobre todo en las de caliza, predominan por completo las Amonitas que acabamos de citar, habiendo además otras que están llenas de Bivalvos, por lo general bastante mal conservadas.

La fauna de Amonitas indica con toda claridad una edad oxfordiana de las capas; pero si queremos fijar exactamente el horizonte estratigráfico, tropezamos con una cuestión bastante delicada. Mientras que algunos fósiles (p. e. *P. aff. plicatilis* d'Orb. (=Orbigny Lor.), *P. cfr. plicatilis* de Riaz, *P. cfr. chloroolithicus* Nik. *P. trichoplocoides* n. sp., *P. elisabethaeformis* n. sp.) indican capas de la edad de la zona con *P. transversarium* ó más antiguas, otras al contrario (p. e. *Ochetoceras mexicanum*, forma vecina del *O. marantianum* D'Orb., *Neumayria neohispanica* n. sp., *N. pichleriiformis* n. sp., formas vecinas de la *Oppelia Pichleri* Oppel et Choffat; *Perisphinctes virgulatus* Qust.) hablan en favor de una representación de la zona con *P.*

bimammatum. Así llegamos á la conclusión, que las capas oxfordianas de nuestra región deben representar á la vez la zona con *P. transversarium* y la zona con *P. bimammatum*. Como se sabe, también en varias regiones de Europa, estas dos zonas no han podido ser separadas netamente y parecen representadas á la vez por las mismas capas. Recordaremos aquí el "Weisser Oxfordkalk" de Czenstochau, el "weissgrauer Kalk" de Cetechowitz, las "couches de Cabaço," el "calcaire gris concrétionné" de Friburgo y de Voirons y por último los "calcaires à *A. canaliculatus* et *bimammatus*" de Lure et Sisteron.

3.—Kimeridgiano

(Capas de San Pedro, parte inferior)

Una serie muy potente de pizarras arcillosas negras, se encuentra principalmente en las inmediaciones de San Pedro. Contienen dichas pizarras muchas concreciones de una caliza gris oscura, muy bituminosa.

Al partir las concreciones, que se presentan generalmente en forma de bolas bastante grandes, suelen encontrarse en el interior fósiles muy bien conservados.

El Dr. *Angermann* tiene el mérito de haber reunido una colección abundante de fósiles de este piso; pero desgraciadamente dichos fósiles no han sido separados cuidadosamente según las localidades, de modo que no es posible indicar el lugar exacto de donde provienen. Pude convencerme, sin embargo, que dichos fósiles, que forman la base principal de mi estudio paleontológico sobre la fauna del Kimeridgiano, deben provenir de un piso solamente, habiendo nosotros encontrado de nuevo la mayor parte de los fósiles recogidos por *Angermann*, en un mismo lugar.

Las localidades fosilíferas más ricas son las siguientes: al Sur del Gallo (á orillas de la población) cerca del Tanque; al Este de la población, en un cerrito; al pie occidental del Cerro de la Cruz; en la falda Sureste del Cerro del Volcán (en la base del yacimiento oxfordiano) y finalmente al Este del Cerrito del Milagro, entre dicho cerrito y el camino real al Cerro Redondo.

Predominan en todos estos lugares las amonitas de las cuales pude determinar las formas siguientes: *Phylloceras subplicatus* n. sp. (vecino del *P. plicatus* Uhlig), *P. reticulatum* n. sp., *Sowerbyceras inflatum* n. sp. (forma vecina del *S. Loryi* Favre), *S. Pompeckji* n. sp., *Ochetoceras neohispanicum* n. sp. (vecina del *O. canaliferum* Oppel), *Neumayria crucis* n. sp., toda una serie de *Streblites* muy parecidos á los de los grupos de la India del *Streblites Adolphi* Oppel y *pygmaeus* Uhlig: *Streblites Uhligi* n. sp., *S. complanatus* n. sp., *S. sparsiplicatus* n. sp., *S. striatus* n. sp., *S. pedroanus* n. sp., *S. mexicanopictus* n. sp., *S. fasciger* n. sp., *S. serratus* n. sp., *S. nanus* n. sp., *S. durangensis* n. sp., *S. pseudonimbatus* n. sp., *S. auriculatus* n. sp., *Aspidoceras* aff. *bispinosum* Qust. sp., *A. neohispanicum* n. sp., *A. cfr. longispinum* Sow. sp., *A. durangense* n. sp., *A. constrictum* n. sp., *A. Pavlowi* n. sp. (vecino del *A. acanthicum* Pavlow), *A. pseudomicroplum* n. sp., *A. laevigatum* n. sp., *A. americanum* n. sp. El grupo de los *Simoceras agrigentinum* Gemmellaro y *Herbichi* von Hauer, para el cual propondré en mi Monografía paleontológica el nuevo género "*Nebrodités*" está representado por las siguientes especies: *Nebrodités Haizmanni* n. sp. (quizá sinónimo con *Ammonites* cfr. Bir-

mensdorfensis Qu.), *N. aff. agrigentinus* (Gemm.). *Favre* sp., *Nebroditex flexuosus* n. sp. (vecino del *N. favaraensis* Gemm.), *N. crassicostatus* n. sp. (vecino del *N. planicyclus* Gemm.), *N. Zitteli* n. sp. (vecino del *Ammonites planula planus* Qust.), *N. rota* n. sp., *N. nodosocostatus* n. sp., *N. Quenstedti* n. sp. (vecino del *N. planulacinctus* Qust. sp.). Los Idoceras son muy numerosos y pertenecen casi todos al grupo del *Idoceras durangense*, representado en Europa principalmente por *Ammonites Balderus Loriol non Opperl* (Baden pl. XV, fig. 7). Este grupo adquiere un gran desarrollo en San Pedro en donde encontramos las especies siguientes: *Idoceras durangense* n. sp., *Idoceras Tuttlei* n. sp., *I. Lorioli* n. sp. (vecino del *A. Balderus Loriol*), *I. neohispanicum* n. sp., *I. Angermanni* n. sp., *I. Johnsoni* n. sp., *I. complanatum* n. sp., *I. Boesci* n. sp., *I. Cragini* n. sp. (vecino del *Perisphinctes Schucherti* Cragin, forma involuta), *I. disciforme* n. sp., *I. plicomphalum* n. sp., *mutabile* n. sp., *I. aff. Dedalum Gemmellaro* sp. El grupo de los *Idoceras planula* auct. y *Balderum Opperl*, tan ampliamente representado en las capas con *Idoceras* de Mazapil, suministró sólo dos especies en San Pedro: *Idoceras Aguilerae* n. sp. (vecino del *I. Balderum Opperl*) é *Idoceras Sautieri* Font. sp. El elemento ruso-boreal está representado en la fauna por numerosos ejemplares de una *Aucella* del grupo *Pallasi Keyserling*.

Como se ve por la enumeración anterior, se observa en el Kimeridgiano de San Pedro, una mezcla interesante de formas de la Europa Central, de la región mediterránea, de las Indias Orientales (Spiti Shales) y de la región ruso-boreal. Especialmente se notan relaciones

faunísticas estrechas con el Jurásico blanco medio de Suabia (tanto con el γ como con el δ), con los "Baderenschichten," con la zona de la *Oppelia tenuilobata* de Crussol, con los "Acanthicusschichten" (sobre todo de la Sicilia) y con la parte media de los "Spitishales."

La parte inferior de las capas de San Pedro parece corresponder, según la fauna, al Kimeridgiano tanto superior como inferior; aunque es probable que las capas más bajas, caracterizadas por los *Perisphinctes polyploci*, no estén representadas. De todos modos hay en la fauna elementos que indican la presencia del Kimeridgiano superior (p. e. *Sowerbyceras inflatum* vecino del *S. Loryi* y *Aspidoceras* *cf.* *longispinum* *Sow.*), mientras que en la mayor parte de la fauna se advierte un parentesco íntimo con formas del Sequaniano superior (zona de la *Oppelia tenuilobata*).

4.—Portlandiano superior

(Capas de San Pedro, parte superior)

Capas casi idénticas por su carácter litológico con las del Kimeridgiano contienen numerosos fósiles portlandianos en una faja, que se extiende del Cerro de las Liebres hasta el Paso de las Lajas. Es claro que sólo donde se encuentran dichos restos se pueden distinguir con seguridad las capas superiores de San Pedro, de las inferiores. En los lugares pobres en fósiles esto es imposible ó sumamente difícil, dada la semejanza litológica de las dos partes de las capas de San Pedro. En vista de esta dificultad indiqué en el plano con un mismo color las capas de San Pedro en su totalidad, limitándome á distinguir mediante puntos ó rayas el

Kimeridgiano y Portlandiano en donde los fósiles así lo permiten.

No encontré capas fosilíferas del Portlandiano inferior, pero me parece improbable que dichas capas falten en la región; creo, al contrario, que están representadas por unos depósitos pobres en restos orgánicos, ó bien que no han podido ser encontradas por hallarse cubiertas por la vegetación ó por terrenos modernos.

Las capas de San Pedro son sumamente variables en espesor; mientras que al Este de la población se presentan en una serie muy potente, están muy reducidas en otras partes de la región. Nos ocuparemos con más detalle de este extraño cambio del espesor de las capas cuando hablemos de la tectónica de la región.

