



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ÁREA CIENCIAS DE LA TIERRA**

**ESTUDIO ESTRATIGRÁFICO-ESTRUCTURAL DEL ÁREA  
SAN ANTONIO DEL RUL, MPIO. DE MOCTEZUMA, S.L.P.**

**REPORTE FINAL DEL CURSO DE OPCIÓN A NO TRABAJO RECEPCIONAL**

**PRESENTA**  
**ROGELIO GALICIA OVALLE**

**SAN LUIS POTOSÍ, S. L. P. 2005**





Facultad de Ingeniería



Universidad Autónoma  
de San Luis Potosí

21 de agosto del 2003

**SR. ROGELIO GALICIA OVALLE  
P R E S E N T E .**

Por medio de la presente me permito comunicar a Usted, que en la Sesión de Consejo Técnico Consultivo celebrada el día **21 de agosto** del presente año, fué tratada y aprobada su petición en la cual solicita titularse mediante el curso de Opción a no Trabajo Recepcional de la Carrera de Ingeniero Geólogo, en la Modalidad que consiste en desarrollar un proyecto Académico con duración de un semestre bajo la tutela del Dr. Alfredo Aguillón Robles, Profesor Investigador del Instituto de Geología.

Para realizar el trámite, deberá Usted cumplir con los requisitos establecidos por la Facultad, en esta modalidad.

Sin otro particular de momento, le reitero las seguridades de mi atenta y distinguida consideración.

**“MODOS ET CUNCTARUM RERUM MENSURAS AUDEBO”**

**A T E N T A M E N T E**



**ING. RAMIRO A. RAMÍREZ CIANO**  
**SECRETARIO DEL CONSEJO**  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
DE SAN LUIS POTOSÍ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
**SECRETARIA**

**NOTA:** Recomendamos tomar en cuenta que a partir de la fecha en que termina el curso regular, tiene 12 (doce) meses para lograr su titulación. Después del vencimiento de esta, tendrá que recurrir a otra Opción para titularse.

ccp. Acuerdo del Consejo  
ccp. Expediente.

\*mog



Facultad de Ingeniería



Universidad Autónoma  
de San Luis Potosí

**A QUIEN CORRESPONDA:**

*El que suscribe, Secretario General de la Facultad de Ingeniería*

**H A C E      C O N S T A R**

*Que el **SR. ROGELIO GALICIA OVALLE**, Pasante de la carrera de **ING. GEÓLOGO** aprobó el **Curso de Opción a No Trabajo Recepcional** que ofreció el Área Ciencias de la Tierra de esta Facultad, el cual se llevó a cabo de **Agosto de 2003 a Enero de 2004**.*

*De acuerdo al Artículo 185 del Reglamento Interno de la Facultad, relativo a esta modalidad de titulación, a partir de la fecha de expedición de esta Constancia, el Sr. Galicia Ovalle contará con un año para presentar su examen Previo y Profesional para obtener su Cédula Profesional y Título.*

*Para los usos legales que al interesado convengan, se le extiende la presente **CONSTANCIA DE APROBACIÓN**, en la ciudad de San Luis Potosí, S.L.P., a veinticinco días del mes de Marzo del año dos mil cuatro.*

**" MODOS ET CUNCTARUM RERUM MENSURAS AUDEBO "**

**A T E N T A M E N T E**

**ING. RAMIRO A. RAMIREZ CAÑO**  
**SECRETARIO DE LA FACULTAD**

COPIA -      Archivo  
                  \*\*smh

## ÍNDICE

|  | Página |
|--|--------|
| <b>ÍNDICE</b> .....                                      | i      |
| <b>LISTA DE ILUSTRACIONES</b> .....                      | ii     |
| <b>AGRADECIMIENTOS</b> .....                             | iv     |
| <b>RESUMEN</b> .....                                     | v      |
| <br>   |        |
| <b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....                             | 1      |
| I.1. OBJETIVO DEL ESTUDIO .....                          | 1      |
| I.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA .....                       | 1      |
| I.3. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN .....  | 2      |
| I.4. MATERIALES Y MÉTODOS .....                          | 2      |
| <br>   |        |
| <b>II. GEOLOGÍA REGIONAL</b> .....                       | 5      |
| <br>   |        |
| <b>III. FISIOGRAFÍA Y GEOMORFOLOGÍA</b> .....            | 11     |
| III.1. FISIOGRAFÍA .....                                 | 11     |
| III.2. GEOMORFOLOGÍA .....                               | 14     |
| <br>   |        |
| <b>IV. GEOLOGÍA LOCAL</b> .....                          | 15     |
| IV.1. ESTRATIGRAFÍA .....                                | 17     |
| A. FORMACIÓN LA PEÑA .....                               | 17     |
| B. FORMACIÓN CUESTA DEL CURA .....                       | 21     |
| C. FORMACIÓN INDIDURA .....                              | 23     |
| D. FORMACIÓN CARACOL .....                               | 26     |
| E. CONGLOMERADO .....                                    | 27     |
| F. ALUVIÓN .....   | 28     |
| <br>   |        |
| <b>V. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL</b> .....                     | 29     |
| A. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL BLOQUE DEL RUL ..... | 29     |
| B. ANÁLISIS ESTRUCTURAL .....                            | 30     |
| Zona Rul Centro .....                                    | 32     |
| <br>   |        |
| <b>VI. TECTÓNICA REGIONAL</b> .....                      | 44     |
| <br>   |        |
| <b>CONCLUSIONES</b> .....                                | 46     |
| <br>   |        |
| <b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....                                | 47     |

## LISTA DE ILUSTRACIONES

| FIGURA |  | Página |
|--------|--|--------|
| 1      | Localización del área de estudio y vías de comunicación  | 3      |
| 2      | Unidades paleogeográficas del Mesozoico en el estado de San Luis Potosí  | 6      |
| 3      | Sección esquematizada del modelo de evolución de la Cuenca Mesozoica del Centro de México con respecto a la Plataforma Valles-San Luis Potosí .                                      | 8      |
| 4      | Provincias fisiográficas del Estado de San Luis Potosí .   | 12     |
| 5      | Columna geológica del área de San Antonio del Rul.   | 16     |
| 6      | Mapa estructural del área de estudio y del Anticlinal de Santa Catarina.   | 31     |
| 7      | Estereogramas de ejes y $S_0$ de Rul Centro.   | 33     |
| 8      | Estereogramas de ejes de los pliegue en Rul Centro.  | 36     |
| 9      | Estereogramas de estrías de Rul Centro.  | 37     |
| 10     | Estereogramas de ejes y $S_0$ de Rul Exterior.   | 40     |
| 11     | Estereogramas de ejes en Rul Exterior.   | 41     |
| 12     | Estereogramas de ejes y planos $S_0$ del Anticlinal de Santa Catarina, al norte del área estudiada.  | 42     |
| 13     | Diagrama propuesto por Harding (1985), para una estructura en flor.  | 43     |
| 14     | Diagrama regional para una estructura en flor.   | 43     |
|        |  |        |
| LÁMINA |  | Página |
| 1      | Aspecto general de la Formación La Peña, donde se muestra la intercalación de capas de caliza de espesor delgado a medio con capas de limolitas y bandas delgadas de pedernal negro. | 19     |
| 2      | La Formación La Peña, presenta algunos fósiles de <i>belemnites</i> aislados, en las capas calcáreas.  | 19     |
| 3      | Aspecto que presenta la Formación Cuesta del Cura en la zona de estudio, donde se aprecia la estratificación ondulada y rítmica de las capas de caliza y bandas de pedernal.         | 22     |
| 4      | Pliegue tipo cofre en la Formación Cuesta del Cura.  | 22     |

|    |   |             |
|----|---|-------------|
| 5  | Intercalaciones de estratos de caliza de $\approx 20$ cm y laminaciones de limolitas fósiles de color ocre, en la Formación Indidura.                           | 25          |
| 6  | Aspecto de una falla normal en la Formación Indidura..  | 25          |
| 7  | Muestra la actitud de las capas en la Formación Cuesta del Cura, con inclinación de ángulos suaves que corresponden a un flanco normal de un pliegue recostado. | 34          |
| 8  | Flanco invertido de un pliegue recostado.   | 34          |
| 9  | Pliegues recostados de tipo chevron en la Formación Cuesta del Cura.  | 38          |
| 10 | Mapa geológico.   | En<br>sobre |

## **AGRADECIMIENTOS**

Este estudio fue posible gracias al apoyo del director del Instituto de Geología de la UASLP, Dr. José Rafael Barbosa Gudiño y del Dr. Alfredo Aguillón Robles quien atinadamente virtió sus consejos, asesoramiento durante el semestre del curso de opción a no trabajo recepcional y correcciones en el escrito, y a mi compañero Julián G. Barbosa Buendía por apoyarme en el trabajo de campo; un agradecimiento especial para el Ing. Margarito Tristán González por su apoyo, comentarios y compartir sus experiencias y conocimientos sobre la geología de San Luis Potosí; al Ing. Erasmo Mata Martinez, por las sugerencias y correcciones al mapa y secciones geológicas, así como en la orientación del manejo del pantógrafo óptico del Laboratorio de Fotogeología del Instituto de Geología de la UASLP.

## RESUMEN

La Sierra de San Antonio del Rul se encuentra al noroeste de la ciudad de San Luis Potosí, y el área estudiada tiene una extensión de 56 km<sup>2</sup>. Administrativamente pertenece al Municipio de Moctezuma, San Luis Potosí, comprende la región ubicada al poniente del poblado de San Antonio del Rul, donde afloran rocas sedimentarias que fueron depositadas en la Cuenca Mesozoica del Centro de México muy cerca del talud de la Plataforma Valles-San Luis Potosí, sus edades van desde el Aptiano hasta el Maastrichtiano, correspondiendo a las formaciones: La Peña, que consiste de una secuencia de capas delgadas y medianas de caliza con lentes y nódulos de pedernal, se pueden apreciar horizontes de brechas con fragmentos de fósiles arrecifales, intercalados con estratos delgados de limolitas; Cuesta del Cura constituida por calizas en capas delgadas a medias, criptocristalinas, interestratificadas con aisladas laminaciones de limolitas color café y bandas de pedernal negro y en la cima se encuentran estratos delgados a medios de color oscuro de grano medio a fino algunas con estratificación cruzada con intercalaciones de capas delgadas y lentes de pedernal negro. La Formación Indidura se constituye de capas delgadas de limolitas en estratos de 20 cm de caliza violácea con intercalación de caliza arcillosa de color gris a violáceo, laminadas o bien con limolitas del mismo color en capas delgadas con laminación interna. La Formación Caracol se encuentra formada por una secuencia de capas, donde en algunos sitios predominan los de areniscas en capas medias a delgadas de color verde ocre formado de fragmentos de feldespatos y cuarzo en tamaño que varía de 1-4 mm y abundante muscovita, además de una serie de fragmentos pequeños de otras rocas



las que se intercalan con aisladas capas y laminaciones de limolitas. La Sierra de San Antonio del Rul es un bloque levantado por efecto de movimientos laterales y se caracteriza por estar limitado por fallas normales. Su estructura interna está formada por pliegues que se desarrollaron durante la Orogenia Laramide a finales del Cretácico y principios del Terciario. El bloque se levanto a partir del Terciario (Paleoceno) quedo orientado NW-SE y en su núcleo quedaron expuestas las formaciones La Peña del Aptiano y Cuesta del Cura del Albiano-Cenomaniano en forma de pliegues recostados, recumbentes y en su periferia segmentos de la Formación Indidura del Turoniano además de amplios afloramientos periféricos al núcleo de la Formación Caracol del Maastrichtiano.

# I. INTRODUCCIÓN

## I.1. OBJETIVO DEL ESTUDIO

El objetivo de este estudio es interpretar el origen del bloque levantado que se localiza, al poniente del poblado de San Antonio del Rul, nombrado como Anticlinal del Rul (Aguillón-Robles y Tristán-González 1981), utilizando datos estructurales medidos en campo (ejes, fallas, planos  $S_0$  y  $S_1$ ) así como definir con mayor detalle la estratigrafía de dicho bloque.

## I.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Aguillón-Robles y Tristán-González (1981) realizaron la cartografía de la Hoja Moctezuma, describiendo una secuencia volcánica existente y definieron la estratigrafía y geología estructural de las ventanas de sedimentos marinos del Cretácico que ahí afloran. En este estudio se considero a la Sierra de San Antonio del Rul como un anticlinal recostado, producto de la Orogenia Laramide ocurrida en el Cretácico Tardío. Sin embargo, al avanzar los estudios sobre la tectónica y estructura de la Mesa Central, en las sierras donde afloran rocas de la Cuenca Mesozoica del Centro de México, se ha visto la posibilidad de asociarlos a un evento tectónico post-laramídico.

En el presente trabajo se pretende resolver el problema del bloque levantado de San Antonio del Rul, utilizando las estructuras internas ejes de pliegues (E), fallas (F), planos de estratificación ( $S_0$ ) y planos de clivaje ( $S_1$ ) las cuales proporcionaran un mejor punto de vista para comprender que la Orogenia Laramide no es la

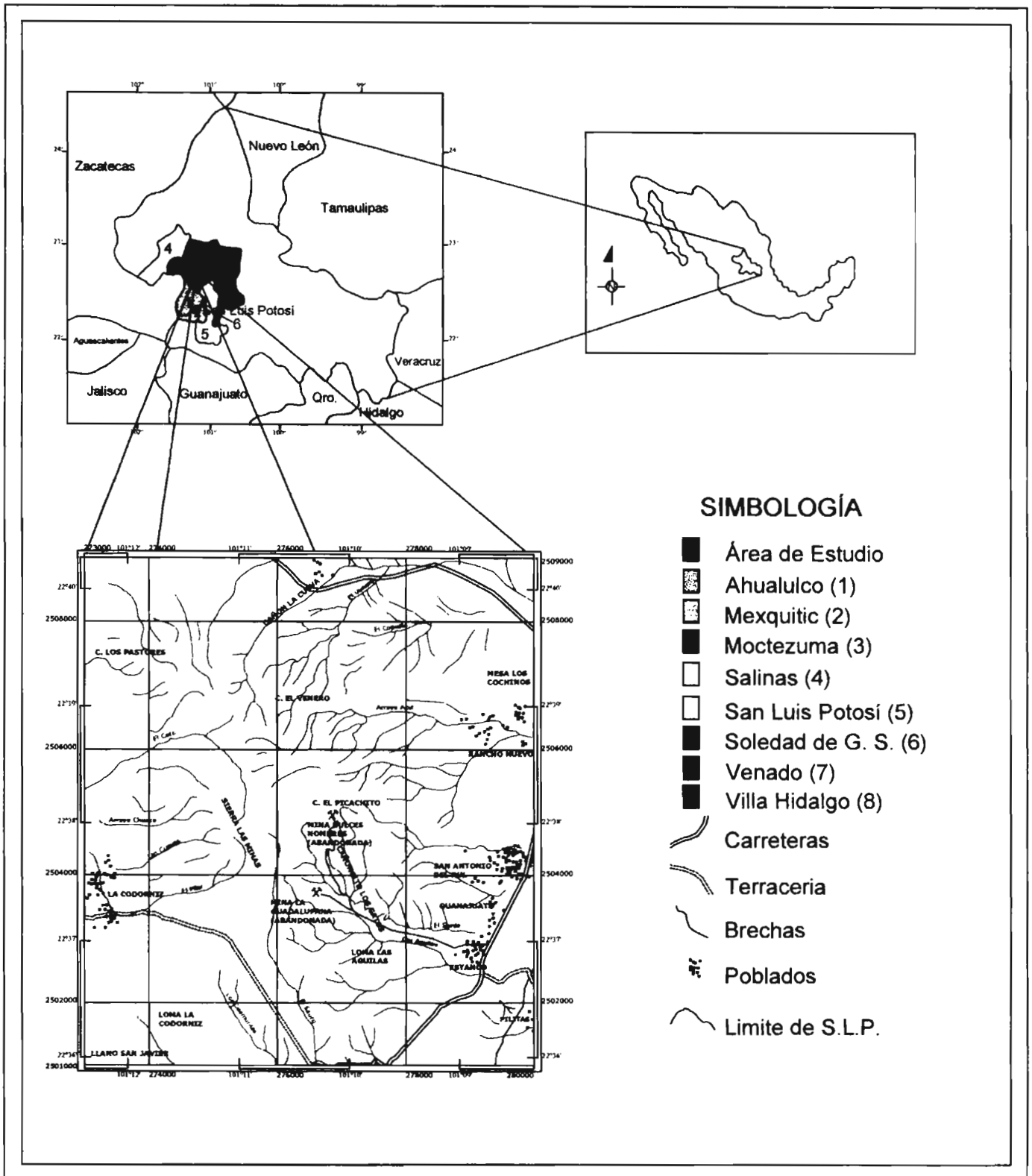
responsable del levantamiento del bloque y que este fue producto de una transpresión posterior por efectos de fallas regionales de desplazamiento lateral.