Al Este de la población de San Pedro se observan los mejores afloramientos del Portlandiano superior. Allí pude distinguir tres zonas fosilíferas: una zona inferior y una superior conteniendo relativamente pocos fósiles y una zona media abundante en Amonitas y Aucellas.

a.—Zona inferior

Esta zona se observa únicamente en una labor al Este de San Pedro. Partiendo concreciones ó fragmentos de caliza, que se hallan allí esparcidos por el terreno, se encontraron algunos restos de Amonitas, entre las cuales debo mencionar: *Holcostephanus aff. pronus Oppel sp.* y *Berriasella aff. Oppeli Kilian sp.*

b.—Zona media. Capas con *Durangites*

Por ser mucho más ricos en fósiles, que las capas anteriormente descritas, se observan los depósitos de la zona media en una extensión mayor, formando una faja

continua desde el Arroyo del Aguajito hasta el Cerro de las Liebres. Al Sur de dicho cerro reaparecen las capas en dos puntos y no cabe duda que se las pudiera observar á lo largo del pie occidental de la Sierrita sin interrupción hacia el Sur, si los terrenos de acarreo no cubrieran todo.

Intercalados entre pizarras negras, se encuentran concreciones ó lechos delgados de calizas negras, grises ó rojizas, sumamente ricas en fósiles, de los cuales pude determinar los siguientes: *Phylloceras* sp., *Perisphinctes* (varias especies), *Kossmatia interrupta* n. sp. (vecina del *Perisphinctes Victoris* Burckhardt del Portlandiano de Mazapil), *K. pectinata* n. sp., *Berriassella* sp. (vecina del *Ammonites Wallichi* Gray), *Hoplites* aff. *microcanthus* (Oppel) Peron sp., *Simbirskites mexicanus* n. sp. Además se encuentra en esta zona un grupo particular de *Hoplites*, para el cual propondré el nuevo subgénero "*Durangites*." Es este un grupo de formas, que parecen desconocidas hasta ahora. Son amonitas que presentan en estado adulto cierta semejanza con los "*Perisphinctes retrocostati*," siendo cubiertas en los flancos de costillas inclinadas hacia atrás. En la parte externa se observa una faja lisa bastante ancha y al lado de ella terminan las costillas mostrando algunas de ellas fuertes nódulos. Algunas formas todavía no muy especializadas, así como las vueltas internas de las otras, se parecen mucho al *Hoplites microcanthus*, de modo que el subgénero *Durangites* es probablemente un ramo especializado del género *Hoplites*, habiendo tomado su origen del grupo del *H. microcanthus*. Puedo distinguir 10 especies de *Durangites*, provenientes todas de la zona media. Al lado de las

Amonitas se encontraron también muchas *Aucellas* vecinas de la *Aucella mosquensis* Keys. in Lahusen.

c.—Zona superior

Las capas de esta zona, se pueden observar perfectamente bien en el lecho y á orillas del Arroyo del Agua-je. En dicho lugar se observan capas potentes de pizarras negras con concreciones ó bolas de caliza negra. Desgraciadamente las bolas intercaladas entre estas capas, son muy pobres en fósiles y sólo con mucho trabajo hemos logrado encontrar algunas *Berriasella* (*Berriasella Behrendseni* n. sp., vecina de la *Berriasella Oppeli* (Kil.) Behrendsen), y un ejemplar bastante bien conservado de *Hoplites* aff. *Köllikeri* (Oppel) *Toucas*.

Para determinar la edad de las capas superiores de San Pedro, no podemos tomar en consideración el nuevo subgénero "Durangites," limitado hasta hoy á nuestra región. Pero vemos claramente que el resto de la fauna indica capas de la edad del Portlandiano superior.

5.—Capas limítrofes entre el Jurásico superior y el Cretáceo inferior

Inmediatamente en la base de las calizas del Cretáceo inferior, se observan generalmente pizarras grises, rojizas y amarillentas, á veces con intercalaciones de caliza. Estas capas se encuentran tanto en la parte inferior de la falda occidental de la Sierrita como en la base de las calizas del Cerro del Panteón, inmediatamente al Oeste de El Gallo.

Un lugar propio para el estudio de este piso, se

encuentra al pie de la Sierra, al Sureste del Cerro de las Liebres. Allí se levantan unos pequeños cerritos presentando una serie de capas, en parte bastante fosilíferas. Son pizarras amarillentas y grises con intercalaciones de calizas ferruginosas, amarillentas ó morenas y con concreciones de calizas grises ó negras en forma de bolas. Hacia el Este siguen en la base de la falda de la Sierra pizarras y calizas apizarradas que se presentan á veces bajo la forma de lajas amarillentas. Encima de dichas pizarras yace la serie enorme de las calizas infracretáceas.

Tanto las calizas ferruginosas como las bolas de caliza negra, intercaladas entre las pizarras de los cerritos mencionados, me proporcionaron restos de fósiles, de entre los cuales pude determinar los siguientes: *Phylloceras aff. Beneckei* (Zittel) Ret., *Berriasella cfr. Storrsi Stanton sp.*, *Berriasella sp.* y varias especies de *Steuroceras* (entre ellas hay una forma muy parecida al *Steuroceras Koenei Steuer sp.* y otra vecina del *Steuroceras intercostatum Steuer sp.*).

Las pizarras arcillosas que se explotan inmediatamente al Oeste de la población de San Pedro, en la base oriental del cerrito del Panteón, me proporcionaron fósiles muy parecidos á los que acabo de enumerar. Sin embargo, creo que dichas pizarras son un poco más modernas por encontrarse inmediatamente debajo de las calizas infracretácicas. Corresponden, por lo tanto, más bien á las pizarras del pie de la Sierrita que se observan geológicamente hablando arriba de los cerritos con las capas fosilíferas ya descritas.

Las pizarras del Panteón contienen los fósiles siguientes, desgraciadamente bastante mal conservados:

Berriasella cfr. *calisto* D'Orb. sp., *B.* cfr. *obtusenodosa* Ret. sp., *B.* cfr. *calistoides* Behr. sp. et *pontica* Ret. sp., *Steuroceras* cfr. *permulticostatum* Steuer sp.

Como se ve hay relaciones entre varias de las especies mencionadas y algunas Amonitas de las capas de *Theodosia* descritas por *Retowski*. Es bien sabido que dichas capas de la Crimea han sido consideradas como pertenecientes al Titónico superior, mientras *Kilian* y sus discípulos las paralelizan con el Berriasiano inferior del Sureste de la Francia.

El grupo del *Steuroceras* *Koeneni*¹ por otra parte, se encuentra según *Steuer* en la Argentina en las capas superiores del llamado "Titónico superior." Las capas con dichos *Steuroceras* (Localidad "Cieneguita 4" y "Loncoche 2" de *Steuer*) están sobrepuestas por un piso con *Spiticeras* paralelizado por *Steuer* con el Titónico superior, pero correspondiendo con mucha más probabilidad al Berriasiano típico. (Trataré esta cuestión detalladamente en la Monografía paleontológica sobre las Faunas de San Pedro).

No cabe duda, que las capas que acabamos de describir, deben ser consideradas como limítrofes entre el Jurásico y Cretáceo, tanto por los fósiles que contienen como por la posición estratigráfica entre el Portlandiano superior y la masa calcárea del Cretáceo inferior que contiene en su base extrema una fauna berriasiana típica (como veremos más adelante). Pero la escasez

1. Debo mencionar aquí, que limito el género "*Steuroceras*" *Cossmann-Odontoceras* *Steuer*, al grupo del *St. Koeneni* *Steuer*. Otras especies del antiguo género *Odontoceras* pertenecen á varios otros géneros (*Berriasella*, *Aulacostephanus*, *Neocomites*, *Acanthodiscus*). Me ocuparé en detalle de esta cuestión en la Monografía paleontológica en preparación.

de fósiles bien conservados no permite resolver definitivamente la cuestión, si nuestras capas deben más bien ser consideradas como las últimas capas del Jurásico superior ó como las capas basales del Infracretáceo.

B.—Cretáceo inferior

La masa calcárea enorme que representa en una gran parte de nuestra región los diferentes pisos del Cretáceo inferior, puede ser dividida en dos grandes subdivisiones.

La parte inferior está formada por calizas grises, amarillentas ó con frecuencia rosadas, con intercalaciones de capas margosas, siendo susceptible de subdivisiones por observarse en ella varias intercalaciones de capas fosilíferas.

Ya en la extrema base de la serie pude encontrar en un lugar de la región (falda occidental del Cerro del Aguajito) un banco muy fosilífero de una caliza amarillenta ó pardusca, que me ha proporcionado una fauna berriasiana bastante rica. Un poco más alto en la serie, se observan capas margosas amarillentas, bien desarrolladas sobre todo en el valle central de la Sierrita. Estas capas contienen muchos fósiles, generalmente mal conservados, pero suficientes para determinar la edad de las capas como Valanginiano y quizá en parte como Hauteriviano.

La parte superior del Cretáceo inferior en facies calcárea está representada en la Sierrita por calizas grises con pedernal grueso, muy pobres en fósiles y pasando arriba insensiblemente á las capas calcáreas del Cretáceo medio.

En otra facies se presenta el Infracretáceo fuera de la región de nuestro plano, en la Sierra de San Francisco. Allí vemos en la base del Cretáceo medio típico (en forma de calizas con bancos de pedernal negro y con pequeñas Amonitas) una serie muy potente de pizarras grises ó negras y de areniscas verduscas ó amarillentas morenas. Estas capas se parecen mucho al Flysch de los Alpes. Sólo pude distinguir en ellas unas huellas de Amonitas, pero por su posición estratigráfica en la base del Mesocretáceo, debemos admitir, que representan al Cretáceo inferior.

Capas semejantes á las de San Francisco, se observan en la región, que se encuentra dentro de nuestro plano, entre los Cerritos de los Magueyitos y el Puerto de las Palmas. Allí también se intercalan pizarras y areniscas verdes entre las calizas del Cretáceo medio de los Magueyitos y las margas del Valanginiano, que afloran en una loma situada á lo largo del camino real para Mapimí, cerca de la entrada al Puerto de las Palmas.

Después de esta ojeada general entraré en una descripción detallada de las diferentes subdivisiones del Infracretáceo de la región, empezando por la descripción de las intercalaciones fosilíferas, que se observan en la parte inferior de las calizas.

1.—Berriasiano

(Caliza pardusca de la falda occidental del Cerro del Aguajito)

En la falda occidental del Cerro del Aguajito se observa una intercalación fosilífera en la caliza infracretácea. Dicha intercalación se encuentra en la base de la serie infracretácea, inmediatamente sobrepuesta á

las capas suprajurásicas y consiste en unos bancos de poco espesor formados por una caliza pardusca ó amarillenta algo margosa. Aunque el espesor de la caliza en cuestión es muy reducido y su extensión limitada, logré reunir una fauna bastante numerosa. El género *Spiticeras* está representado por varias especies entre las cuales citaré: *Spiticeras Uhligi* n. sp., (vecino del *Sp. bilobatum* Uhlig) *Spiticeras binodum* n. sp. (vecino del *Sp. Damesi* Steuer sp. y del *Sp. conservans* Uhl.), *Spiticeras* aff. *scriptum* Strachey in Uhlig, *Sp. cfr. Negreli* Toucas sp., *Sp. serpentinum* n. sp., (vecino del *Sp. subcautleyi* Uhl.), *Sp. laeve* n. sp. (del grupo del *Sp. eximium* Uhlig) y algunas otras formas. Obsérvase además una *Berriasella* del grupo *carpathica* y varios *Acanthodiscus*, de los cuales debo mencionar *Ac. euthymiformis* n. sp. (forma muy vecina del *Ac. Euthymi* figurado por Pictet en su trabajo sobre Aizy etc. pl. 38 fig. 7), *Ac. aff. hospes* Bogosl. sp., *Ac. aff. zianidia* Pomel sp., *Ac. cfr. perclarus* Math. sp., y algunas otras formas. Vemos también unos representantes del género *Neocomites*, vecinos del *N. occitanicus* Pictet, del *N. Retowskyi* Sarasin (= *N. occitanicus* Retowski) y del *N. neocomiensis* D'Orb. Por último mencionaré unos *Hoplites*.

La fauna que acabo de enumerar, parece netamente berriasiana (ó infravalanginiana según las últimas proposiciones de nomenclatura de *Kilian*); no solamente vemos algunas formas, que se parecen mucho á fósiles característicos del Berriasiano como *Acanthodiscus euthymiformis*, *Neocomites* del grupo *occitanicus*, sino que el desarrollo considerable del grupo de los *Spiticeras* típicos parece también indicar una edad be-

riasiense de las capas. *Kilian* acaba de demostrar en un interesante artículo¹ que en el Sureste de Francia los *Spiticeras* alcanzan el máximo de desarrollo en el Berriasiense, mientras que muy pocas especies solamente se encuentran tanto en el Portlandiano (Titónico) como en el Valanginiense medio.

2.—Calizas y margas amarillentas con *Holcostephanus*

Como ya lo indiqué al hablar del Cretáceo inferior en general se observa una intercalación de calizas y margas amarillentas fosilíferas á un nivel un poco más alto que el Berriasiense. Esta intercalación no es constante, á veces está muy reducida y se confunde con unas alternaciones de calizas margosas, generalmente poco fosilíferas, que se encuentran casi siempre en la parte inferior de la caliza infracretácea.

Unicamente en el valle central de la Sierrita, entre la cuesta occidental y la Mesa del Cardenche, adquiere el piso en cuestión mayor importancia y espesor, en parte debido á la circunstancia de que las capas forman en este lugar el centro de un anticlinal teniendo por lo tanto doble espesor. En la falda occidental del valle mencionado se observa toda una serie de localidades fosilíferas. Las rocas son calizas amarillentas y grises, calizas margosas y apizarradas amarillentas, á veces con concreciones ferruginosas ó con intercalaciones de pedernal. Entre los fósiles, desgraciadamente mal conservados, pude examinar los siguientes. Al nor-

1. *Kilian, W*: Sur la présence de *Spiticeras* dans la Zone à *Hoplites* Boissieri (Valanginiens inférieur) du Sud-est de la France. Bull. Soc. Géol. de France 4e. s. t. VIII. 1908, núm. 1-2, p. 24.

te del valle (Localidad * 28) encontré: *Polytychites* sp. (parecido al P. cfr. *bidichotomus* Leym. en Bogoslawski "Untercretac. Ammonitenfauna"); en el centro (Localidad * 29): *Polyptychites* cfr. *bidichotomus* *Leymerie* sp., ? *Bochianites* sp., en el Sur (Localidad * 30): *Hoplites* cfr. *pexyptychus* Uhlig (Rossfeldschichten pl. IV fig. 5), *Astieria* sp. ind., *Leptoceras* sp. ind.

Los fósiles indicados parecen hablar en favor de una edad *valanginiana* de las capas y esta conclusión está confirmada por la semejanza petrográfica y paleontológica, que existe entre nuestras capas y las "Capas con *Holcostephanus*" descritas anteriormente de Mazapil y determinadas como *valanginianas*.¹

Capas muy semejantes á las que acabamos de describir se encuentran también en la falda oriental del valle de la Sierrita. Allí se levantan algunos cerritos formados por calizas grises, á veces margosas y apizarradas con concreciones de óxido de fierro. Es muy difícil encontrar restos de fósiles en estas capas y sólo pude hallar en la localidad * 31 un pequeño ejemplar de *Holcostephanus*, que parece ser idéntico con la *Astieria Sayni Kilian* (véase Sarasin Châtel St. Denis, Mém. de la Soc. Pal. Suisse. 28. 1901, p. 38, pl. IV fig 3). Según *Kilian*, *Paquier* y otros autores la *A. Sayni* es un fósil característico del Hauteriviano, de modo que es muy probable que las capas en cuestión deben ser clasificados como *hauterivianas*, siendo por lo tanto un poco más modernas que las capas de la falda occidental del mismo valle.

1. Burckhardt, C: La faune jurassique de Mazapil. Bol. d. I. Geológico de México, núm. 23. 1906, y Guide des excursions du X^e Congrès Géologique International, XXVI. 1906.

Calizas margosas amarillentas semejantes á las de la falda oriental del Valle de la Sierrita y probablemente también valanginianas se encuentran intercaladas entre las calizas en varios otros puntos de la región. Los principales de estos lugares han sido indicados en el plano; citaré aquí los siguientes: (1)—falda occidental de la Sierrita (Localidad * 27) *Leptoceras* sp., (Localidad * 27a) *Hoplites* *cf.* *H. aff. perisphinctoides* Uhlig (Uhlig, Teschenerschichten pl. VI fig. 1), (2)—Crestón al Suroeste de la Rueda, (localidad * 26) *Holcostephanus* sp. (3)—Cerro entre el Paso de las Lajas y el Cerro del Aguajito (localidad * 21) ?*Bochiarnites* sp. *ind.* (4)—Crestón al Norte del cerro de la Cruz (localidad * 13) *Neocomites* *cf.* *neocomiensis* D'Orb. sp. (5)—Cerrito en la entrada del Puerto de las Palmas, al lado del camino real á Mapimí, (localidad * 5) *Neocomites* *cf.* *neocomiensis* D'Orb. sp., *Leptoceras* sp.

3.—Calizas grises y rojizas bien estratificadas

(Parte inferior de las calizas infracretácicas)

Una serie muy potente de calizas representa en casi toda la región¹ la parte inferior del Cretáceo inferior. Son calizas compactas, bien estratificadas, grises, rojizas ó amarillentas, que alternan por lo general con unas capas delgadas de margas ó calizas margosas y apizarradas del mismo color. Las margas contienen á veces concreciones de óxido de fierro. Con frecuencia las calizas son sumamente características, siendo de un gra-

1. Ya hemos mencionado arriba que en la Sierra de San Francisco y al Este de los cerritos de los Magueyitos el Cretáceo inferior está representado por pizarras y areniscas. (Véase pág. 322).

no muy fino y de color gris de paloma rosado. A veces también se observan intercalaciones de pedernal con frecuencia amarillo ó de color de naranja. En la falda oriental del valle central de la Sierrita, sobrepuestas á las capas margosas con *Holcostephanus*, se observan unas calizas grises en bancos gruesos, mal estratificadas y muy macizas, del tipo de las calizas urgonianas de los Alpes.