### **1.3. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**

La zona estudiada se encuentra al norponiente de la ciudad de San Luis Potosí y tiene una extensión de 56 km<sup>2</sup> y está limitada por los paralelos 22°35'57" y 22°40'17" de latitud norte y los meridianos 101°08'18" y 101°12'23" de longitud oeste. Administrativamente pertenece al Municipio de Moctezuma, San Luis Potosí (figura 1). El área de estudio está comunicada por la carretera estatal 63 que va de Ahualulco a Moctezuma, cruza el área en su parte oriental. De la misma carretera 63, parte un camino de terracería el cual comunica al poblado Presitas con el poblado de La Codorniz. Después del poblado de Rancho Nuevo, parte un camino de terracería que cruza la zona en su parte norte, poniente de la carretera 63 (figura 1).

### **1.4. MATERIALES Y MÉTODOS**

Se recopiló información existente del área de estudio con el fin de crear un marco geológico-estructural previo. Se utilizaron como base los mapas topográficos de INEGI esc. 1:50,000 de la Hoja Moctezuma F14-A63 y el mapa geológico elaborado por Aguillón-Robles y Tristán-González (1981). Se utilizaron además fotografías aéreas verticales blanco y negro esc. 1:25,000, para detallar los contactos geológicos ya existentes. Los datos obtenidos en campo se trasladaron posteriormente al mapa base utilizando el pantógrafo óptico, para posteriormente digitalizar el mapa final utilizando el programa AUTOCAD.



**Figura 1. Localización del Área de Estudio y Vías de Comunicación**

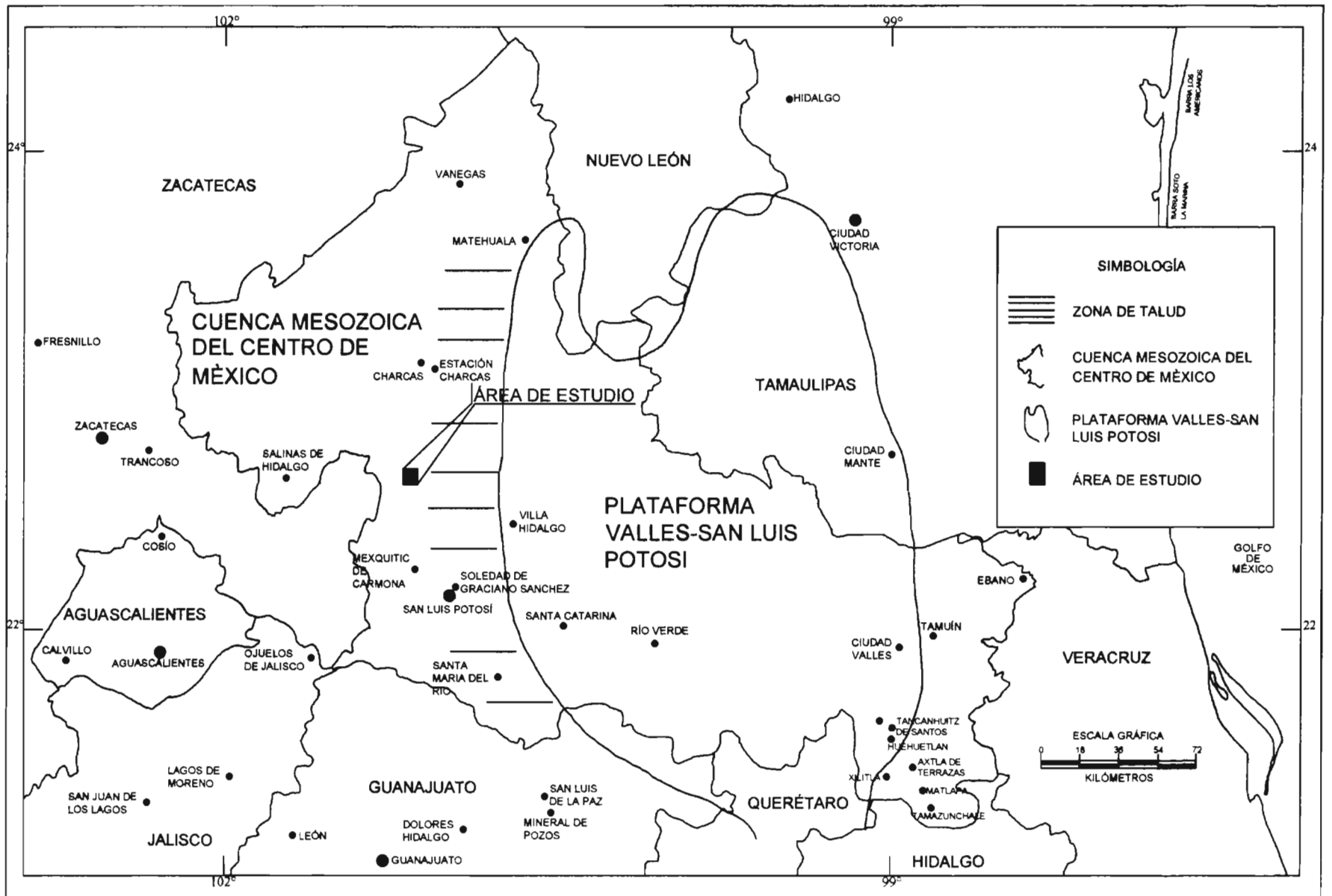
Con los datos estructuras planares y lineares, se creo una base de datos los cuales fueron posicionados con G.P.S. (Global Position System), utilizando coordenadas UTM (Universal Transversal Marcator).

Con los datos estructurales recopilados se realizó un análisis estructural y se determinó el estilo de deformación, utilizando el programa "stereonet". Después se procedió a elaborar el informe final.

## II. GEOLOGÍA REGIONAL

El Instituto de Geología de la UASLP ha efectuado trabajos de infraestructura geológica desde 1976; con la finalidad de realizar la cartografía geológica del Altiplano y Zona Media del Estado de San Luis Potosí. Regionalmente el área de estudio pertenece a la Cuenca Mesozoica del Centro de México (CMCM), la cual se encuentra cubierta por una secuencia volcánica del Terciario, compuesta por derrames de lava de composición andesítica del Eoceno y lavas dacíticas y riodacíticas del Oligoceno que descansan sobre sedimentos marinos del Cretácico y sedimentos clásticos continentales del Paleoceno-Eoceno (Carrillo-Bravo, 1971).

Las rocas sedimentarias marinas fueron depositadas en dos unidades paleogeográficas (figura 2) y la zona de estudio se ubica sobre un basamento sedimentario marino conocido como Cuenca Mesozoica del Centro de México (Carrillo-Bravo, 1971). La CMCM es una gran cuenca sedimentaria, que contiene 700,000 km<sup>3</sup> de sedimentos marinos del Triásico tardío, Jurásico tardío, Cretácico temprano, Cretácico tardío; está localizada en la porción central del país (figura 3). Donde se depositó una secuencia sedimentaria que empezó a finales del Triásico con depósitos correspondientes a la Formación Zacatecas, la cual está constituida por sedimentos de aguas someras. Posteriormente, durante el Jurásico Temprano, hubo depósito de clastos continentales y rocas volcánicas de la Formación Nazas. La cuenca comenzó a hundirse, en el Jurásico medio lo que permitió la sedimentación de terrígenos de la Formación La Joya, y que sobre de ella ya en el Oxfordiano se formaran por los bancos de caliza de la Formación Zuloaga. La subsidencia continuó hasta el Cretácico Temprano depositándose las Formaciones Taraises, Cupido, La



**Figura 2. Unidades paleogeográficas del Mesozoico en el estado de San Luis Potosí**

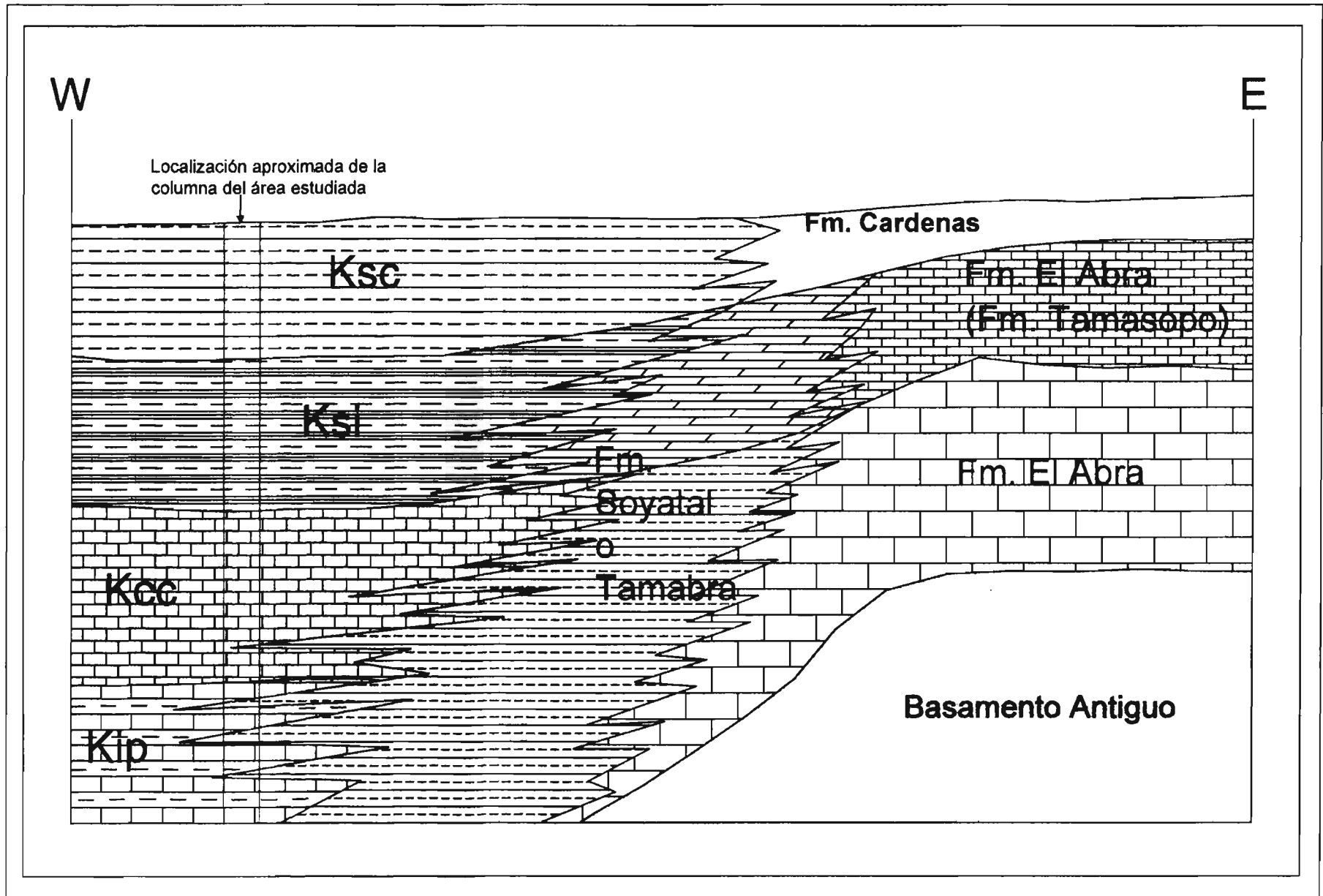
Peña y Cuesta del Cura. La cuenca alcanzó su máxima profundidad durante el Albiano-Cenomaniano, para posteriormente levantarse hasta colmar la cuenca en el Cretácico Tardío con la Formación Caracol del Campaniano-Maastrichtiano. Al mismo tiempo durante el Turoniano la Formación Soyatal y Cárdenas se depositaban en la porción occidental de la Plataforma Valles-San Luis Potosí (figura 3).

La cuenca citada se halla limitada al oriente por la Plataforma de Valles-San Luis Potosí, al poniente por el Complejo Ígneo de la Faja Ignimbrítica de la Sierra Madre Occidental, al norte por los plegamientos de la Cuenca Transversal de la Sierra Madre Oriental y al sur por la Faja Volcánica Transmexicana (Carrillo-Bravo, 1971).

La Cuenca Mesozoica del Centro de México se desarrolló sobre una zona en que, con anterioridad, se habían depositado rocas marinas del Paleozoico y la misma cuenca estuvo emergida temporalmente, durante el Jurásico temprano. Casi todos los sedimentos marinos fueron depositados en aguas profundas, a excepción de las calizas y terrígenos que se encuentran en el Jurásico tardío. Es posible suponer que en la cuenca se acumuló una secuencia sedimentaria Mesozoica de más de 5,000 m de potencia, que se inicia en el Triásico y termina a finales del Cretácico (Carrillo-Bravo, 1971).

El plegamiento y cizallamiento originado por la Orogenia Laramide afectó a las rocas mesozoicas originando un cinturón intensamente plegado, afectado por un complejo sistema de fallas de sobrecojamiento que con frecuencia ponen en contacto sedimentos del Mesozoico temprano con rocas del Cretácico tardío. La estructura que forma al cinturón mencionado son anticlinales sinuosos, alargados, angostos, frecuentemente asimétricos o volcados hacia el E, NE y se manifiestan en





**Figura 3. Sección esquematizada del modelo de evolución de la Cuenca Mesozoica del Centro de México con respecto a la Plataforma Valles-San Luis Potosí Modificado de Barajas-Nlgoche (2002)**

sedimentos triásicos, jurásicos y cretácicos. Esta franja plegada, tiene una orientación general N-S en la porción media de la cuenca y cambia a una dirección E-W en la margen norte.

La Plataforma Valles-San Luis Potosí (PVSLP); se representa con la Formación Huayacocotla, unidad que marca el inicio de la transgresión marina jurásica, continúa la secuencia evaporítica de la Formación Guaxcamá; posteriormente el desarrollo progresivo de un arrecife, que tiene alcance cronológico desde el Albiano hasta el Maastrichtiano, el cual está representado por las formaciones El Abra, Tamasopo y Cárdenas. Sin embargo hacia el Turoniano, en la porción occidental y sur de la plataforma, se depositaron de manera transicional y lateralmente los sedimentos arcillosos de la Formación Soyatal. Contemporáneamente hacia la porción centro-oriental de la PVSLP, en condiciones de subsidencia desde el Turoniano hasta finales del Maastrichtiano se depositaron las formaciones Agua Nueva, San Felipe y Méndez, además de la Formación Tamabra, como facies de transición entre ambos elementos, considerándolas como un depósito de desarrollo arrecifal de la plataforma.