Fuera de las intercalaciones fosilíferas del Berriasiano, Valanginiano y probablemente del Hauteriviano ya descritas se encuentran muy pocos fósiles en las calizas. Estas son siempre estériles y cuando por fin se logra encontrar algún resto en ellas, resulta que es casi siempre muy mal conservado é indeterminable. Fragmentos de *Leptoceras* son los únicos restos que se observan con alguna frecuencia. Esta escasez de fósiles no permite fijar con exactitud la edad de la caliza en todas partes y solamente las intercalaciones fosilíferas del Berriasiano y de las capas con *Holcostephanus* nos dan el derecho de afirmar, que en la serie calcárea inferior del Infracretáceo deben ser representados el Berriasiano, el Valanginiano y probablemente el Hauteriviano.

4.—Calizas con pedernal grueso

(Parte superior de las calizas infracretácicas)

Las calizas de la parte superior del Cretáceo inferior se observan en las dos faldas de la Mesa del Cardenche. Es una serie de capas de bastante espesor pero de composición litológica monótona, siendo formada casi exclusivamente por calizas grises compactas con intercalaciones irregulares de pedernal grueso. Además

se encuentran calizas grises á veces con concreciones de óxido de fierro y calizas amarillentas con intercalaciones de pedernal amarillo ó de color de naranja.

Fósiles bien conservados son muy escasos. En las capas inferiores se observan numerosos ejemplares de *grandes Belemnitas*. Inmediatamente encima de las calizas con Belemnitas, se observan en la falda occidental del Cerro de los Difuntos, (localidad * 35) calizas margosas grises, en las cuales encontré un *Holcodiscus*. Por último en la parte superior de las calizas, pude recoger una impresión de un *Costidiscus* (vecino del *C. recticostatus* d'Orb. sp. Uhlig: Wernsdorferschichten pl. VII, pl. VIII f. 1-3) y un ejemplar de un *Desmoceras parecido al D. Boutini* Math. sp. Estas pocas amonitas están pues emparentadas con algunas formas del Barremiano y del Aptiano inferior.

La sucesión de las capas de este piso se observa muy bien en la falda oriental de la Mesa del Cardenche y para dar una idea de los detalles estratigráficos, adjuntaré un perfil del citado lugar. Este perfil abarca no solamente la parte superior del Cretáceo inferior sino también el Cretáceo medio, observándose del Este al Oeste, en dirección hacia la cumbre la serie siguiente:

I.—Parte superior del Cretáceo inferior

1). Calizas grises compactas con pedernal grueso, *grandes Belemnitas* (estas calizas se observan en el Cerro de los Difuntos y en la parte inferior de la falda de los cerros al Este de la Mesa del Cardenche).

2). Calizas margosas grises con *Holcodiscus*, (falda occidental del cerro de los Difuntos).

3). Calizas grises con concreciones de óxido de fie-

ro; calizas de color de naranja con intercalaciones de pedernal amarillento; calizas grises á veces con pedernal grueso. *Costidiscus* *cfr. reticostatus* d'Orb. sp. y *Desmoceras* *cfr. Boutini* Math. sp.

II.—Cretáceo medio y capas limítrofes entre el Cretáceo medio é inferior

4). Calizas, calizas apizarradas y margas apizarradas grises ó color de café con intercalaciones de pedernal negro. *Douvilleiceras nodosocostatum* D'Orb. sp., *pequeñas Belemnites*.

5). Calizas grises con lechos bastante gruesos de pedernal negro.

6). Margas y pizarras grises ó amarillentas con *Acanthoceras del grupo del A. laticlavium* Sharpe.

7). Calizas grises ó amarillentas en parte con intercalaciones de pedernal negro, calizas amarillentas formando con frecuencia bancos gruesos. A veces se observan calizas grises con una red de pedernal irregularmente diseminado por la roca y calizas típicas del Cretáceo medio con intercalaciones de pedernal negro en forma de bancos y con pequeñas Amonitas y Belemnitas.

(Estas capas forman la cumbre de la Mesa del Cardenche; es probable que las capas n.º 7 sean el equivalente de las capas n.º 5 y que por lo tanto las pizarras y margas del n.º 6 representen el piso más moderno de la serie).

C.—Cretáceo medio y capas limítrofes entre el Cretáceo inferior y medio

El Cretáceo medio se observa en nuestra región únicamente en dos lugares: en las cumbres de la Mesa del Cardenche extendiéndose hacia el Norte hasta la altura del Cerro de los Difuntos y al Noroeste de la región, en los Cerritos de los Magueyitos.

1). Las capas de la *Mesa del Cardenche* ya se mencionaron en el párrafo precedente, en el cual dimos un corte estratigráfico detallado de ellas, con indicación de los pocos fósiles encontrados en ellas.

Añadiré solamente, que las capas mesocretácicas de estos lugares no se distinguen á veces por su carácter litológico de las capas superiores del Cretáceo inferior, siendo como estas últimas representadas por calizas grises ó amarillentas con intercalaciones irregulares de pedernal grueso amarillento. Entre los pocos fósiles encontrados en la localidad * 35 mencionaré el *Acanthoceras* *cf.* *laticlavium* Sharpe., que pertenece á un grupo de *Acanthoceras* del Gault superior y del Cenomaniano. En la base de las calizas mesocretácicas se observan capas margosas y apizarradas grises ó amarillentas alternando á veces con calizas grises ó color café con intercalaciones de pedernal negro ó color de naranja. En estas capas (localidad * 34) encontré un fragmento de *Douvilleiceras nodosocostatum* d'Orb., forma muy característica del piso de "Clansayes" ó sea de las capas de transición entre el Cretáceo inferior y medio.

2). El cretáceo medio de los *Cerritos de los Magueyitos* ofrece una composición litológica algo distinta

de la ya descrita de la Mesa del Cardenche. Allí se observa una serie de calizas grises ó parduscas, muchas veces estriadas y de calizas apizarradas y bien estratificadas, en ocasiones algo granosas con una superficie pardusca ó color de naranja y á veces con intercalaciones de pedernal. Con las calizas alternan capas de margas y de areniscas verdes, enteramente desconocidas en la serie de la Mesa del Cardenche. De fósiles sólo pude encontrar algunas huellas de pequeñas Amonitas y de un Gasterópodo.

En la base de la serie, al pie oriental de los cerritos, se observan calizas grises con concreciones de óxido de fierro y calizas amarillentas, en las cuales encontré un ejemplar de un Parahoplites probablemente idéntico con *Parahoplites Uhligi Anthula*.

LAS ROCAS ERUPTIVAS DE LA REGION

POR EL DR. P. WAITZ

Las rocas eruptivas que se encuentran cerca de San Pedro del Gallo, en diferentes puntos, pertenecen en su mayor parte á la familia de las andesitas y entre éstas predominan las andesitas de Hornblenda.

El color de estas andesitas es un gris oscuro con un ligero tinte rojizo, la estructura es más ó menos compacta, no porosa, algo porfírica, pues se distinguen casi en todas las muestras cristales y fragmentos de plagioclasa clara y no raras veces los cristales negros, lustrosos y alargados de la hornblenda basáltica.

Al microscopio se ven los cristales y fragmentos de una plagioclasa vidriosa, muy frecuentemente con es-

estructura zonal. Pertenece esta plagioclasa á la serie de andesina labrador.

La Hornblenda (que algunas veces está reabsorbida por el magma, quedándose solamente una nube de óxidos de fierro) tiene casi siempre un margen de opacita. El ángulo de la extinción varía algo, pero por lo regular se mide un ángulo entre 12° y 13° ; encontré además en una muestra Hornblenda con un ángulo de 17° de extinción. El color de este mineral es un pardo obscuro, el dicroismo es muy fuerte entre pardo claro algo verdoso y pardo verdoso obscuro $b < c$. Además de la opacita, que desde el margen de los cristales entra por las fracturas, incluye la amfibola muchas veces magnetita en granos y, esto merece mención especial, algunas veces también feldespatos.

Estos elementos de la primera consolidación (intra-telúrica) flotan en un magma, algo obscuro por polvo fino de óxidos de fierro, que por lo regular tiene una estructura microfelsítica y que consiste en su mayor parte de substancia feldespática. De vez en cuando se observa una estructura traquítica fluidal de varillas de plagioclasas pequeñas, algo más básicas que las de la primera consolidación.

Además de este tipo frecuente de una andesita de amfibola se encuentran varias rocas de transición á la andesita de pyroxena. La estructura no cambia, pero á medida que desaparece la Hornblenda (sea por menor cantidad en que se formaba la amfibola en esta roca ó sea por una reabsorción magmática posterior) entra la Hyperstena y por fin la Augita en el grupo de los minerales de la primera y de la segunda consolidación.

La hyperstena se encuentra en cristales y fragmentos

más grandes que la augita, tiene un dicroismo característico aunque no muy fuerte, y es un elemento de la primera consolidación. La augita al contrario se encuentra raras veces entre los cristales intratelúricos (algunas veces ligada á la hypersthena) y en mayor cantidad, pero en microlitas en la base microfelsítica y traquítica de la roca.

La roca eruptiva, que se encuentra al SO. de San Pedro del Gallo, en un cerrito al NO. del Puertecito, presenta ya á la simple vista el aspecto de una toba rhyolítica. Tiene un color rosado con manchas blancas de inclusiones fragmentarias y contiene bastantes fragmentos de cuarzo.

De mayor interés es una roca, que se encuentra en el Cerro de las Liebres. El aspecto microscópico de esta roca eruptiva se asemeja al de una andesita de augita; pero la roca está impregnada de calcita. La augita está alterada con clorita, y este mineral impregna toda la roca; además se observa epidota en cristales muy pequeños. Todo esto indica que la roca está bastante alterada; pero si ésta alteración se debe probablemente en parte á una alteración atmosférica, no cabe duda que la roca ya sufrió antes una alteración más fuerte por el contacto con las capas sedimentarias perforadas por ella (contacto endogenético). Estas capas por su parte sufrieron otra alteración por el contacto con la roca eruptiva (contacto exogenético) transformándose las margas calcáreas en rocas cargadas de sílice con estructura córnea (Hornfels).

En la peña oriental del Cerro de la Cruz, se encuentra otra roca córnea (Hornfels) que tiene el aspecto de una brecha silicificada; la estructura microscópica

es una estructura córnea típica, característica para las rocas del contacto. En nuestro caso la impregnación de sílice es muy fuerte; resultando una roca muy dura, con fractura conchoidal.

El Sr. *Burckhardt*, que ya desde el primer momento vió en esta roca un producto del metamorfismo de contacto, no obstante de no haber podido encontrar roca eruptiva alguna, opina con mucha razón, que el magma eruptivo por el cual las rocas sedimentarias fueron alteradas, quedó en la profundidad.

La brecha mencionada se encuentra á lo largo de una falla, por la cual parece haber sido facilitada la acción del metamorfismo. Efectos de metamorfismo originados por la misma masa intrusiva, se observan además en muchos otros puntos de la región (véase p. 347 y el plano).

TECTONICA

La región estudiada está atravesada por unos pliegues dirigidos más ó menos del Norte al Sur. El más importante de estos pliegues es el anticlinal, que nace al Norte de San Pedro, elevándose luego hacia el Norte á una altura considerable en el Cerro del Volcán. Al Norte disminuye pronto la elevación del anticlinal, que baja en gradas hacia el Puerto de Las Palmas y después hacia la depresión de Las Lagunitas.

Llamaremos al anticlinal citado "*Anticlinal del Cerro del Volcán.*"

Al Sur del anticlinal del Volcán y separada de éste por una falla, se levanta la pequeña "*cordillera del Ce-*

ro de la Cruz" que se extiende hacia el Sur hasta las orillas de la población de San Pedro.

Toda una serie de pliegues se observa al Este de la región, desarrollándose sobre todo en la Sierrita y la Mesa del Cardenche, pero prolongándose hacia el Norte hasta el Paso de Las Lajas. Estos pliegues son menos elevados que el anticlinal del Volcán y consisten casi en su totalidad de depósitos cretácicos mientras que en el primero sale á luz el Jurásico en una extensión muy considerable. Designaremos estos pliegues con el nombre de "*pliegues de la Sierrita.*"

1.—El anticlinal del Cerro del Volcán

Considerando la estructura del anticlinal del cerro del Volcán, nos apercibimos luego que no se nos presenta bajo la forma de un anticlinal sencillo sino que está sumamente complicado en primer lugar por un fuerte plegamiento transversal y además por unos hundimientos considerables.

El Perfil VI (véase el plano) que atraviesa al anticlinal en dirección Oeste-Este en la región del Cerro del Volcán, nos enseña un anticlinal relativamente sencillo, dirigido de Norte á Sur y formado por capas suprajurásicas (en el centro areniscas y calizas con Nerineas, en los lados sucesivamente capas más modernas, primero oxfordianas, después kimeridgianas). La inclinación de las capas del anticlinal es muy rápida, sobre todo en el flanco oriental, en donde las capas oxfordianas y kimeridgianas son inversas, inclinándose hacia el Oeste.

Un corte transversal del anticlinal al Sur ó al Norte

del Puerto de las Palmas presentaría más ó menos el mismo aspecto que el perfil VI, enseñándonos un anticlinal suprajurásico regular con capas inclinadas tanto hacia el Este como al Oeste.

Si ahora estudiamos el Perfil I (véase el plano) que forma un ángulo recto con el perfil VI atravesando por lo tanto al anticlinal del Cerro del Volcán en dirección de Sur á Norte, vemos que dicho anticlinal no es sencillo sino que ha sido plegado en una segunda dirección, transversal á la primera. Sólo así se explica, que en el corte citado veamos las capas suprajurásicas levantarse rápidamente de la planicie, al Norte del Gallo, para formar después un anticlinal bien visible y bajarse luego al Sur del Puerto de Las Palmas, con una inclinación rápida hacia el Norte. Es claro que los dos plegamientos que se manifiestan en el anticlinal del Volcán, hubieran engendrado una cúpula completa, si ésta no hubiera sido modificada grandemente por unos hundimientos considerables. Dichos hundimientos, acaecidos en la región del Potrero de las Tunas es decir, en el centro y en la parte oriental de la cúpula, hicieron desaparecer una gran parte de ésta, de modo que hoy sólo se observa una parte de la cúpula ó por decirlo así, la ruina de una cúpula.

Vimos ya que las capas suprajurásicas bajan hacia el Puerto de Las Palmas con una fuerte inclinación hacia el Norte. Así se explica que al Sur de dicho puerto se observan capas oxfordianas y kimeridgianas, sobrepuestas á las areniscas y calizas con Nerineas y que de la cresta hacia el Puerto atravesamos capas más y más modernas. Tanto más grande es nuestra sorpresa al ver las pendientes escarpadas al Norte del

Puerto de las Palmas formadas por las areniscas y calizas con Nerineas. Este hecho sólo se puede explicar admitiendo la existencia de una falla transversal al Norte del Puerto de Las Palmas (véase perfil 1). A consecuencia de dicha falla se levanta el anticlinal del Volcán de nuevo á una altura considerable al Norte del Puerto de las Palmas, formando otra cúpula incompleta con capas inclinadas en semicírculo al Oeste, Norte y Este.

Pero la semicúpula de las Palmas está de nuevo limitada por una falla al Sur de las Lagunitas. Allí vemos surgir de nuevo las capas más antiguas del anticlinal, es decir, las areniscas y calizas con Nerineas, las cuales inclinándose hácia el Norte, están cubiertas al Sur de Las Lagunitas por las capas del Oxfordiano superior.

Estudiaremos ahora los hundimientos considerables, por los cuales la cúpula del Cerro Volcán quedó destruída en gran parte. Llegamos así á la parte tectónica más complicada de la región. En vista de la dificultad que presenta el estudio de esta parte de la región, tracé cuatro perfiles detallados (perfil 2-5), é indiqué además en el calce de la vista panorámica del Potrero de las Tunas (lámina L) los límites de las formaciones geológicas. Espero que el lector se podrá formar una idea de la tectónica, con la ayuda de las ilustraciones mencionadas y del plano, sin que haya necesidad de entrar en la descripción de los últimos detalles.

El observador, que se encuentra en la cresta del Cerro del Volcán ó el que contempla la región desde las lomas al Este del Cerrito del Milagro (lugar desde donde fué sacada la vista panorámica de la lámina L),

experimenta una verdadera sorpresa al ver que en el centro del gran semicírculo de cerros, que se extiende desde el Cerro del Volcán, hasta los cerros situados entre el Puerto de las Palmas y el Cerrito del Milagro hay una inmensa llanura de la cual surgen solamente algunas pequeñas lomas esparcidas (Cerritos blancos). El semicírculo de cerros se termina al Sur bruscamente con la punta Noreste del Cerro del Volcán. Algo menos brusco se presenta el término del semicírculo, al Norte del Cerrito del Milagro por levantarse allí de la planicie dos cerritos pequeños, que se parecen á dos pilares aislados (Cerritos del Milagro, Cerrito del Pilar).

Los rasgos topográficos tan extraños de la región reflejan admirablemente la composición de la tectónica.

Vimos ya, que el gran semicírculo de cerros continuos, que se extiende desde el Cerro del Volcán hasta el cerro al Norte del Cerrito del Pilar, está formado por las rocas más antiguas de la región, es decir, por areniscas y calizas con Nerineas del Jurásico superior. Vimos además, que dichas rocas están inclinadas hacia el exterior del semicírculo, formando así una media cúpula y que en la parte exterior están cubiertas por las capas más modernas del Oxfordiano superior fosilífero (véase el plano). Dadas estas condiciones tectónicas y observando en el interior del semicírculo el terreno casi plano del Potrero de las Tunas, sería lo más natural suponer, que la interrupción del círculo de cerros en la región oriental del Potrero, así como la existencia de la llanura en su interior, se deben simplemente á la acción destructora de la erosión. En este

caso la cúpula, primitivamente completa, hubiera sido en parte destruída más tarde.

Suponiendo que la presunción emitida fuera cierta, deberíamos encontrar capas más antiguas que las areniscas y calizas con Nerineas, en el interior del Potrero de las Tunas y restos del círculo formado por dichas rocas en la entrada al Potrero.