Se ha determinado que en la porción meridional existe un paquete volcánico de coladas de lavas andesíticas, depósitos de flujos piroclásticos y derrames lávicos de composición intermedia hasta riolíticas emplazadas desde el Paleoceno hasta el Oligoceno y una etapa tardía de lavas andesíticas a basálticas en el Cuaternario, este paquete de rocas conforman el Campo Volcánico de San Luis Potosí (CVSLP). Se ha señalado que el vulcanismo utilizó conductos que son el producto de fallas y fisuras extensionales, originadas principalmente por una tectónica extensiva regional cuyo patrón principal de fallas tiene una orientación NW-SW (Labarthe-Hernández *et*

*al.*, 1982; Tristán-González, 1986). El CVSLP se desarrollo sobre un basamento mesozoico formado por rocas sedimentarias marinas cretácicas, que han sido afectadas tectónicamente por la Orogenia Laramide que plegó las rocas dando como resultado la formación de una estructura plegada con orientación de sus ejes NW-SE en general recostada al NE, con su flanco SW con inclinaciones suaves y al NE de inclinaciones fuertes.

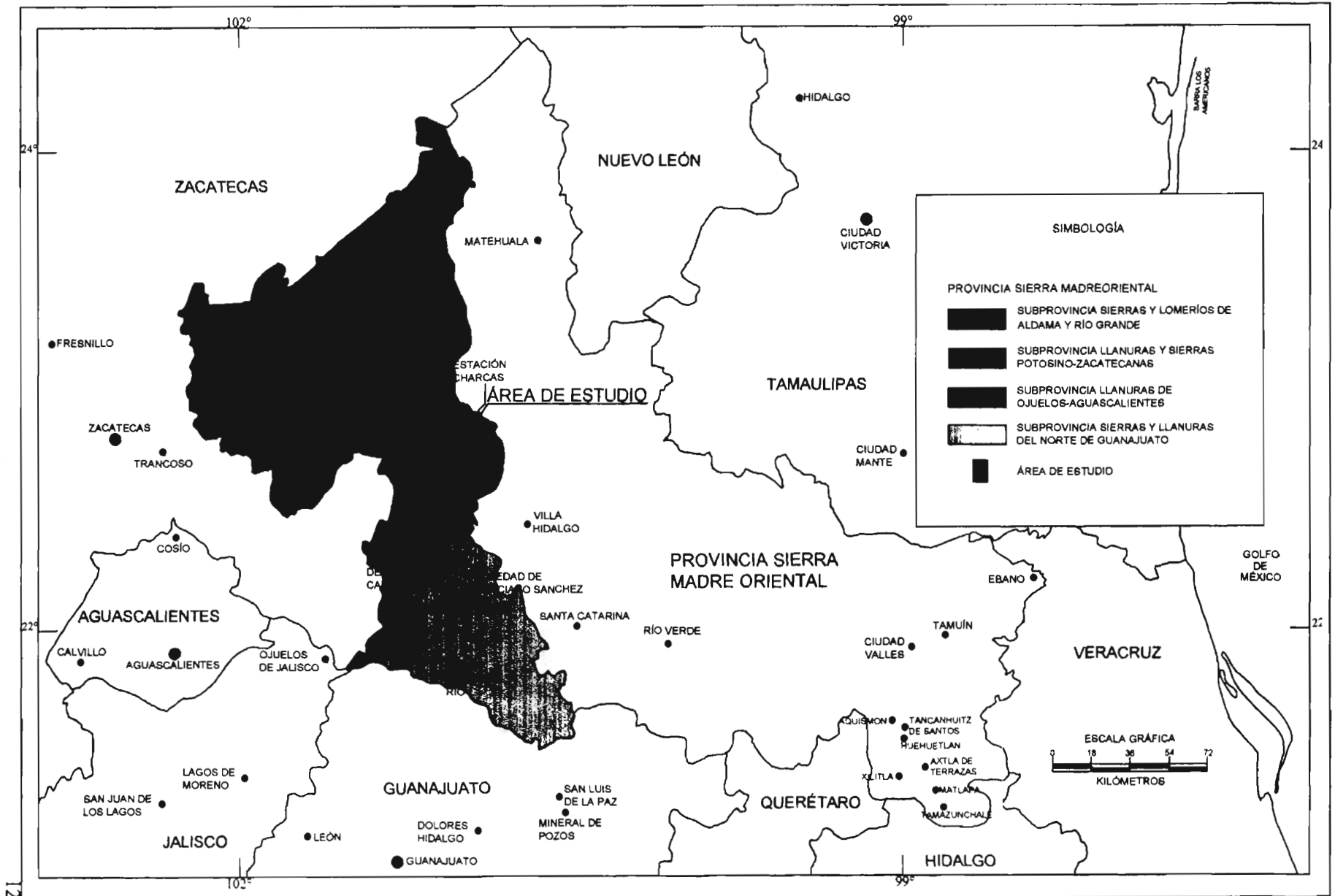
### III. FISIOGRAFÍA Y GEOMORFOLOGÍA

#### III.1. FISIOGRAFIA

El área estudiada se ubica dentro de la Provincia Fisiográfica de la Mesa Central, esta provincia se localiza en la región central de la República Mexicana se extiende hacia el sur desde el Río Nazas con la Provincia Sierras y Llanuras del Norte, hasta su colindancia con la Faja Volcánica Transmexicana. Quedando limitada al poniente por la Sierra Madre Occidental y al oriente por la Sierra Madre Oriental. Comprende parte de los estados de Durango, Zacatecas, San Luis Potosí, Aguascalientes y Guanajuato (INEGI 2002).

La región fue afectada principalmente por volcanismo Terciario, cuyas rocas al erosionarse han colaborado en el relleno de las depresiones dando origen a llanuras y mesetas amplias, interrumpidas por elevaciones prominentes que sobresalen sobre los llanos formados por rocas sedimentarias y algunas metamórficas. Las llanuras más amplias se extienden en Zacatecas y San Luis Potosí, en tanto que las serranías dominan en el sur (norte de Guanajuato).

Dentro del estado de San Luis Potosí, la provincia ocupa 35.03% de la extensión territorial, a través de fracciones de las Subprovincias Llanuras y Sierras Potosino-Zacatecanas, Sierras y Llanuras del Norte de Guanajuato, Sierras y Lomerios de Aldama y Río Grande y Llanuras de Ojuelos-Aguascalientes (figura 4). En esta zona la mayor altitud, 2870 m se localiza al sur de la capital estatal; mientras que la mínima, 1610 m pertenece a la parte baja del Valle de Arista, al norte del municipio de San Luis Potosí.



**Figura 4. Provincias Fisiográficas del estado de San Luis Potosí  
Tomado de INEGI 2002**

## Subprovincia Llanuras y Sierras Potosino-Zacatecanas

El área estudiada se localiza en la Subprovincia Llanuras y Sierras Potosino-Zacatecanas que comprende la porción centro-norte de la provincia. En ella dominan extensos terrenos áridos con lomeríos en el norponiente y sierras bajas en el sureste. En el surponiente se encuentran dos llanuras aluviales de cierta extensión, pero es la gran llanura desértica potosino-zacatecana, la que domina en el occidente de la subprovincia.

Esta subprovincia queda dentro del estado de San Luis Potosí, abarcando en forma integral a los municipios de Moctezuma y Villa de Ramos, así como a porciones de los municipios de Ahualulco, Charcas, Mexquitic de Carmona, Salinas, Santo Domingo, San Luis Potosí, Venado y Villa de Arista. Limita al norte con la Subprovincia Sierras y Lomeríos de Aldama y Río Grande, al oriente con la subprovincia Sierras y Llanuras Occidentales, de la Sierra Madre Oriental, y al sur con las subprovincias Llanuras de Ojuelos-Aguascalientes y Llanuras y Sierras del norte de Guanajuato.

En el extremo suroriente de la subprovincia, al norponiente de la ciudad de San Luis Potosí, se levanta un conjunto de sierras de rocas sedimentarias marinas y continentales asociadas en mayor proporción con mesetas lávicas, clasificadas desde el punto de vista fisiográfico como pequeñas sierras abruptas con mesetas. En el nororiente de la zona de la subprovincia dentro de la entidad, se inicia una llanura de piso rocoso de gran tamaño que se extiende hacia Zacatecas. Al oriente de Moctezuma se encuentra una gran llanura aluvial, y al noreste de ésta, otra llanura de piso rocoso.

### **III.2. GEOMORFOLOGÍA**

El área estudiada está conformada por un conjunto de serranías principalmente de rocas sedimentarias marinas de edad cretácica intensamente plegadas con una orientación NW-SE, presenta un estado de madurez temprana dentro del ciclo geomorfológico, exhibe una morfología de contornos suaves arredondados dando como resultado un ciclo de erosión avanzado.

En el área estudiada el nivel de altitud varía de 1850 m.s.n.m en el poblado de San Antonio del Rul, hasta los 2250 m.s.n.m en el centro de la estructura que es el punto más alto. El tipo de drenaje que presenta esta zona es de tipo dendrítico, sus principales arroyos son Las Aguilas, El Pelotazo, El Membrillo y El Coro, llevando agua solamente en épocas de lluvias, las cuales se pierden por infiltración y evaporación, su drenaje en algunos sitios puede alcanzar hasta el tercer orden, de fondo rocoso, los que al llegar al valle labran cauces estrechos y profundos en los conglomerados.

#### IV. GEOLOGÍA LOCAL

El Campo Volcánico de San Luis Potosí (CVSLP) está formado por rocas intermedias a félsicas que se extravasaron desde el Eoceno, donde el evento principal se desarrolló durante el Oligoceno, el paquete volcánico se depositó discordantemente sobre sedimentos clásticos continentales que a su vez cubre el basamento mesozoico. En la región de Ahualulco se ha identificado el Centro Volcánico de Ahualulco (Labarthe-Hernández *et al.*, 1995), cuyas rocas volcánicas cubren a sedimentos marinos del Cretácico, los que se exponen en dos estructuras muy bien definidas conocidas como el anticlinal de la Parada (Labarthe-Hernández y Tristán-González, 1980) y el anticlinal de San Antonio del Rul (Aguillón-Robles y Tristán-González, 1981), que fueron descritos como anticlinales buzantes al NW-SE.

La zona estudiada se ubica al poniente del poblado de San Antonio del Rul, donde afloran rocas sedimentarias que fueron depositadas en aguas profundas en la Cuenca Mesozoica del Centro de México, sus edades van desde Aptiano hasta el Maastrichtiano, correspondiendo a las formaciones La Peña, Cuesta del Cura, Indidura y Caracol (figura 5), la estructura se describió originalmente como un anticlinal buzante hacia el SE (Aguillón-Robles y Tristán-González, 1981), cuyos ejes estructurales se encuentran orientados aproximadamente al N20°W presentando en su núcleo a la Formación La Peña, que se encuentra formando varios pliegues recostados al NE. Su flanco nororiente está constituido también por una serie de plegamientos recostados al NE, formando un sinclinal, cuyo núcleo es la Formación Indidura, (Aguillón-Robles y Tristán-González, 1981).



| ERA        | PERIODO     | EPOCA       |               | UNIDAD | Ma    |      |
|------------|-------------|-------------|---------------|--------|-------|------|
|            |             | MSO         |               |        |       |      |
| CENOZOICO  | CUATERNARIO | HOLOCENO    |               | Qal    | 0.01  |      |
|            |             | PLEISTOCENO |               |        | 1.68  |      |
|            | Terciario   | Neogeno     | PLIOCENO      |        |       | 5.1  |
|            |             |             | MIOCENO       |        |       | 24.0 |
|            |             |             | OLIGOCENO     |        |       | 36.0 |
|            |             | Paleogeno   | EOCENO        |        |       | 55.0 |
|            |             |             | PALEOCENO     |        |       | 67.0 |
|            |             |             |               |        |       | 71.5 |
|            | CENOZOICO   | Cretácico   | MAARFRICHIANO |        |       | 83.0 |
|            |             |             | CAMPANIANO    |        |       | 86.0 |
|            |             |             | SANTONIANO    |        |       | 89.0 |
|            |             |             | CONIACIANO    |        |       | 91.0 |
|            |             | TURONIANO   |               |        | 97.5  |      |
|            |             | CENOMANIANO |               |        | 108.5 |      |
| ALBIANO    |             |             | 115.0         |        |       |      |
| APTIANO    |             |             | 124.0         |        |       |      |
| BARREMIANO |             |             | 130.0         |        |       |      |
| NEOCOMIANO |             |             |               |        |       |      |

Qal: Aluvión

Tcg: Conglomerado

Ksc: Fm. Caracol

Ksi: Fm. Indidura

Kcc: Fm. Cuesta del Cura

Kip: Fm. La Peña


 No Aflora

Figura 5 Columna Geológica del área de San Antonio del Rul.

## **IV.1. ESTRATIGRAFÍA**

### **A. FORMACIÓN LA PEÑA (Kip)**

Cretácico Temprano (Aptiano).

Originalmente descrita por Imlay (1936), en el flanco occidental de la Sierra de Parras, la dividió en dos miembros. El miembro inferior consiste de aproximadamente 427 m de caliza gris oscuro a gris claro en estratos medianos a gruesos, contiene zonas de caliza con estratificación delgada y cantidades variables de lutitas; las superficies intemperizadas son de gris a gris amarillento y pueden contener concreciones de pirita, así como nódulos de pedernal. El miembro superior, consiste de calizas de estratos delgados y lutitas estratificadas, el espesor va desde 15 a 24 m.

Aguillón-Robles y Tristán-González (1981), la describieron en el área de la Hoja Moctezuma, como caliza criptocristalina de color gris claro a gris oscuro, compacta, con estratos entre 10 a 40 cm, a veces se encuentra interestratificada con lutitas calcáreas físis con un color de intemperismo gris amarillento o rojizo y en capas de aproximadamente 5 cm, también presenta nódulos o capas lenticulares de pedernal negro o castaño; algunas veces se le observan líneas estilolíticas que son paralelas a la estratificación.

En el área de estudio aflora en el núcleo del bloque levantado. Su litología consiste de una Intercalación de estratos gruesos a medios, de grano medio a fino (micrita), algunos estratos gruesos presentan lentes de brechas calcáreas 70% de matriz, contiene nódulos de pedernal en los estratos gruesos y bandas intercaladas en los estratos delgados, en algunos horizontes presenta fauna de amonites y nódulos de hierro, los estratos gruesos presentan cierta gradación normal, son

comunes los estratos en horizontes finos con padecería de pedernal y fósiles principalmente en los estratos gruesos.