Empero; las primeras observaciones que hacemos en el Potrero de las Tunas, nos demuestran que nuestra suposición fué errónea. Trasladándonos primero á los Cerritos blancos en el centro del Potrero, vemos con la mayor sorpresa, que están formados por calizas infracretáceas con inclinación variada, dirigida ya hacia el Oeste ya hacia el Sur. Aunque en dichas calizas no pude encontrar fósiles determinables, me parece indudable que pertenecen á la parte inferior del Cretáceo inferior por sus caracteres petrográficos. Al efecto se parecen á las calizas infracretáceas fosilíferas de la Sierrita, siendo compactas, grises, bien estratificadas, con intercalaciones de capas apizarradas y conteniendo concreciones de óxido de fierro. Debajo de las calizas salen á veces á la luz capas suprajurásicas (pizarras con concreciones calcáreas de la parte superior de las capas de San Pedro) y probablemente berriasianas (calizas rojizas con muchas huellas de Amonitas, parecidas á la roca berriasiana del Cerro del Aguajito).

Dirigiéndonos ahora al Norte del Potrero, vemos al pie de los acantilados de los cerros, una extensión considerable de pizarras negras con concreciones calcáreas y á veces con fósiles kimeridgianos (encontré un *Cardioceras* del grupo *alternans* al Norte del Cerrito del Pilar). No cabe duda que dichas pizarras repre-

sentan las capas de San Pedro, sobre todo la parte inferior de ellas. Pero hay una circunstancia muy digna de atención y es que de por enmedio de las pizarras surgen unos cerritos extraños de forma más ó menos redondeada (véase lámina L). Son éstos los Cerritos del Milagro, del Pilar y un Cerrito al Noroeste de este último. Luego se ve que dichos cerritos deben ser formados por otra roca más resistente que la de los alrededores y al efecto, estudiándolos en detalle se observan en ellos rocas cuarcíticas, pizarras margosas rojizas y grises y calizas que contienen muchas Nerineas en la cima del Cerrito del Milagro; es decir, capas, que forman parte del piso más antiguo de la región. Vemos en las figuras (*fig. 1 y 2 intercaladas en el texto*), que las capas mencionadas están inclinadas hacia el Este y el Noreste. Por lo tanto los cerritos que acabamos de describir, se nos presentan como pilares de rocas más antiguas, surgiendo de un terreno pizarreño más moderno, que los rodea en todas partes.

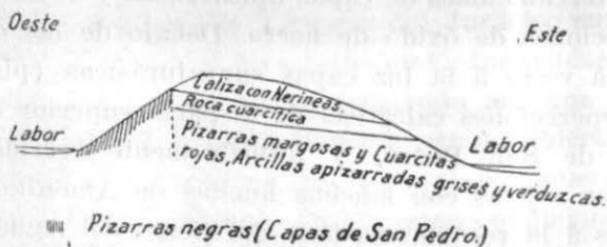


Fig 1 Cerrito del Milagro

No cabe duda, que el límite entre las rocas más antiguas de los cerros y las pizarras de los alrededores

es anormal por ser producido por fallas. Esto se ve por ejemplo claramente en la falda occidental del Cerrito del Milagro (véase fig. 1 en el texto), en donde las calizas con Nerineas y las rocas cuarcíticas están cortadas por las pizarras negras, que se observan hasta muy arriba en la falda del cerro.

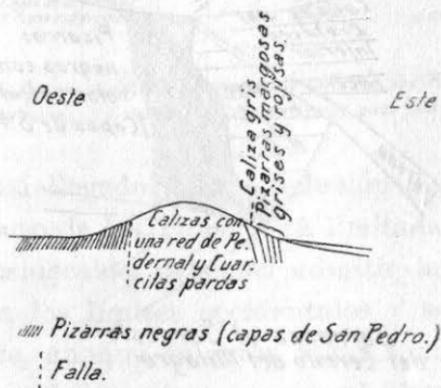


Fig.2. Cerrito del Pilar

Al Suroeste del Cerrito del Milagro se puede observar, que también el contacto entre las pizarras de San Pedro y el Cretáceo de los Cerritos blancos debe considerarse como anormal por ser causado por una falla. Allí vemos en una barranca, que las pizarras de San Pedro con sus bolas características de caliza, están cortadas en ángulo recto por las calizas infracretácicas, inclinadas hacia el Noreste (véase figura 3 en el texto).

Fenómenos muy interesantes se observan al Sur del Potrero de las Tunas, encontrándonos allí al pie Norte de los altos acantilados del Cerro del Volcán, que están formados por las areniscas y calizas con Nerineas

en capas casi verticales. En cambio la serie de lomas, que se apoyan contra la parte inferior de la falda de los cerros, ostenta capas más modernas con inclinación suave hacia el Oeste. Encontramos en las lomas orien-

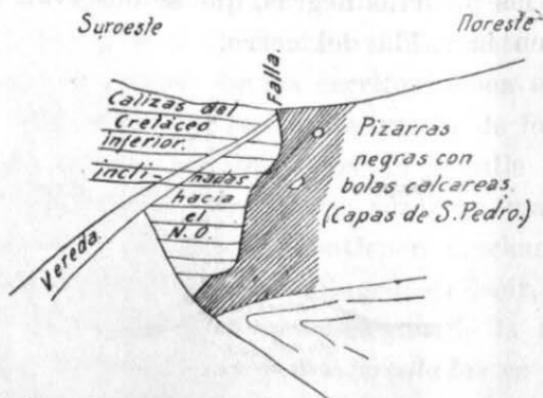


Fig. 3 Barranca al Suroeste del Cerro del Milagro

tales pizarras negras con fósiles kimeridgianos (*Aucella*, *Aspidoceras*); luego, más al Oeste, se levanta un cerrito más alto, formado por capas del Oxfordiano superior (cuarcitas, margas y calizas con *Trigonia* y *Amonitas*). Dichas capas están inclinadas hacia el Oeste y sobre ellas descansan pizarras con *Aucellas* y *Amonitas*, es decir, el piso kimeridgiano de las capas de San Pedro (Véase figura 4 en el texto). Los hechos que acabamos de exponer, no pueden explicarse de otro modo que admitiendo la existencia de una falla considerable entre los acantilados del Cerro del Volcán y las lomas en su falda Norte. Las capas que se encuentran al Norte de la falla, han sido bajadas por un hundimiento considerable y sólo así puede explicarse la existencia del Oxfordiano y Kimeridgiano, es decir,

de pisos más modernos en el pie del Cerro del Volcán, formado á su vez por capas más antiguas.

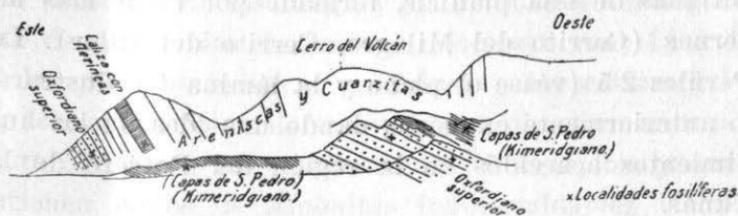


Fig. 4. Cresta del Cerro del Volcán y Lomas en la parte Sur del Potrero de las Tunas. (Entre la cresta y las lomas pasa una Falla.)

Habiendo así llegado á la conclusión de que la llanura del Potrero de las Tunas está limitada al Sur por una falla considerable, debemos admitir la misma explicación para los límites occidentales y septentrionales del Potrero, aunque en estos lugares no se vea un contacto anormal tan claro, como al Sur, entre las rocas más antiguas del semicírculo de cerros altos y los sedimentos más modernos de la parte plana.

Los hechos observados en el Potrero de las Tunas nos conducen á la conclusión de que sólo una parte de la cúpula del Cerro del Volcán quedó intacta, formando actualmente el semicírculo de cerros que se extiende desde el Cerro del Volcán hasta el cerro al Norte del Cerrito del Pilar; mientras que la parte central y oriental de la cúpula fué destruída por hundimientos considerables. Dichos hundimientos fueron parciales y desiguales en intensidad, hundiéndose ciertas partes más que las otras y efectuándose el hundimiento por medio de todo un sistema de fallas. La parte central (Cretáceo de los Cerritos blancos) sufrió el hundimiento más considerable mientras que algunas partes quedaron ca-

si en su posición primitiva, surgiendo hoy como "Klippen" ó mejor dicho como enormes pilares de rocas más antiguas de una planicie, formada por rocas más modernas (Cerrito del Milagro, Cerrito del Pilar). Los Perfiles 2-5 (véase el plano y la lámina L) ilustrarán lo anteriormente expuesto, dando una idea de los hundimientos acaecidos en la región del Potrero de las Tunas.

En el flanco occidental del Cerro del Volcán se observan también capas cretácicas, que se desarrollan sobre todo en los Cerritos de Los Magueyitos. Por los caracteres litológicos así como por algunos restos de fósiles llegué á la conclusión, que las calizas y areniscas de los Cerritos de los Magueyitos pertenecen ya al Cretáceo medio (véase parte stratigráfica). A muy corta distancia hacia el Este, se observan las capas de San Pedro, con fósiles característicos del Kimeridgiano. Uno de estos afloramientos se encuentra en la entrada del Puerto de Las Palmas, localidad * 5a en donde recogí varios fósiles kimeridgianos y otro se ve en una loma á lo largo del camino Real para Mapimí (al Norte del Rancho de la Vinata localidad * 4). En este último lugar encontré también fósiles kimeridgianos (*Aucella* del grupo *Pallasi*, *Perisphinctes*.)

Entre las dos series stratigráficas mencionadas no se observan más que unas capas de muy poco espesor que parecen representar al Cretáceo inferior.

Mencionaremos como probablemente infracretácicas: 1) las calizas margosas amarillentas con *Neocomites* cfr. *neocomiensis* y las areniscas verdes que se observan en una loma al Oeste del Puerto de las Palmas, inmediatamente al Oeste del camino real para

Mapimí (localidad * 5); 2) las pizarras parduscas y grises, que se encuentran en el arroyo al Este de la cima principal de los Magueyitos é inmediatamente al Este de un cerrito de calizas mesocretácicas; 3) tal vez las pizarras grises y parduscas y las calizas grises, con concreciones de fierro que se observan en una lomita al Sur de los cerritos de los Magueyitos y que contienen restos de Amonitas indeterminables (localidad * 3).¹ Llama sobremanera la atención, que la serie enorme de calizas infracretáceas que se observa en la Sierrita, sea reducida en la región que nos ocupa á unas cuantas capas de calizas, pizarras y areniscas de muy poco espesor, y se presenta la cuestión de si dicho fenómeno es únicamente debido á un cambio de espesor y de facies de las capas ó bien si está ocasionado por lo menos en parte, por fallas. Sin poder resolver el problema definitivamente, creo que la falda oriental de la parte Sur de los cerritos de los Magueyitos coincide efectivamente con una falla (que fué indicada en el plano). Pero no puedo indicar hasta dónde se continúa dicha falla hacia el Norte.

2.—La cordillera del Cerro de la Cruz

La pequeña Cordillera que se levanta inmediatamente al Norte de la población de San Pedro, presenta varias cuestiones geológicas difíciles; á primera vista se nota la independendencia orográfica de esta extraña hilera de cerros, que se levanta bruscamente al Norte

¹ Estas capas de edad dudosa fueron indicadas en el plano con el color de Cretáceo medio.

de San Pedro y termina al Sureste del Cerro del Volcán, separada de este último por una depresión marcada del terreno.

Un estudio geológico detallado nos enseña, que la independencia orográfica de la Cordillera de la Cruz está fundada en su estructura tectónica particular. Los Cerros de la Cordillera están rodeados de un terreno plano, formado por las capas de San Pedro, especialmente por pizarras kimeridgianas. De este terreno pizarreño, surge como una masa extraña la Cordillera formada por un pequeño anticlinal de capas jurásico-cretácicas (Véase lámina LI).



Fig 5 Cerro de La Cruz

Los perfiles VII y VIII (véase el plano), así como la figura 5 en el texto dan una idea de la estructura del anticlinal. Este, en la región del Cerro de la Cruz (fig. 5, perfil VIII), consiste en dos flancos verticales de caliza infracretácea, debajo de la cual se observan, en el centro del anticlinal, unas cuantas capas de pizarra kimeridgiana con *Perisphinctes aff. cyclo-dorsatus* Moesch y una masa de areniscas rojizas, calizas y capas margosas con restos indeterminables de

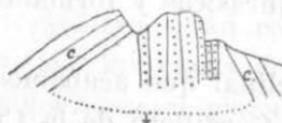
Amonitas (*Perisphinctes*). No es fácil determinar la edad de las últimas capas, pero tanto por sus caracteres petrográficos como por su posición debajo de pizarras kimeridgianas creo poderlas considerar como capas del Oxfordiano superior. En la cima del Cerro de la Cruz se observan calizas infracretáceas sobrepuestas á las capas suprajurásicas y formando el techo del anticlinal.

La estructura anticlinal que acabamos de describir, se observa en toda la Cordillera de la Cruz, solamente hay que añadir que el núcleo jurásico no sale en todas partes á la luz, quedando con frecuencia oculto bajo una cubierta de calizas infracretáceas¹ (véase p. e. perfil VII). Un hecho que llama muchísimo la atención, es que las capas suprajurásicas del centro del anticlinal se presentan con frecuencia en un estado de metamorfismo pronunciado habiendo sido transformadas en "Hornfels." Dicho metamorfismo se observa ya al Norte del Cerro de la Cruz; pero es sobre todo manifiesto cerca de la terminación septentrional de la Cordillera. Como nos enseña la *figura 6* (*en el texto*) observamos en dicho lugar unos hechos muy interesantes. Vemos á la calizas infracretáceas formar un semicírculo abierto hacia el Norte, inclinándose sucesivamente hacia el Oeste, el Sur y el Este (Véase plano), y esta semicúpula está como perforada en el centro por unas rocas, probablemente suprajurásicas (areniscas cuarcílicas, calizas, pizarras con *Gryphaeas*), altamente metamorfizadas y en posición vertical. Esta extraña

¹ En estas calizas encontré un *Neocomites* del grupo *neocomiensis* d'Orb. Véase parte estratigráfica.

disposición de las capas causa la impresión de que un núcleo de capas más antiguas haya sido metamorfozido y arrojado al través del anticlinal cretácico por una masa intrusiva, que no logró salir á luz.

Oeste Este



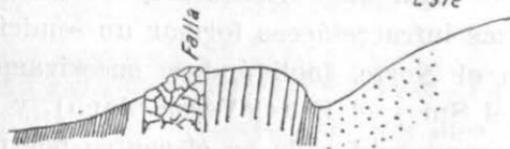
Capas jurásicas en parte metamorfozadas (Areniscas, pizarras, calizas con *Ostreas*)

Calizas del Cretáceo inferior

Fig. 6. Terminación septentrional de la cordillera de La Cruz

Muy importantes para una explicación del aislamiento de la Cordillera de la Cruz, me parecen las observaciones, que pude hacer al pie occidental del Cerro de la Cruz, precisamente en el límite entre el flanco occidental del anticlinal y las capas kimeridgianas, que forman el terreno plano, al Oeste del cerro (véase fig. 7

Oeste Este



Calizas del Cretáceo inferior

Capas de San Pedro

Oxfordiano superior

Brecha calcarea metamorfozada (Brecha de Hornfels)

* Fósiles Kimeridgianos

Fig. 7 Falda occidental del Cerro de la Cruz

en el texto). Mientras que el flanco occidental del anticlinal está formado en el lugar citado por calizas grises infracretácicas con intercalaciones de margas y pizarras presentándose en una posición vertical, obsérvanse en el pie del cerro (localidad * 14) las pizarras kimeridgianas con muchos fósiles (*Aucella* del grupo *Pallasi*, *Nebroditis* cfr. *Herbichi* Hau., *Neumayria crucis* nob. etc.). Entre las dos formaciones mencionadas se intercalan unas rocas extrañas formando unas peñas rojizas, que llaman ya desde lejos la atención. La roca, que forma dichas peñas, es una brecha de fricción altamente metamorfizada y formada por fragmentos calcáreos (véase la descripción de la brecha por el Dr. Waitz en el capítulo petrográfico). Estos hechos se explican á mi parecer, si admitimos la existencia de una fractura ó falla en el borde exterior de la Cordillera de la Cruz. Esta fractura facilitó la subida de una masa intrusiva, la cual, sin salir á luz, logró metamorfizar las capas situadas en las inmediaciones de la falla, probablemente por medio de vapores y aguas termales que se desprendieron de ella.

Los hechos, que acabamos de exponer, nos conducen á la conclusión de que el anticlinal de la Cordillera de la Cruz representa una porción de terreno plegado que fué hundida y está limitada por fallas considerables. Es una masa extraña, embutida entre el terreno pizarreño de las capas de San Pedro, representando quizás el techo hundido de una continuación meridional del anticlinal del Cerro del Volcán.

3.—Los Pliegues de la Sierrita

Al Este de la región se observan algunos pliegues que alcanzan un desarrollo considerable en la Sierrita y la Mesa del Cardenche.

Es una serie de tres anticlinales y tres sinclinales, formados casi exclusivamente por capas del Cretáceo inferior y medio. Empezaremos el estudio tectónico de dichos pliegues al Oeste, para considerar después los que siguen hacia el Este.

A.—El Sinclinal de Las Boquillas

El punto en donde se observa mejor el primer sinclinal de la Sierrita, que llamaremos Sinclinal de las Boquillas, es el Cerro situado al Este del Cerro de Las Liebres. El cerro en cuestión está formado en su base, tanto al Oeste como al Este, por unas pizarras y calizas apizarradas grises ó rojizas. Considero estas pizarras como pertenecientes á las capas limítrofes entre el Jurásico y el Cretáceo por encontrarse un poco más al Sur en ellas una intercalación de caliza ferruginosa con *Steuroceras* y otros fósiles enumerados en la página 319. Encima de las pizarras se observa una serie de calizas grises con intercalaciones de margas y pizarras amarillentas, que considero por su carácter litológico, así como por los pocos fósiles encontrados (*As-tieria sp.*), como representante de la parte inferior de la caliza infracretácica.

La posición sinclinal de las capas del Cerro descrito, se marca claramente por su inclinación de ellas ha-

cia el Este en la parte occidental del cerro y hacia el Oeste en su parte oriental (véase perfil IX).