Se describió una sección sobre la vereda que va desde San Antonio del Rul a la zona de las minas de mercurio de la base a la cima. En la base se observó una intercalación de capas calcáreas brechosas con estratos de caliza de color gris oscuro criptocristalina y bandas de pedernal, los fragmentos de brecha son de pedernal más oscuro y pedazos de fósiles y un horizonte con muy poco pedernal con pequeños nódulos de hierro, además de otro horizonte gris claro con amonites y bandas de pedernal delgado seguido por capas de calizas medias a gruesas intercaladas con bandas de pedernal delgado. En una de las obra mineras de donde se prospectaba para extraer mercurio, existen capas de limolitas las cuales presentan fuerte oxidación (lámina 1). Hacia la cima de la sección se observan capas medianas a gruesas de caliza de color gris oscuro, ligeramente fétidas, con fragmentos pequeños de fósiles dispuestas en franjas gradadas en capas delgadas intercaladas con algunos bancos con nódulos de pedernal negro. Más hacia la cima de la sección se encontró una secuencia de capas delgadas a medias de color gris claro con abundante gradación y fauna de amonites y aislados *belemnites* (lámina 2) y algunos nódulos de Fe, las cuales se intercalan con capas delgadas de pedernal negro. Sobre la secuencia anterior se presenta una intercalación de horizontes de caliza en estratos gruesos de color gris claro (micrita), algunos presentan gradación, laminación y bandas de pedernal en estratos medios a gruesas de color negro y algunos estratos de caliza presentan pequeños nódulos de Fe. El depósito de hierro en las fracturas de algunos horizontes da la coloración anaranjada, donde siguen existiendo horizontes de brecha fina, así mismo hay repetición de bancos de estratos



**Lámina 1. Aspecto general de la Formación La Peña, donde se muestra la intercalación de capas de caliza de espesor delgado a medio con capas de limolitas y bandas delgadas de pedernal negro.**



**Lámina 2. La Formación La Peña, presenta algunos fósiles de belemnites aislados, en las capas calcáreas.**

delgados de caliza en estratificación rítmica con gradación, de color café grisáceo, grano medio con fauna de amonites, que se intercala con bandas de pedernal negro en su núcleo y castaño en sus márgenes. En esta zona es posible observar bancos de brecha fina con 30% matriz, de color oscuro de 50 cm a 1.5 m, los fragmentos son angulares no mayores a 5 cm, con predominio de los finos de caliza y pedernal e innumerables fragmentos de fósiles, algunos horizontes tienen hasta 10 m de espesor. El contacto con la Formación Cuesta del Cura es una serie de capas medianas de caliza de color gris claro a gris oscuro intercaladas con horizontes gradados finos de "caliza sucia" con pedernal y pequeñas espículas de fósiles y algunas capas y nódulos de pedernal negro. Las capas de caliza presentan abundante gradación.

La Formación La Peña subyace concordante y transicionalmente a la Formación Cuesta del Cura y su contacto inferior no se observa en el área.

Por su posición estratigráfica se le asignó la edad del Cretácico Temprano (Aptiano). De acuerdo con su alternancia constante y rítmica de capas de caliza, que se originaron a partir de lodos calcáreos, intercaladas por delgadas laminaciones de material arcilloso rojizo a pardusco, por la oxidación del hierro y por las concreciones de hematita, se considera que las aguas eran profundas, tranquilas, con pH cercano o mayor a la neutralidad. Por lo tanto se puede situar este depósito dentro del medio ambiente batial, en la parte alta de la zona epibatial, (Labarthe-Hernández *et al.*, 1982).

## **B. FORMACIÓN CUESTA DEL CURA (Kcc)**

Cretácico (Albiano-Cenomaniano).

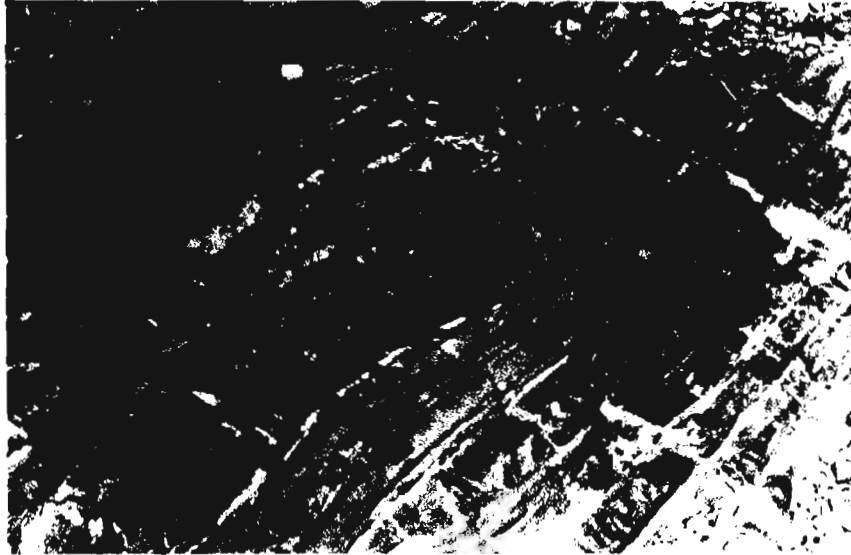
Descrita originalmente por Imlay (1936), quien la estudio en la Sierra de Parras, en donde se encuentra entre la Caliza Aurora y la Formación Indidura. Consiste de calizas gris oscuro a negro, en estratos medianos a delgados, con estratificación ondulante y abundantes lentes de pedernal. En algunos lugares Contiene, interestratificaciones de capas lajosas de caliza arcillosa y laminaciones de lutitas de colores violáceo y rojizo.

Aguillón-Robles y Tristán-González (1981), en el área de estudio la describieron como una secuencia de caliza criptocristalina de color gris claro, compacta, con estratos entre 10 y 15 cm, que presenta estratificación delgada y ondulada, interestratificada con pequeñas bandas de pedernal negro o castaño entre 5 y 10 cm de espesor.

La Formación Cuesta del Cura aflora al oriente del poblado la Codorniz, al sur y parte norte y oriente de la estructura de la Sierra de San Antonio del Rul.

En la zona de estudio en su base está constituida por calizas en capas delgadas a medias, criptocristalinas, intercaladas con aisladas laminaciones de limolitas color café y bandas de pedernal negro y en la cima se encuentra formada por capas delgadas a medias de color oscuro de grano medio a fino, algunas con gradación intercaladas con lentes y capas delgadas de pedernal negro (láminas 3 y 4).

Sobreyace a la Formación La Peña con un contacto concordante y transicional; y subyace a la Formación Indidura también con un contacto concordante y transicional.



**Lámina 3. Aspecto que presenta la Formación Cuesta del Cura en la zona de estudio, donde se aprecia la estratificación ondulada y alternancia rítmica de las capas de caliza y bandas de pedernal.**



**Lámina 4. Pliegue tipo cofre en la Formación Cuesta del Cura.**

De acuerdo con su fauna y con Imlay (1936) y por su posición estratigráfica, se le ha asignado una edad Albiano-Cenomaniano, (Labarthe-Hernández *et al.*, 1982).

Se le correlaciona con las Formaciones El Abra y Tamabra en la Cuenca Tampico-Mizantla, con la Formación El Abra de la Plataforma Valles-San Luis Potosí. Por su sedimentología esta formación se depositó en aguas tranquilas, en forma de lodos calcáreos en cuenca con circulación libre. Su depósito se llevó a cabo en la parte alta de la zona epibatial, cambiando transicionalmente hacia el oriente a sedimentos calcáreos depositados a menor profundidad, (Labarthe-Hernández *et al.*, 1982).

### **C. FORMACIÓN INDIDURA (Ksi)**

Cretácico Tardío (Turoniano)

Descrita originalmente por Kelly (1936), La Formación Indidura recibe el nombre del afloramiento sobre las laderas orientales del Cerro Indidura, una prominencia aislada, 8 km al norte del Tanque Toribio Coahuila. El límite inferior del contacto está marcado por la caliza densa de color gris de la Caliza Aurora, con lutitas color amarillo imperfectamente consolidadas que contienen muchos cristales de selenita.

Una zona transicional delgada de láminas de caliza y lutitas intercaladas está incluida con la Formación Indidura. El límite superior de la formación no ha sido observado, a causa de la cubierta de talud, derivado de los conglomerados que cubren al Cerro Indidura, los cuales enmascaran las capas superiores en todas las localidades visitadas.

Aguillón-Robles y Tristán-González (1981), dentro del área de estudio la dividieron en dos miembros. El Miembro Inferior que consiste principalmente de

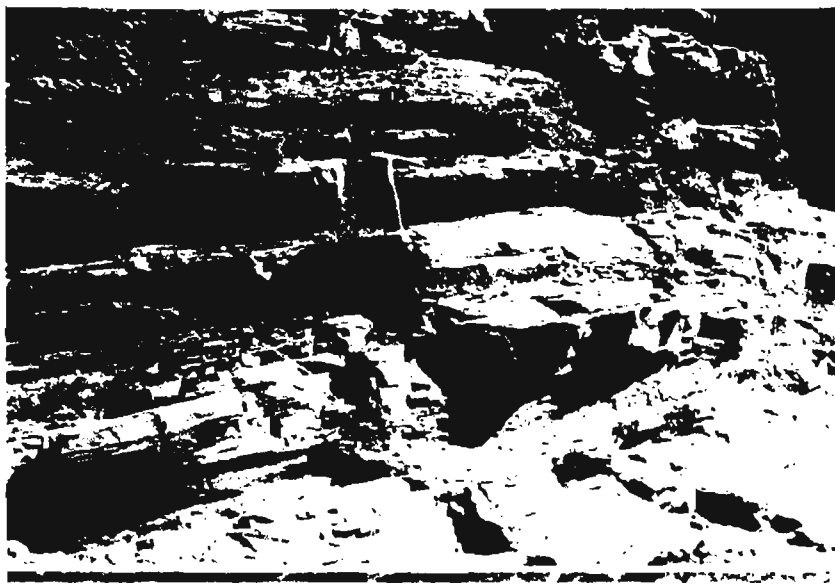


calizas arcillosas y algunas veces carbonosas de color gris oscuro que intemperizan en color gris rojizo a castaño, presentando estratificación delgada a media entre 20 a 50 cm de espesor, intercaladas con lutitas de color claro a rojizo a veces limolitas con tono blanquizo. El miembro superior consiste principalmente de una alternancia de areniscas de color verde ocre y lutitas fisiles que intemperizan en un gris verdoso o castaño y algunos estratos de caliza arcillosa fétida negra que intemperizan en un color castaño, los estratos son de 20 a 30 cm de espesor.

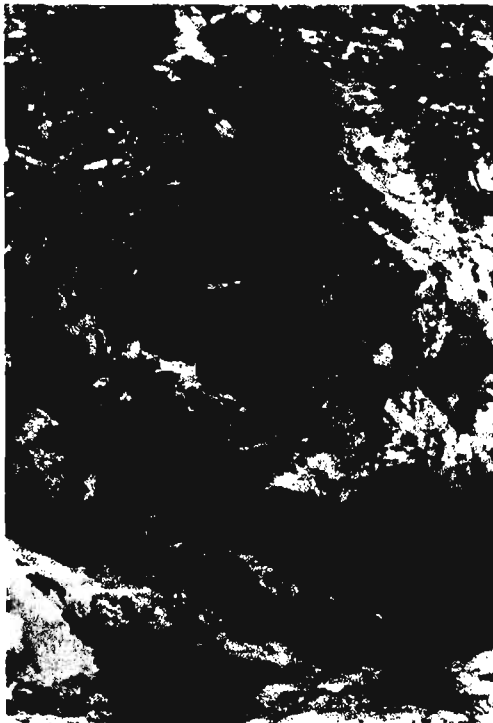
La Formación Indidura aflora al norte y poniente de los poblados Rancho Nuevo y San Antonio del Rul y al sur de la zona de estudio. En el área de estudio su base está formada por una serie de laminaciones y capas de limolitas delgadas. Los estratos de caliza son de 20 cm y se intercalan con capas de caliza arcillosa de color gris a violáceo, laminadas o bien con limolitas del mismo color en capas delgadas y laminaciones (láminas 5 y 6). También se presentan horizontes de caliza con lentes brechosos con abundantes fragmentos de pedernal del tamaño de la arena y espesor hasta de 2 m y paquetes muy arcillosos. La parte media son capas de color violáceo a rojizo de areniscas finas intercaladas con limolitas de 3 a 10 cm del mismo color y en la cima son estratos delgados de caliza de color gris oscuro.

Sobreyace a la Formación Cuesta del Cura con un contacto concordante y ligeramente transicional; subyace a la Formación Caracol también con un contacto concordante y bastante transicional.

Por su contenido faunístico en la zona del Peñón Blanco donde se le encontraron abundantes fósiles de *Inoceramus Labiatus*, fósil índice de esta formación y característico del Turoniano por su posición estratigráfica se le asignó una edad del Turoniano, (Labarthe-Hernández *et al.*, 1982).



**Lámina 5. Intercalaciones de estratos de caliza de  $\approx 20$  cm y laminaciones de limolitas fisiles color ocre, en la Formación Indidura.**



**Lámina 6. Aspecto de una falla normal en la Formación Indidura.**

La Formación Indidura representa en la Cuenca Mesozoica del Centro de México, un depósito transgresivo que va desde la parte superior de la subzona epibatial en contacto con la Formación Cuesta del Cura, hasta la subzona infralitoral en su parte superior, (Labarthe-Hernández *et al.*, 1982).

#### **D. FORMACIÓN CARACOL (Ksc)**

Cretácico Tardío (Coniaciano-Maastrichtiano)

Descrita originalmente por Imlay (1936), en la parte oriental de la Sierra de Parras Coahuila, el nombre de Caracol se aplicó a las series de tobas desvitrificadas y lutitas con cantidades subordinadas de calizas que sobreyacen directamente a la Formación Indidura, en la parte media de la Sierra de Parras. Se distingue de la Formación Indidura por la presencia de tobas, y con la desaparición de las tobas pasa al poniente a facies de lutitas y caliza, típica de la Formación Indidura. La sobreyacente Lutitas Parras se distingue por la predominancia de lutita negra. La localidad tipo está designada en la margen poniente del Arroyo Caracol, cerca del extremo occidente de la Sierra San Angel en el estado de Coahuila.

Aguillón-Robles y Tristán-González (1981), en la zona de estudio la describieron de la siguiente manera: consiste principalmente, de una alternancia de lutitas fisiles y areniscas de grano fino a medio de color gris verdoso, formando estratos entre 10 y 50 cm de espesor. Los granos de la arenisca son subangulares a subredondeados de feldespato y cuarzo con abundancia de muscovita; en una matriz calcárea.

Esta formación aflora al norte del poblado Rancho Nuevo, al sur de San Antonio de Rul y entre estos dos poblados. En la zona de estudio se encuentra formada por

una secuencia de horizontes, donde en algunos sitios predominan las capas de areniscas en capas medias a delgadas de color verde ocre formadas de fragmentos de feldespato y cuarzo cuyo tamaño varia de 1-4 mm y muscovita abundante, además de una serie de fragmentos pequeños de otras rocas que se intercalan con capas aisladas y laminaciones de limolitas.

En otros horizontes predominan las capas de limolitas en capas medias a delgadas e intercalaciones de estratificación más o menos rítmica de arenisca-limolita. Hacia su cima contiene aisladas capas lenticulares de caliza gris oscura fétida.

Sobreyace a la Formación Indidura, con un contacto concordante y transicional. Por su posición estratigráfica se le asigna la edad del Conaciano-Maastrichtiano, (Carrillo-Bravo, 1971).

Por sus características sedimentológicas estos sedimentos representan un depósito regresivo de tipo flysh de aguas poco profundas, dentro de la zona infralitoral (Labarthe-Hernández *et al.*, 1982).

### **E. CONGLOMERADO (Tcg)**

Terciario (Oligoceno-Plioceno?)

Aflora predominantemente en la margen NE del bloque. Consiste de paquetes conglomeráticos poligmíticos, en general bien consolidados que cubren las laderas del bloque levantado de San Antonio del Rul y en las partes bajas de los lomerios. Está formado por fragmentos bien redondeados donde predominan los de caliza hasta de 40 cm, pedernal, areniscas, lutitas y algunos fragmentos de rocas volcánicas. Estos conglomerados en la actualidad se están disectando rápidamente

por efectos de erosión retrograda, formando cauces que en ocasiones son verdaderas grietas. Su edad se ha estimado de manera aleatoria, de acuerdo a su posición estratigráfica y por estar basculadas al NE.