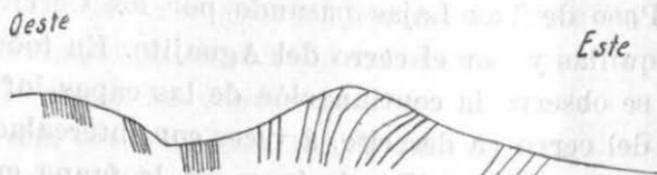
Nuestro sinclinal se puede seguir hacia el Norte hasta el Paso de Las Lajas pasando por los Cerritos de las Boquillas y por el cerro del Aguajito. En todo este tramo se observa la continuación de las capas infracretáceas del cerro ya descrito, á veces con intercalaciones de lechos fosilíferos (Berriasiano con la fauna enumerada página 323 en la falda oriental del Cerro del Aguajito localidad * 20). Las calizas son compactas, grises ó rojizas con intercalaciones de pizarras margosas grises, amarillentas ó parduscas. Debo mencionar aquí, que la posición sinclinal de las capas no es tan manifiesta en este tramo como en el cerro descrito al principio, estando las capas por lo general todas inclinadas hacia el Oeste (véase perfiles VI á VIII y figuras 8 y 9 en el texto). Esta posición más ó menos isoclinal de



Fig 8 Cerro del Aguajito.

las capas se explica por las observaciones que se pueden hacer en la falda Noroeste del cerro ya descrito al principio. Allí se puede ver cómo las capas del flanco occidental del sinclinal cambian bruscamente de dirección, retrocediendo hacia el Este á veces con un

rumbo Este-Oeste. Al Noroeste de "La Rueda" se observa de nuevo un rumbo Norte-Sur de las capas; pero desde este punto hacia el Norte el sinclinal está re-



||||| Capas de San Pedro y capas limítrofes.

≡≡≡ Calizas del Cretáceo inferior.

Fig. 9. Al Sur del Cerro del Aguajito.

ducido á una faja mucho más estrecha que antes, siendo las capas fuertemente comprimidas. Así se transforma el sinclinal abierto y ancho hacia el Norte en un sinclinal estrecho y acostado.

B.—El Anticlinal de "La Rueda"

Al Sur de "La Rueda" se observa claramente que las capas limítrofes entre el Jurásico y Cretáceo forman un anticlinal que limita el Sinclinal de las Boquillas hacia el Este. Vimos ya, que las pizarras de este piso están inclinadas hacia el Oeste, en la base de la falda oriental del cerro situado al Este del Cerro de Las Liebres. En la depresión del terreno que se halla al Este de dicho cerro, se observan las mismas pizarras en espesor considerable, y fácilmente se ve que las capas se levantan más y más hacia el Este hasta presentarse en posición vertical en algunos puntos. Observamos así un anticlinal de capas limítrofes ligeramente acostado hacia el Este (Véase perfil IX).

C.—El Anticlinal del Valle central de La Sierrita

Antes de considerar la tectónica de la cresta principal de La Sierrita, es preciso darnos cuenta de la estructura geológica del valle central que sigue al Este de dicha cresta, estando limitado hacia el Este por las altas cumbres de la Mesa del Cardenche. Las capas que se observan en el valle mencionado, son muy características. Son en mayor parte pizarras margosas y calizas margosas amarillentas, á veces con concreciones de óxido de fierro y además calizas grises y amarillentas, en parte con intercalaciones de pedernal. En la parte estratigráfica describí ya estas capas bajo el nombre "Calizas y margas amarillentas con *Holcostephanus*," enumerando los fósiles encontrados en ellas (véase p. 325) y llegando á la conclusión de que representan el Valanginiano y en parte probablemente también al Hauteriviano. Por lo tanto se ve, que las capas del valle central son más antiguas que las cumbres adyacentes, formadas á su vez, como lo demostraré luego, por la parte superior de la división inferior de las calizas infacretácicas y encima de ésta, por la división superior de dichas calizas. Pero no solamente por ser más antiguos los depósitos del valle que los sedimentos de los cerros adyacentes llegamos á la conclusión de que ellos forman un anticlinal, sino sobre todo basándonos en la posición anticlinal de ellos. Como lo demuestran los perfiles X y XI se observa, que las capas están inclinadas hacia el Oeste en la parte occidental del Valle, mientras que las pequeñas lomitas de la parte oriental nos las revelan en posición vertical, ó casi vertical. Observamos pues un nuevo antici-

nal ligeramente acostado hacia el Este en el Valle central de La Sierrita.

D.—El Sinclinal de la Cresta principal de La Sierrita

A primera vista no es nada clara la significación tectónica de la cresta principal de La Sierrita. Está formada dicha cresta por una masa considerable de calizas grises ó rojizas, que representan la parte inferior del Cretáceo inferior. A veces se observan fósiles, sobre todo en las intercalaciones de capas margosas ó apizarradas, pero en general dichos restos son sumamente escasos; solamente en la parte baja de la falda occidental de la cresta logra uno hallar algunas capas margosas más fosilíferas. Recogí muchos pequeños *Leptoceras*, *Crioceras*, *Astieria*, *Hoplites* cfr. *Hoplites* aff. *perisphinctoides* Uhlig y algunos otros restos mal conservados. Basándome en estos restos y en el carácter litológico, creo poder considerar á las capas como equivalentes del piso con *Holcostephanus* del valle central de la Sierrita. De todos modos deben ser consideradas como capas basales del Cretáceo inferior por estar sobrepuestas á las capas limítrofes entre el Jurásico y el Cretáceo y separadas de éstas solamente por algunos bancos de caliza de poco espesor. Por lo expuesto vemos, que las calizas de la cresta principal de la Sierrita, están intercaladas entre dos series de capas más antiguas. Al Este observamos el anticlinal de las capas con *Holcostephanus* del valle central y al Oeste el anticlinal de "La Rueda." El último de estos anticlinales desaparece hacia el Sur es cierto; pero en cambio vemos en la parte baja de la falda occidental de la Sierrita las capas más antiguas

que acabamos de describir (Capas margosas probablemente valanginiánas y capas limítrofes entre el Jurásico y Cretácico). Ahora bien, una serie de capas intercalada entre dos anticlinales de rocas más antiguas, debe forzosamente considerarse como un sinclinal, aunque, como lo demuestran los perfiles X y XI, la posición sinclinal de las capas no sea muy evidente y estas parezcan formar varios pliegues secundarios.

E.—El Sinclinal de la Mesa del Cardenche

Estudiando las cumbres de la Mesa del Cardenche, que se levanta al Este del valle central de la Sierrita, encontramos las capas más modernas (Cretáceo medio y capas limítrofes entre el Cretáceo inferior y medio) en las partes altas, mientras que los dos flancos de los cerros están formados por capas más antiguas (calizas con pedernal grueso de la parte superior del Cretáceo inferior). Especialmente la falda oriental de los cerros, inmediatamente al Este de la cumbre de la Mesa del Cardenche, nos muestra una serie estratigráfica más y más moderna á medida que vamos subiendo hacia dicha Mesa (Véase el perfil estratigráfico detallado pág. 328). Basándonos en estas observaciones estratigráficas debemos presumir la existencia de un sinclinal, cuyo núcleo está formado por capas del Cretáceo medio. Debo mencionar sin embargo, que la posición sinclinal no se ve claramente en todas partes, siendo la tectónica complicada por varios plegamientos secundarios (véanse perfiles X y XI).

F.—El Anticlinal del Cerro de los Difuntos

En las faldas del Cerro de los Difuntos se observa claramente, que las capas del Cretáceo inferior (Calizas con pedernal grueso) están plegadas en forma de un anticlinal modelo (véase el perfil X). Dicho anticlinal limita el Sinclinal de la Mesa del Cardenche hacia el Este y es el más oriental de los pliegues de la Sierrita.

Antes de terminar la descripción tectónica de la región, debo mencionar de paso la estructura del terreno intercalado entre el anticlinal del Cerro del Volcán y la Cordillera del Cerro de la Cruz de un lado, y los pliegues de la Sierrita del otro lado. Dicho terreno consiste en una masa considerable de pizarras pertenecientes á las capas suprajurásicas de San Pedro. Las pizarras están muy dislocadas con inclinaciones rápidas, á veces en posición vertical. No me es posible decidir la cuestión si se trata de una serie simple de capas, ó si estas forman varios pliegues ó están atravesadas por fallas aunque los resultados estratigráficos están más bien en favor de la primera manera de ver.

De entre el terreno pizarreño suprajurásico mencionado, se levanta el Cerrito de *Las Liebres* (véase plano) como una masa extraña. Allí se observa una caliza muy metamorfozada (probablemente infracretácea) y en la falda meridional, al Sur de la caliza, se encuentra una roca andesítica de poca extensión. (Véase descripción petrográfica de la roca eruptiva por el Dr. *Waiz*

página 331). Creo que el Cerrito de Las Liebres debe su origen al hundimiento de una pequeña masa cretácica. hoy probablemente limitada por fallas en su derredor.¹ Si esta suposición fuera cierta observaríamos un caso análogo al que hemos descrito antes hablando de la Cordillera de la Cruz.

1. Admitiendo nuestra explicación, hay probablemente que suponer, que la salida de la andesita que se encuentra al Sur del Cerrito de Las Liebres, haya sido motivada por las fallas que se formaron en derredor de la caliza cretácica hundida.