#### ***F. ALUVIÓN (Qal)***

Cuaternario

Se considera como depósito de aluvión al conjunto de gravas, arenas, limos y arcillas, que se han depositado en las vegas de los arroyos y que han quedado como terrazas aluviales donde se desarrollan los cultivos.

## V. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

### A. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL BLOQUE DEL RUL

Aguillón-Robles y Tristán-González (1981) definieron a la estructura levantada de San Antonio del Rul, como Anticlinal del Rul. Las rocas marinas cretácicas que conforman este bloque levantado fueron deformadas originalmente por la Orogenia Laramide, que afectó a los sedimentos depositados en la Cuenca Mesozoica del Centro de México, cuyos efectos predominaron a finales del Cretácico. La orogenia fue originada por la convergencia de la Placa Pacífica con la Norteamericana, cuando al disminuir su velocidad de interacción plegó a los sedimentos formando gran número de pliegues, cabalgaduras, "*décollement*" (escamas tectónicas) e imbricación de pliegues. El esfuerzo regional de esta compresión estuvo orientado de SW a NE, por lo que originó un transporte tectónico hacia el NE, ocasionando pliegues recostados y recumbentes con ejes perpendiculares al esfuerzo de máxima compresión NW-SE. Las fallas normales observadas en la zona muestran un rumbo general NW-SE con inclinación NE y SW; las fallas al centro de la zona tienen una componente de movimiento lateral izquierdo y las fallas inversas se observan por la imbricación de capas y pliegues, las fallas tienen un rumbo general al NW. Las fallas normales marginales limitan el bloque que se levantó quedando orientado N40°W, en su núcleo queda expuesta la Formación La Peña del Cretácico Temprano y en su periferia ventanas de la Formación Indidura y afloramientos de la Formación Caracol, la dimensión del bloque es del orden de 6 km de largo por 3 km de ancho (ver lámina 10).

La margen SE del bloque exhibe un segmento de sinclinal recostado, con su eje orientado N-S, su núcleo lo conforma la Formación Indidura, y en donde se ve a esta Formación en contacto con la Formación La Peña interpretando que ahí se encuentra una falla inversa. El resto del núcleo del bloque lo conforman una serie de plegamientos recostados al NE de la Formación La Peña y Cuesta del Cura.

## **B. ANÁLISIS ESTRUCTURAL**

Para analizar la estructura se tomaron series de datos medidos en campo, tales como planos  $S_0$  y  $S_1$ , planos de fracturas, ejes de pliegues, fallas y estrías marcadas sobre los planos  $S_0$ , los cuales se procesaron en el programa "stereo" y se obtuvieron diagramas de polos, densidades y rosetas. Para esto se dividió la zona en Rul centro, Rul exterior y zona norte o Anticlinal Santa Catarina (figura 6).

El objetivo de realizar el análisis estructural de la zona del bloque de San Antonio del Rul, es para comprobar que el núcleo de esta estructura fue levantado por un proceso tectónico a principios del Terciario y al mismo tiempo desechar la idea de que fue consecuencia de un levantamiento a fines del Cretácico por efectos de la Orogenia Laramide.

La base para hacer esta aseveración es que dicha estructura se encuentra limitada en su parte NE y SW por fallas normales de alto ángulo, asociadas con un sistema de fallas oblicuas a ellas, con evidencias de movimiento lateral izquierdo. Este conjunto de fallas laterales es característico de zonas que sufrieron rotaciones de bloques regionales. A principios del Terciario cuando se inició un mecanismo de fallamiento de extensión regional; por rotación de bloques se originó una serie de estructuras de transpresión y transtensión ("*pull-apart*" y de flor) por que se considera

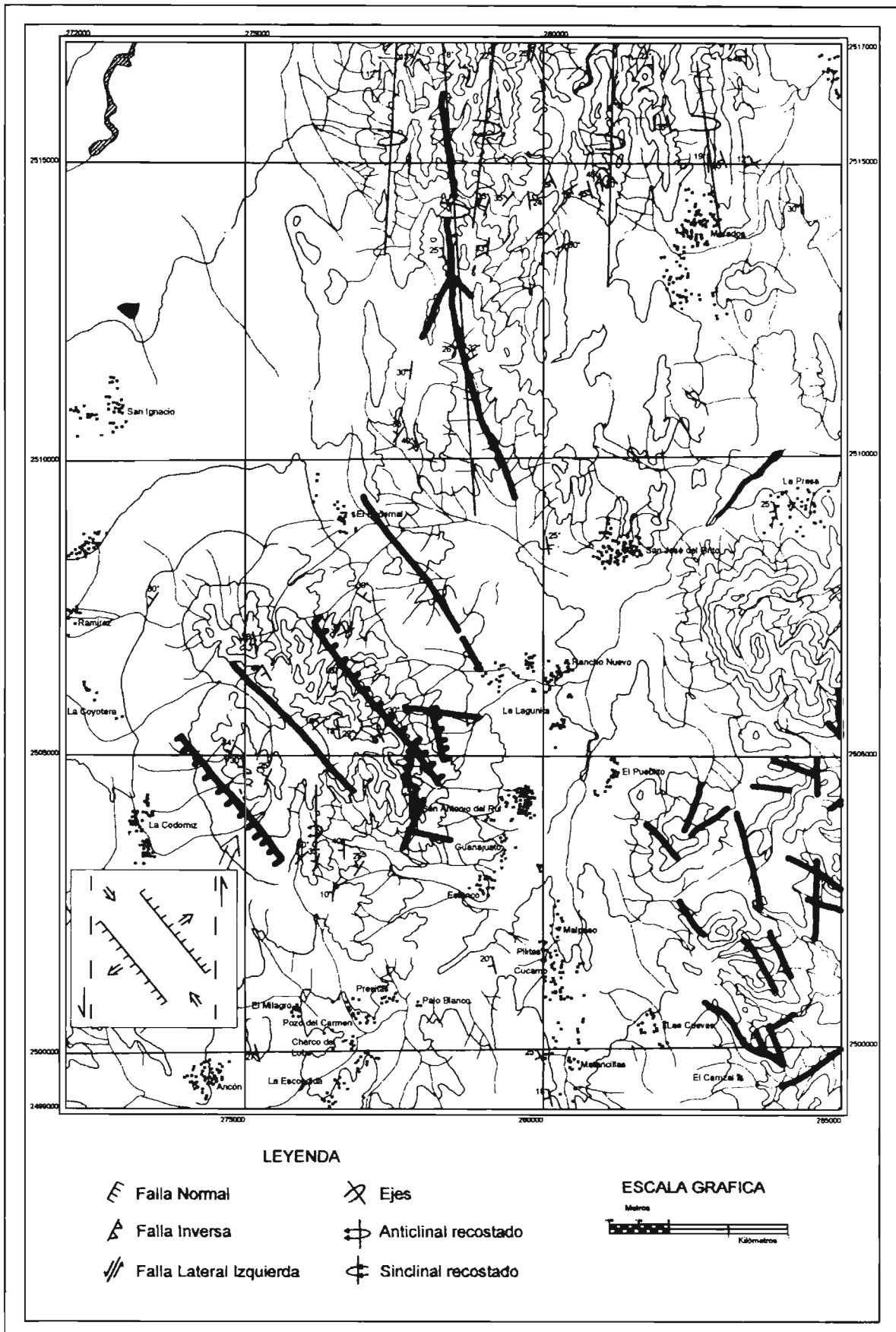


Figura 6. Mapa estructural del área de estudio y del Anticlinal de Santa Catarina

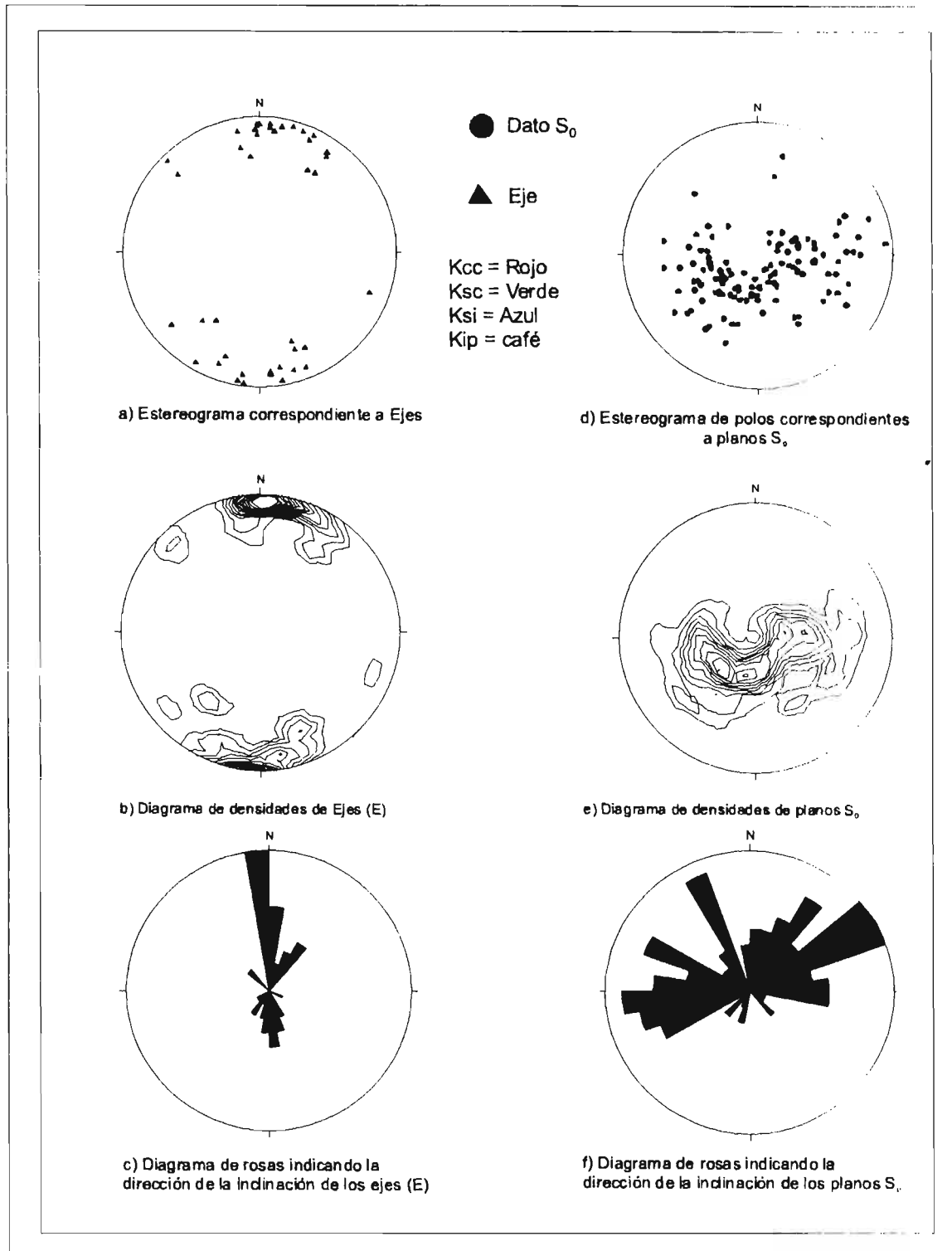


que esta estructura es de tipo flor.

El análisis estructural pretende comprobar que la estructura tiene rasgos internos estructurales como planos de estratificación ( $S_0$ ) y ejes (E) característicos de la Orogenia Laramide muy semejantes al Anticlinal de Santa Catarina que se localiza al norte del área y que la apariencia del bloque de estar girado es efecto de la posición de las fallas marginales.

### **Zona Rul Centro**

En esta zona se determinaron planos  $S_0$  y ejes de pliegues en el núcleo de la estructura en las formaciones del Cretácico (Cuesta del Cura y La Peña); para esto, se utilizó el diagrama de polos de los planos  $S_0$  y los elementos lineales correspondientes a mediciones de los ejes de los pliegues (figura 7a, b y c). El resultado que se observa en el diagrama de densidades (figura 7b) es que existen dos concentraciones importantes, la primera de ellas muestra una actitud de los planos  $S_0$  con inclinaciones hacia el W y SW y la otra muestra una inclinación hacia el NE. La concentración de ambos conjuntos es más o menos del 50% hacia ambos lados, los polos cuyos planos están inclinados hacia el SW forman dos concentraciones con ángulos diferentes ( $72^\circ$  y  $29^\circ$ ) y la concentración de planos inclinados hacia el NE es del orden de los  $64^\circ$ , todo esto indica que las dos concentraciones con inclinación hacia el SW son parte de los flancos de pliegues recostados hacia el NE, lo que muestra que el plano de mayor actitud corresponde al flanco invertido y el de menor inclinación al flanco normal y los planos inclinados al NE forman parte de un sistema de flancos que forman pliegues combinados con los



**Figura 7. Estereogramas de Ejes y  $S_0$  de Rul Centro**



**Lámina 7. Muestra la actitud de las capas en la Formación Cuesta del Cura, con inclinación de ángulos suaves que corresponden a un flanco normal de un pliegue recostado.**



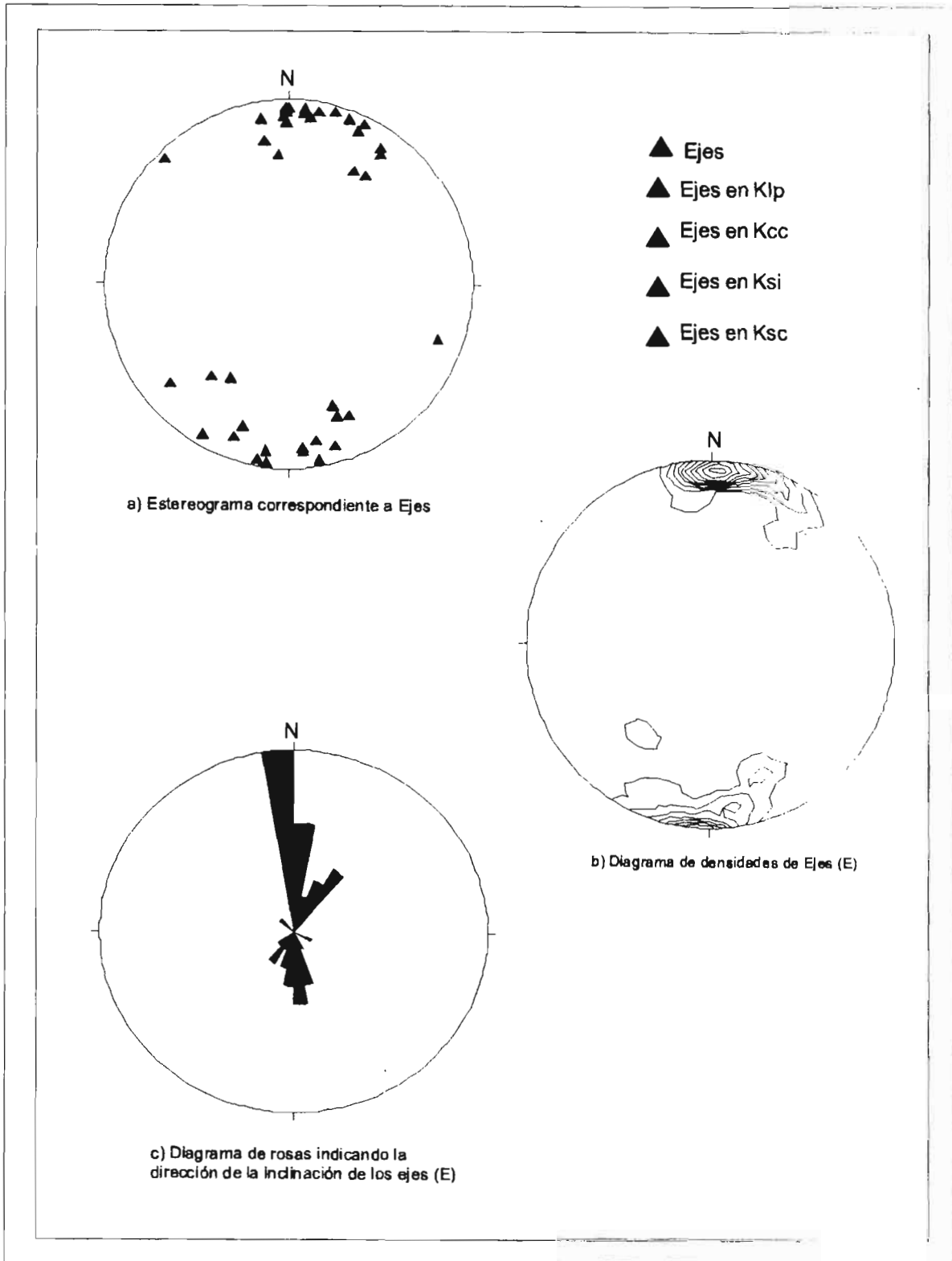
**Lámina 8. Flanco invertido de un pliegue recostado.**

recostados (láminas 7 y 8). En la figura 7 a, la roseta muestra la actitud de los ejes, los cuales varían en un rango  $350^{\circ}$ - $360^{\circ}$ , los cuales muestran un paralelismo con los ejes del bloque Santa Catarina ubicado al norte del área estudiada en el plano estructural de la figura 6.

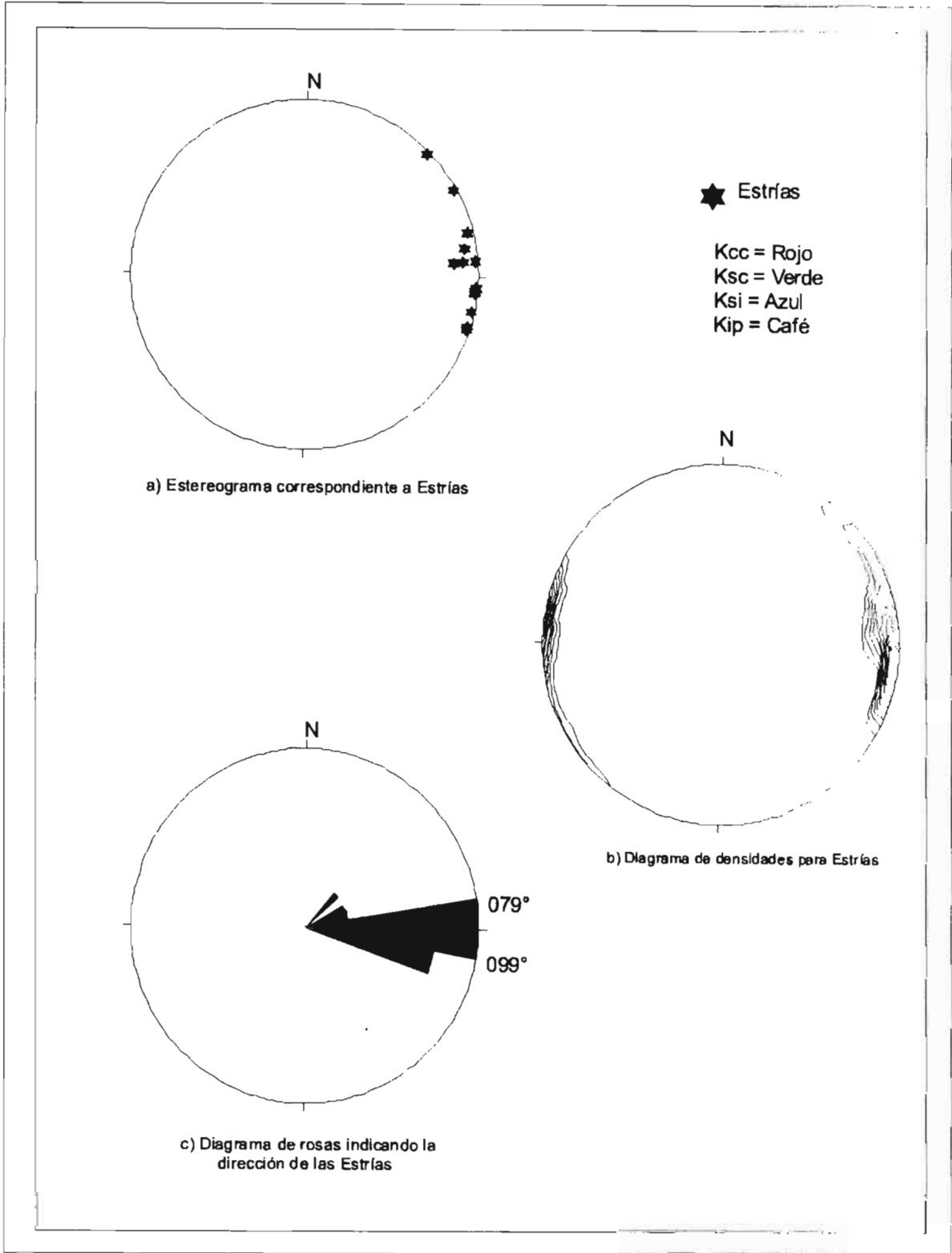
También en la figura 8c muestra la misma actitud de los ejes de los pliegues tomados principalmente en las Formaciones Cuesta del Cura y La Peña, los que muestran una serie de pliegues que tienen flancos inclinados tanto al oriente como al poniente según la figura 7b ya que sus ejes están prácticamente orientados N-S, aunque en el diagrama de rosas el promedio es de  $355^{\circ}$ , estos se muestran con la letra E del diagrama de la figura 7b y en el diagrama de rosas de la figura 7c. Por lo cual se infiere que el cabeceo de los pliegues con estas dos orientaciones corresponde a plegamiento tipo cónico.

En la figura. 9 a, b y c los diagramas corresponden a polos, densidades y rosas, y representan a estrías dejadas sobre los planos  $S_0$  por el transporte tectónico al momento de la compresión laramídica, donde en el diagrama (b) se nota que el transporte tectónico estuvo dirigido hacia el E en un rango de  $079^{\circ}$  a  $099^{\circ}$  lo cual se ilustra también en el diagrama de la figura 9c y que corresponde con los diagramas de las figuras 7 y 8. Las estrías se originaron al momento de la compresión laramídica y se localizan principalmente donde los pliegues se rompieron imbricándose.

Este análisis indica que los planos ( $S_0$ ) y ejes (E) son consecuencia de un evento compresivo (Orogenia Laramide) que dio origen a un plegamiento intenso



**Figura 8. Estereogramas de Ejes de los pliegues en Rul Centro**



**Figura 9. Estereogramas de Estrías de Rul Centro**

desarrollando pliegues de diferentes dimensiones (lámina 9), tanto recostados como recumbentes, donde predominan los recostados, muchos de ellos del tipo chevron. En algunos sitios se observó imbricación fuerte de ellos. Se concluye entonces de acuerdo con el recostamiento hacia el NE y por el análisis de estrías sobre los planos  $S_0$  producto del esfuerzo principal de compresión laramídica, que la dirección del transporte tectónico estuvo orientado hacia el oriente ( $079^\circ$  a  $099^\circ$ )



**Lámina 9. Pliegues recostados de tipo chevron en la Formación Cuesta del Cura.**

El análisis de los ejes del mapa geológico inferidos por la estratigrafía y planos  $S_0$  coincide perfectamente con el análisis de la serie de ejes menores medidos en campo cuya actitud varía entre  $350^\circ$  y  $360^\circ$ .

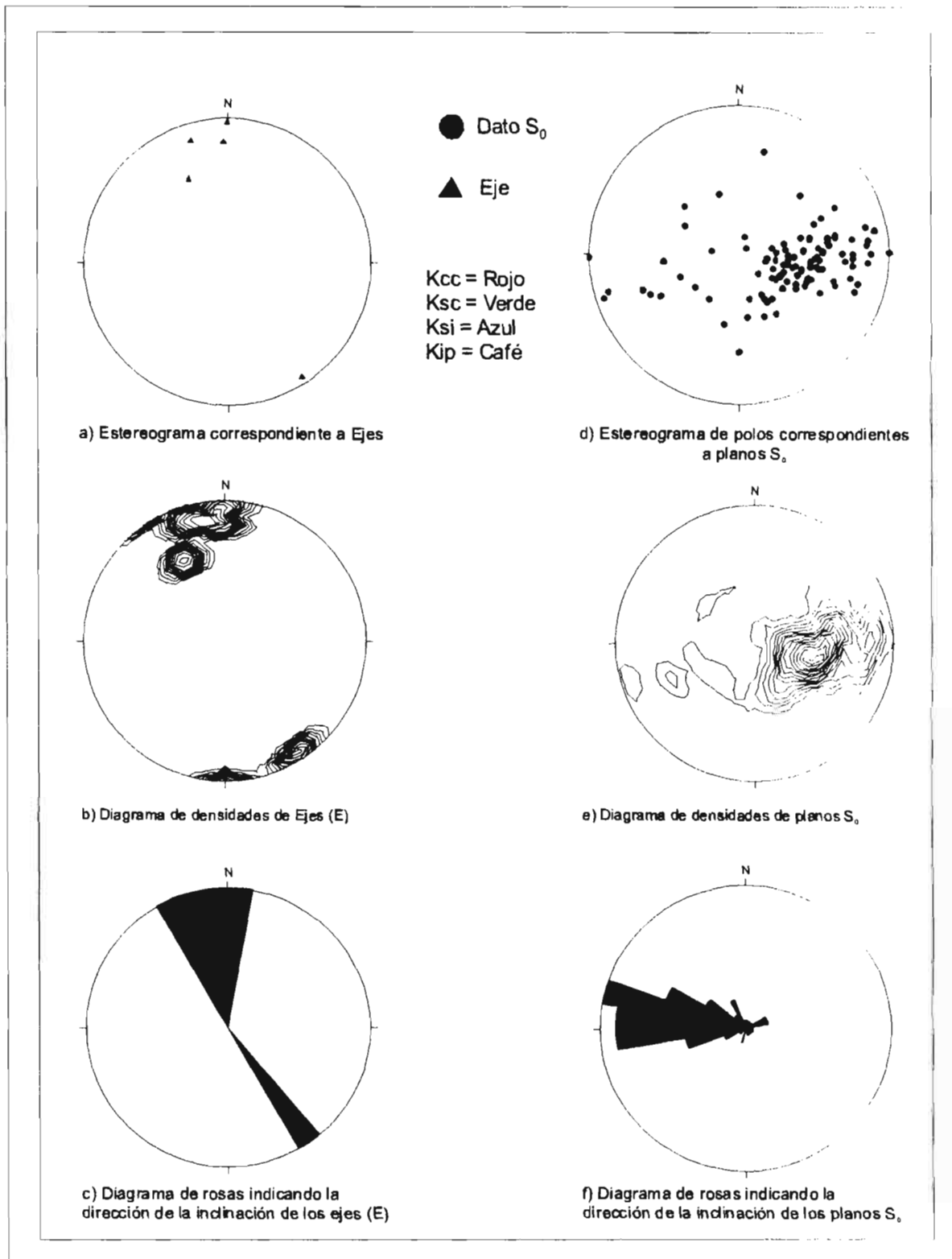
También se hizo un análisis de planos  $S_0$  y ejes para los afloramientos que se encuentran en la periferia de la estructura, donde aflora principalmente los sedimentos

marinos de la Formación Caracol. En la figura 10 correspondiente a la parte Rul exterior, se puede ver en la figura (a y b) un predominio de polos que representan planos inclinados hacia el poniente entre ( $15^{\circ}$  y  $51^{\circ}$ ) lo cual muestra que la mayoría de los pliegues sus planos axiales se inclinan al poniente y por lo tanto están recostados hacia el oriente, lo cual es muy consistente con la actitud de los planos y ejes de la parte central de la estructura y cuyo transporte tectónico de acuerdo con los diagramas de las figuras 7, 8 y 9, se puede ver que también son consistentes con la estructura central (figura 11) donde presentan un rango un poco más amplio al NW.

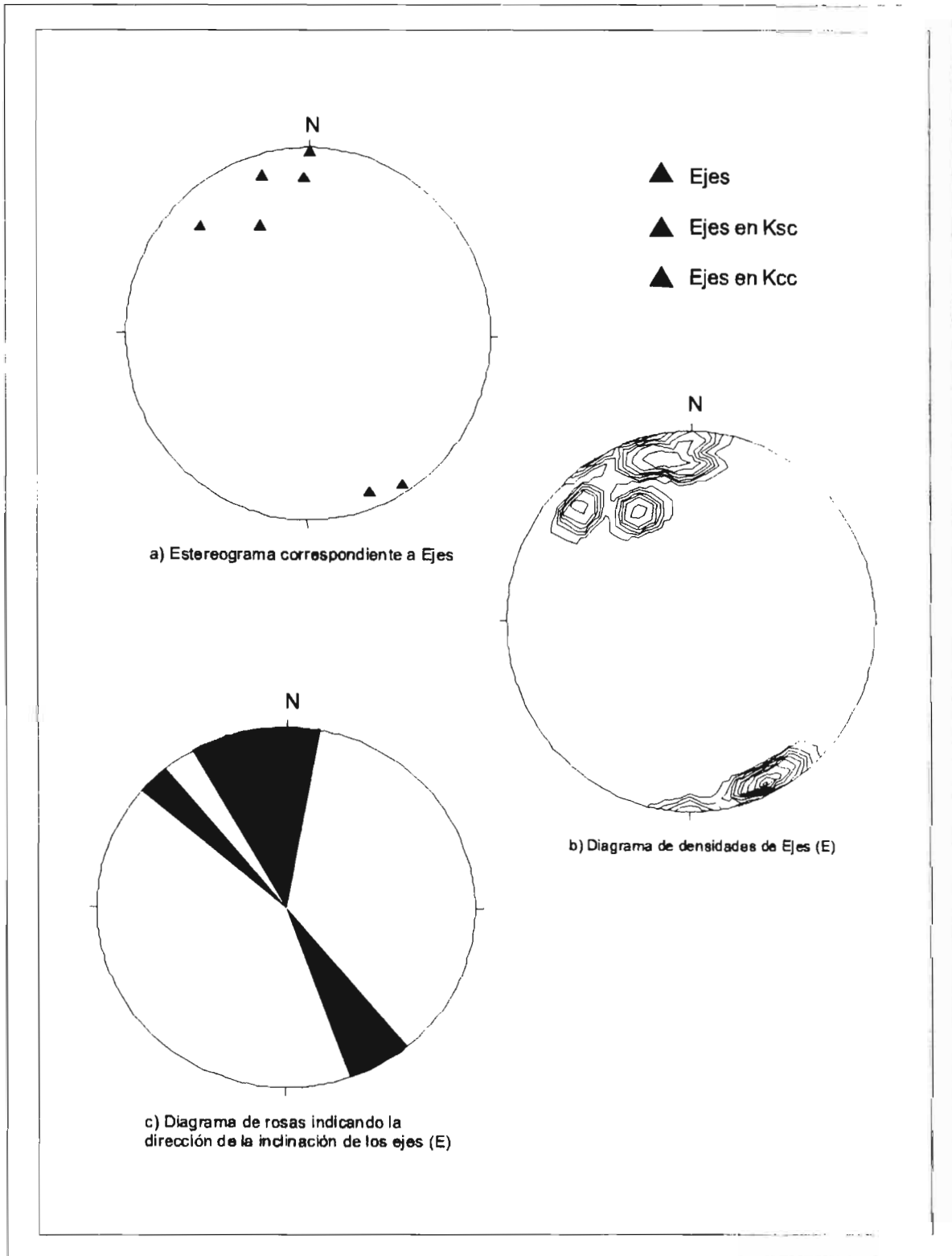
Se realizó una comparación con datos (planos  $S_0$  y ejes) extraídos del mapa geológico del Anticlinal de Santa Catarina ubicado al norte de esta estructura, con el fin de hacer una comparación en cuanto a la actitud de los ejes dibujados en el mapa. En la figura 12 se aprecia que la actitud de las ejes (E) y planos  $S_0$  muestran la misma actitud que tienen los de la zona del Rul. En la figura 12c del diagrama de rosas se observa que los ejes conservan una dirección en el rango de  $350^{\circ}$  y  $360^{\circ}$  y los planos  $S_0$  inclinados hacia el SW de  $260^{\circ}$ - $270^{\circ}$  con su recostamiento al NE detalle que se observó también en el campo; por lo tanto, el plegamiento de la Sierra de Santa Catarina corresponde a un conjunto de pliegues recostados.

El resultado de esta comparación comprueba que el levantamiento local del bloque del Rul no registro ningún giro como se sospechaba por su actitud en el mapa geológico, ya que los diagramas demuestran que presentan la misma actitud de planos  $S_0$  y ejes, tanto en su periferia y en la Sierra de Santa Catarina. Entonces el aparente giro de la estructura del Rul no se dio, si no que más bien su forma se debe a que se encuentra limitado por dos fallas normales que se orientan NW-SE y en cuyo Interior

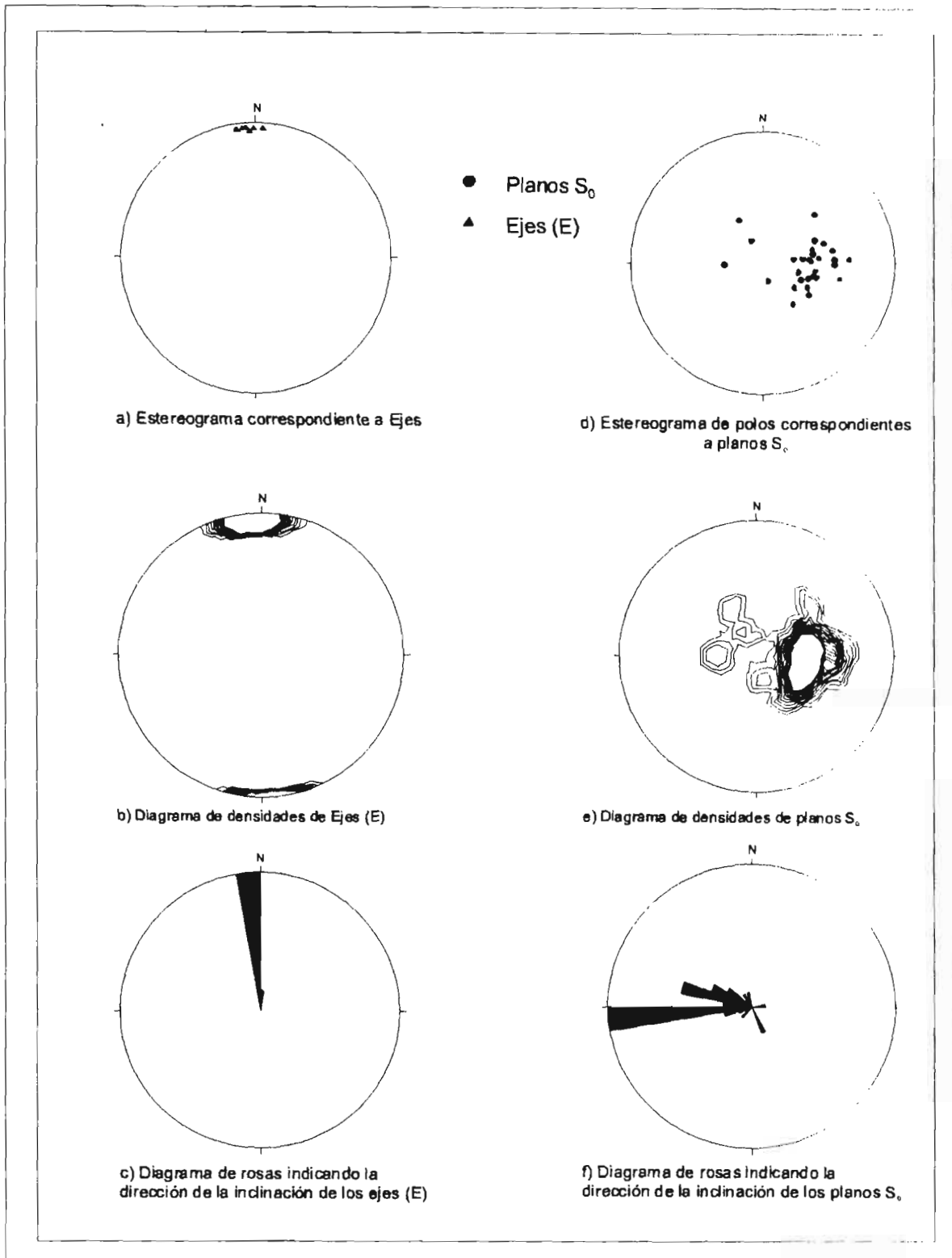




**Figura 10. Estereogramas de Ejes y  $S_0$  de Rul Exterior**

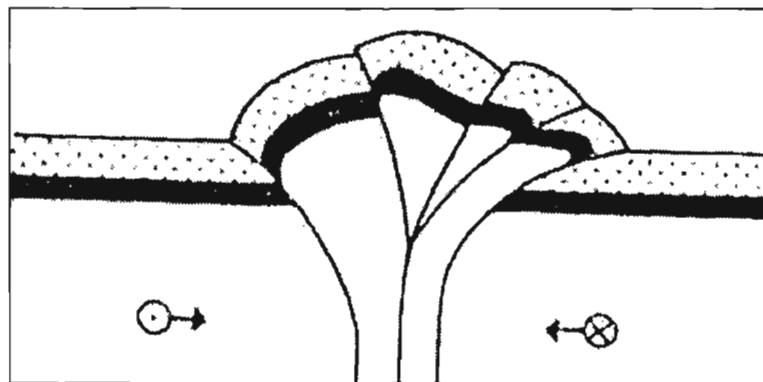


**Figura 11. Estereogramas de Ejes en Rul Exterior**

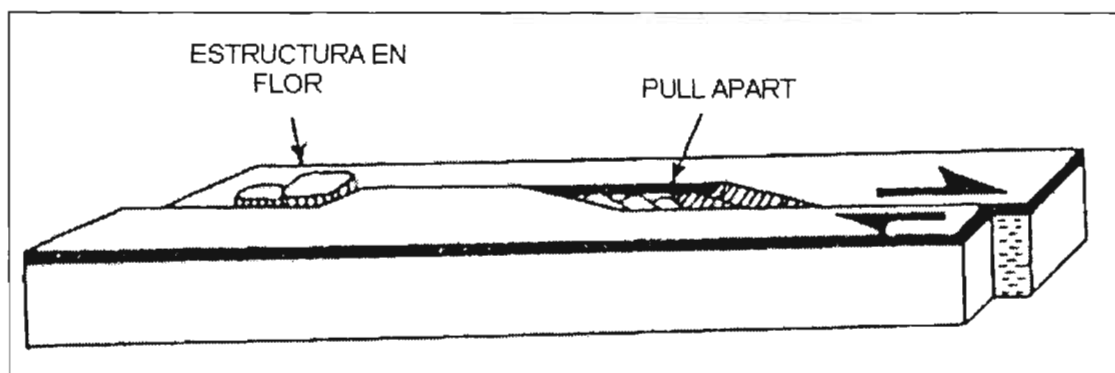


**Figura 12. Estereogramas de Ejes y planos  $S_0$  del Anticlinal de Santa Catarina, al norte del área estudiada**

del núcleo se desarrollan un sistema de fallas con componente lateral que muestran un sentido izquierdo (figura 6). Esto sugiere que la zona fue levantada como consecuencia de una zona de transpresión formando una estructura de flor ("flower structure"), como se ilustra en el diagrama de la figura 13 que corresponde al modelo propuesto (Harding, 1985) para el desarrollo de zonas sujetas a movimientos laterales. Este tipo de estructuras se desarrollan en cuencas sujetas a mecanismos de extensión con componente lateral.



**Figura 13. Diagrama propuesto por Harding (1985), para una estructura en Flor.**



**Figura 14. Diagrama regional para una estructura en flor.**

## VI. TECTÓNICA REGIONAL

Durante todo el Cretácico el movimiento de la Placa Pacífica con respecto a la de Norte Americana, debió haber sido importante para evitar la deformación de los sedimentos acumulados en la Cuenca Mesozoica del Centro de México (Le Pichón 1968) y es a partir del Turoniano (Formación Indidura) cuando la cuenca empieza a perder profundidad; esto puede deberse a la disminución de la velocidad de la placas, sobre todo la Pacífica, lo que originó el levantamiento en el poniente de la Placa Norte Americana para empezar así a actuar los esfuerzos compresivos que ocasionan acortamiento de la secuencia de la cuenca y un rápido flujo de sedimentos de tipo flysh hacia el oriente, donde se encontraba un arco volcánico (Atwater, 1970). Por la regresión marina; parte de estos sedimentos de la antigua fosa debieron ser arrastrados por la Placa Pacífica debajo del continente para fundirlos.

Es a fines del Cretácico cuando la velocidad debe decrecer en forma gradual, posiblemente porque la dorsal del Pacífico se está acercando al frente occidental de la Placa Norteamericana y es entonces cuando los sedimentos acumulados en la cuenca sufren su máxima compresión y al disminuir los esfuerzos, se realiza el emplazamiento de grandes cuerpos graníticos, paralelos al borde occidental de la placa (Atwater, 1970).

Al finalizar la compresión al principio del Terciario, el régimen tectónico se transforma en eminentemente extensional dando origen a una provincia tectónica que se le conoce como Cuencas y Sierras (Stewart, 1978). En la evolución tectonomagmática del extremo meridional de la provincia de Cuencas y Sierras (CyS) sobresalen los periodos de 30-27, 24-20, 13-10 y <5 Ma donde hubo actividad

magmática y pulsos de extensión simultáneos, o casi simultáneos a través de toda la porción meridional de CyS (Aranda-Gómez *et al*, 2000). La composición y volumen de las lavas en cada uno de estos periodos varió de un lugar a otro. Así, durante el pulso del Mioceno temprano (24-20 Ma) en Chihuahua y el poniente de Texas eran expulsados magmas intraplaca sin xenolitos del manto (Aranda-Gómez *et al*, 2000), mientras que en Guanajuato y el núcleo de la Sierra Madre Occidental (SMO) ocurría un volcanismo calco-alcalino asociado con la subducción (Aranda-Gómez *et al*, 2000). En el mismo lapso la actividad volcánica calcialcalina llegaba a su fin en Guanajuato, mientras que en el núcleo de la SMO se formaba la voluminosa secuencia del Espinazo-El Salto (Mc Dowell y Keizer, 1977). De manera similar, en el lapso 13-10 Ma, en Durango, San Luis Potosí y Zacatecas eran expulsados magmas intraplaca (Aranda-Gómez *et al*, 2000). El cambio del volcanismo asociado a una margen convergente al magmatismo intraplaca varió sistemáticamente en edad de norte a sur y de oriente a poniente. Al parecer la componente de desplazamiento de N-S fue menor y menos evidente, que la E-W. La resultante de estas componentes es su desplazamiento neto de NE a SW (Aranda-Gómez *et al*, 2000).

## CONCLUSIONES

1. Las rocas marinas que afloran en el área fueron depositadas en la Cuenca Mesozoica del Centro de México en la parte más lejana del talud de la Plataforma Valles-San Luis Potosí y corresponden a las Formaciones La Peña, Cuesta del Cura, Indidura y Caracol cuyas edades van desde el Aptiano hasta el Maastrichtiano.

2. La estructura de la Sierra de San Antonio del Rul, es un bloque levantado Post-laramidico que tiene las características de una estructura en flor ( Flower Structure) por efecto de movimientos laterales, ocurrida en el Terciario inferior.

3. Los análisis de los planos de estratificación  $S_0$  y ejes de pliegues, comparados con afloramientos de la Sierra de Santa Catarina, localizada al norte, sugieren que la estructura levantada de San Antonio del Rul no registró ningún giro localmente durante la Orogenia Laramide y que la orientación noroeste de las fallas que delimitan al bloque de San Antonio del Rul, solo es efecto de la transtension asociado a un movimiento lateral izquierdo de orientación norte-noroeste.

## BIBLIOGRAFÍA

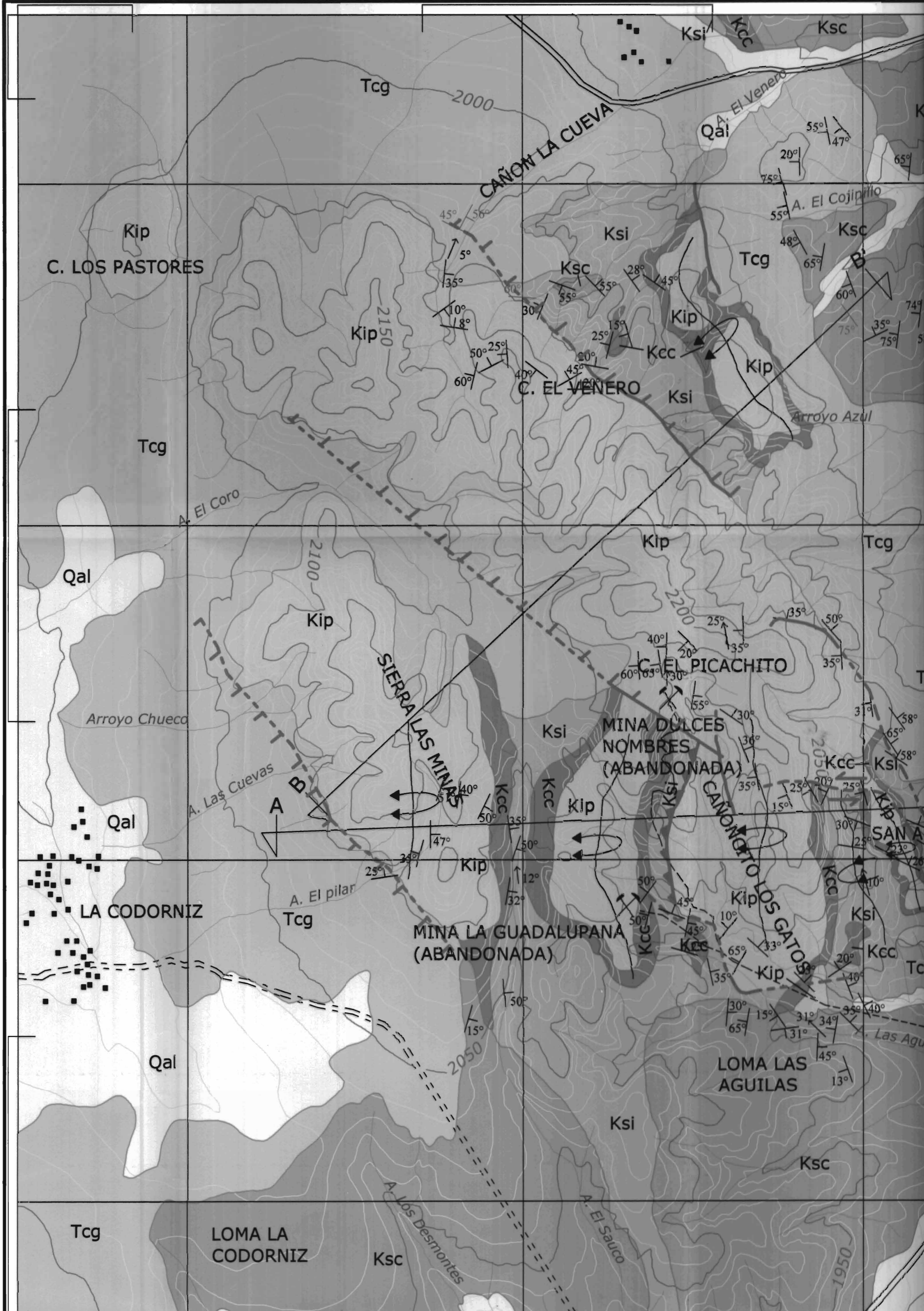
- Aguillón-Robles, A., Tristán-González, M.,** 1981, Cartografía Geológica Hoja Moctezuma, San Luis Potosí: Instituto de Geología y Metalurgia, UASLP, Folleto Técnico 74, 30 p.
- Aranda-Gómez, J.J., Henry, C. D., Luhr, J. F.,** 2000, Evolución tectonomagmática post-paleocénica de la Sierra Madre Occidental y de la porción meridional de la provincia tectónica de Cuencas y Sierras, México: Boletín de la Asociación Geológica Mexicana, v. LIII, p. 59-71.
- Atwater, T.,** 1970, Implications of plate Tectonics for the Cenozoic Tectonic Evolution of Western North America: en la nueva Concepción de la Tierra, por Seiya Uyeda, ed. Blume, p. 131-133.
- Barajas-Nigoche, L.D.,** 2002, Cartografía y estudio geológico estructural de una porción de la Sierra de Llanos del Carmen en la parte norte del Municipio de Villa Hidalgo, S.L.P.: [Tesis de Licenciatura] Facultad de Ingeniería, UASLP, 85 p.
- Carrillo-Bravo, J.,** 1971, La Plataforma Valles-San Luis Potosí: Boletín Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, v. 23, p. 1-112.
- Carrillo-Bravo, J.,** 1982, Exploración Petrolera de La Cuenca Mesozoica del Centro de México: Boletín Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, v. 24, pp. 21-46.
- DETENAL,** 1977, Hoja Topográfica Moctezuma (F-14-A-63), Esc. 1:50,000.
- Harding, T. P.,** 1985, Seismic characteristic and identification of negative flower structure, positive flower structure and positive structural inversion: Bull. Am. Ass. Petrol. Geol. Vol. 69, pp. 582-600.
- INEGI,** 2002, Síntesis de Información Geográfica del Estado de San Luis Potosí. 112 p.
- Imlay, R. W.,** 1936, Geology of the western part of the Sierra de Parras, Coahuila, Mexico: Bull. Geol. Soc. America, Vol. 47, pp. 1091-1152.
- Kelly, W. A.,** 1936, Geology of the mountain boring the Valleys of Acatita and Las Delicias, Ev. Coah. Pen., parte 2: Bull. Geol. Soc. america, Vol. 47, pp. 1028-2029.
- Labarthe-Hernández, G., Tristán-González, M.,** 1980, Cartografía Geológica Hoja San Francisco, S.L.P.: Instituto de Geología y Metalurgia, UASLP, Folleto Técnico 69, 28 p.



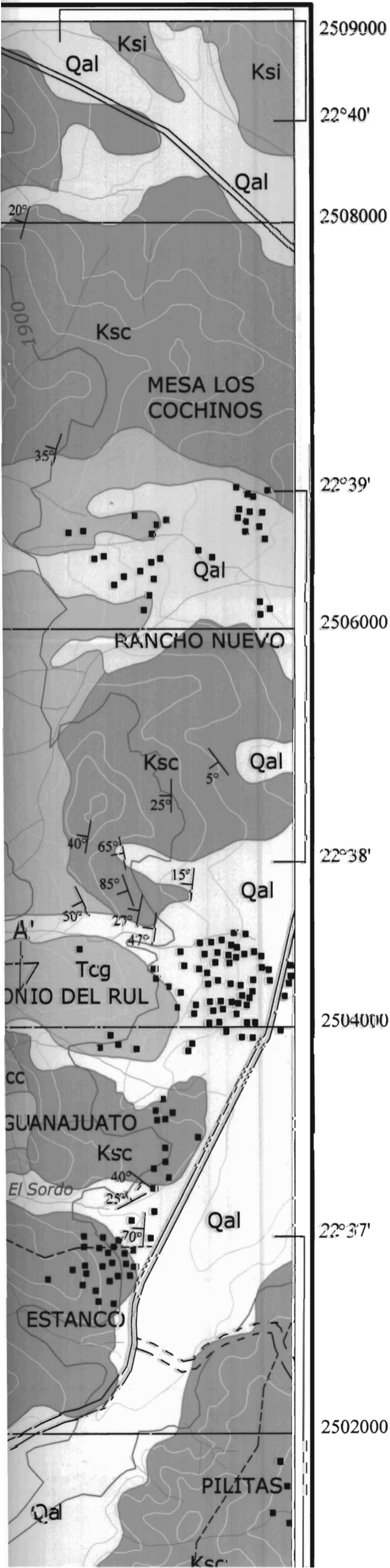
- Labarthe-Hernández, G., Tristán-González M., Aranda-Gómez, J.J.,** 1982, Revisión Estratigráfica del Cenozoico de la parte Central del Estado de San Luis Potosí: Instituto de Geología y Metalurgia, UASLP, Folleto Técnico 85, 208 p.
- Labarthe-Hernández, G., Jiménez-López, L.S., Aranda-Gómez, J.J.,** 1995, Reinterpretación de la geología del Centro Volcánico de la Sierra de Ahualulco, S.L.P.: Instituto de Geología, UASLP, Folleto Técnico 121, 30 p.
- Le Pichon, X.,** 1968, Sea-Floor Spreading and Continental Rift: *J. Geophys Res.*, v. 73, Núm. 12, pp. 3661-3697.
- López-Doncel, R.,** 2000, Nuevos datos sobre la geología de la margen Occidental de la Plataforma Valles-San Luis Potosí: UGM, Boletín Informativo 20 (3), pp. 155-156.
- López-Doncel, R., Tapia-Uresti, I.,** 2001, Tipos de depósitos en la parte central del margen occidental de la Plataforma cretácica Valles-San Luis Potosí: UGM, Boletín Informativo 21 (3), pp. 160-161.
- McDowell, F.W., Kaiser, P.R.,** 1977, Timing of Mid-Tertiary volcanism in the Sierra Madre Occidental between Durango city and Mazatlan, Mexico: *Geol. Soc. Am. Bull.*, v. 88, pp. 1479-1487.
- Palos-Navarros, J.S.,** 1978, Formaciones geológicas reconocidas en el Altiplano del Estado de San Luis Potosí. Compilación de descripciones originales: Esc. de Ingeniería, UASLP, [Tesis de Licenciatura], 183 p.
- Stewart, J.H.,** 1978, Basin and Range structure in western North America: a review: *Geol. Soc. America, Mem.* 152, 130 p.
- Tristán-González, M.,** 1986, Estratigrafía y Tectónica del Graben de Villa de Reyes en los estados de San Luis Potosí y Guanajuato, México: Instituto de Geología, UASLP, Folleto Técnico 107, 91 p.

273000 101°12' 274000 101°11' 276000 101°10' 278000

22°40'  
2508000  
22°39'  
2506000  
22°38'  
2504000  
22°37'  
2502000



101°09'



2509000

22°40'

2508000

22°39'

2506000

22°38'

2504000

22°37'

2502000

### EXPLICACIÓN

CUATERNARIO { Qal Aluvión

TERCIARIO { Tcg Conglomerado

CRETÁCICO

TARDÍO { Ksc Fm. Caracol  
Ksi Fm. Indidura

TEMPRANO { Kcc Fm. Cuesta del Cura  
Kip Fm. La Peña

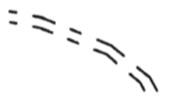
### LEYENDA



CARRETERA PAVIMENTADA



BRECHA



TERRACERIA



ARROYO



POBLADO



RUMBO E INCLINACIÓN



FALLA CON DESPLAZAMIENTO LATERAL



FALLA NORMAL MOSTRANDO EL LADO HUNDIDO



FALLA INVERSA



LINEA DE SECCIÓN



CONTACTO GEOLÓGICO



CURVA DE NIVEL



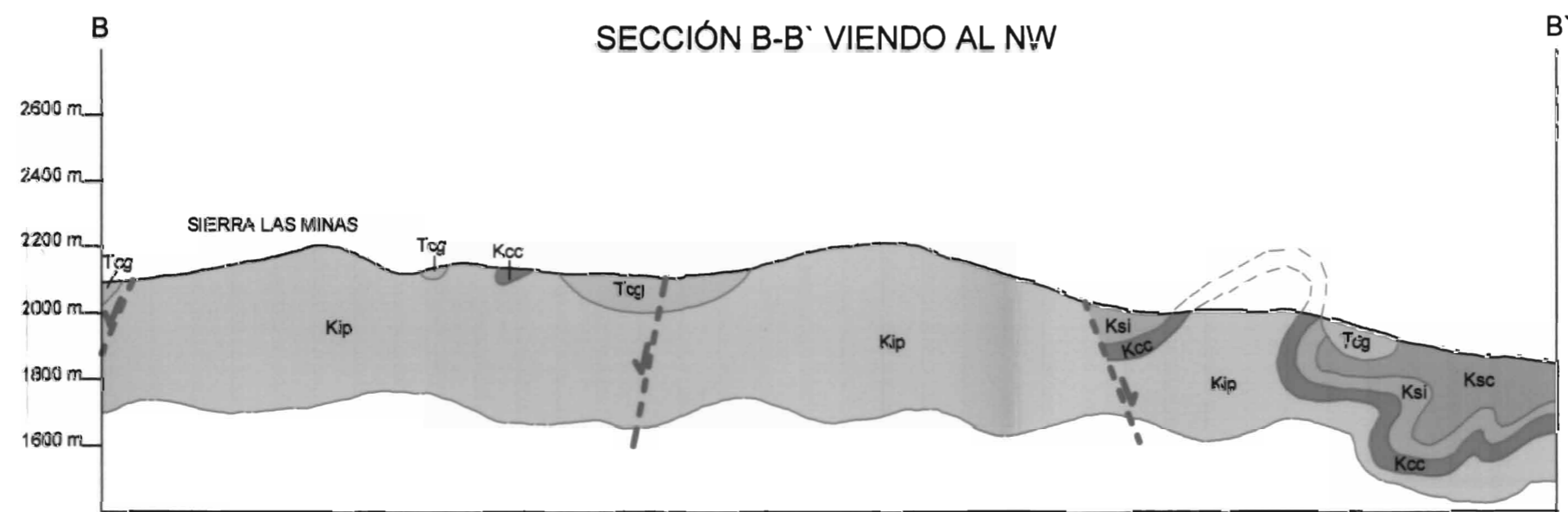
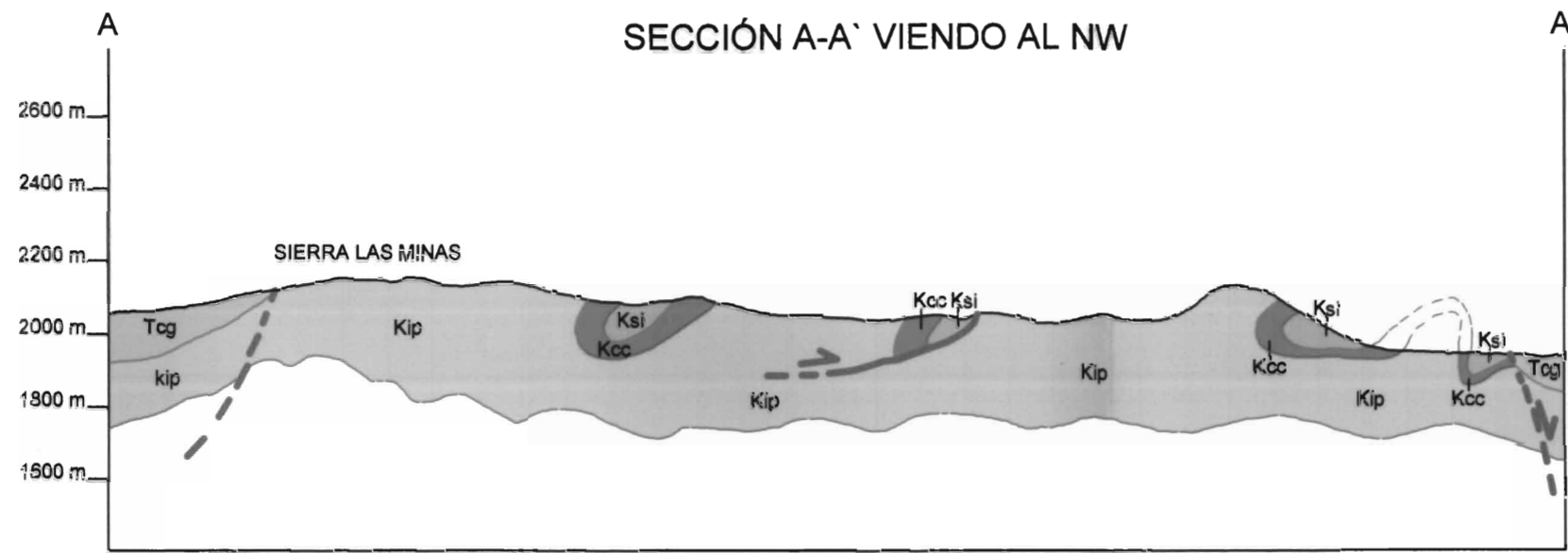
MINA



ANTICLINAL RECOSTADO

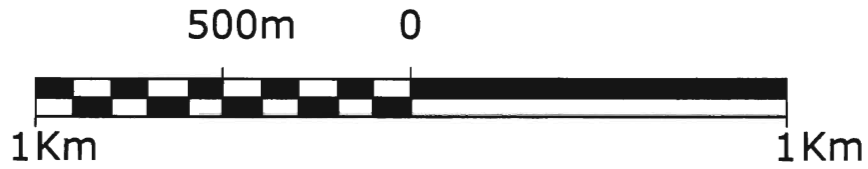


SINCLINAL RECOSTADO



22°36'  
2501000

LLAN  
JAVI



ESCALA GRAFICA

Base topografica INEGI 1971  
Mapa Geológico Modificado de Aguillón-Robles y Tristán-González



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ÁREA CIENCIAS DE LA TIERRA



CURSO DE OPCIÓN A NO TRABAJO RECEPCIONAL

Mapa Geológico del Área de San Antonio del  
Rul, Municipio de Moctezuma, San Luis Potosí

ROGELIO GALICIA OVALLE

Lámina 10

2005

Escala 1:20000