

11
2ej

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

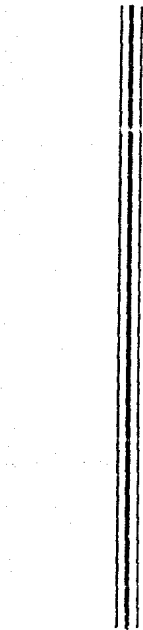
FACULTAD DE INGENIERIA

“DETERMINACION DE RASGOS ESTRUCTURALES
EN LA REGION DE CHARCAS - VENADO - MOCTEZUMA
SAN LUIS POTOSI, USANDO GRAVIMETRIA Y
PERCEPCION REMOTA”

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO GEOFISICO
P R E S E N T A :

FRANCISCO MARTIN PEREZ OROZCO





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E

	PAGINA
RESUMEN	1
CAPITULO I GENERALIDADES	
I.1 Localización	1
I.2 Vías de Comunicación	1
I.3 Clima y Vegetación	1
I.4 Topografía	1
I.5 Bibliografía	1
I.6 Trabajos Anteriores	1
CAPITULO II GEOLOGIA	
II.1 Estratigrafía	5
II.2 Geología Estructural	5
II.3 Geología Histórica	11
CAPITULO III LEVANTAMIENTO GRAVIMETRICO	
III.1 Trabajo de Campo	14
III.2 Procesado de la Información	14
III.3 Interpretación y Descripción de las Líneas	14
CAPITULO IV ANALISIS DE IMAGENES DE SATELITE	
IV.1 Generalidades del método	17
IV.2 Método de Interpretación	17
IV.3 Resultados de la Interpretación	18
CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
V.1 Conclusiones	19
V.2 Recomendaciones	19
BIBLIOGRAFIA	

APENDICES

- A LOCALIZACION DE LAS BASES DE GRAVEDAD
- B LISTADOS DE ANOMALIA DE BOUGUER Y GRAV. OBS.
- C GRAFICAS DE ANOMALIA DE BOUGUER
- D DATOS Y GRAFICA DEL MODELO

RESUMEN

El abastecimiento de agua potable para satisfacer las necesidades de la población, es uno de los problemas más críticos en algunos de los estados de la República Mexicana. Tal es el caso de la porción norte de San Luis Potosí, donde se ubica una de sus regiones más áridas, dentro de la cual existen poblaciones que se ven fuertemente afectadas por la escasez de agua. Las razones mencionadas, motivaron la realización de un estudio geofísico (gravimétrico y de percepción remota) para complementar estudios geohidrológicos sobre esta zona.

Dicho estudio comprende una área en la cual se encuentran los poblados de Charcas, Venado y Moctezuma, y su objetivo es hacer una interpretación de los rasgos geológicos-estructurales.

CAPITULO I

GENERALIDADES

I.1 Localización.

El área de estudio se localiza al oeste de la parte centro y norte del estado de San Luis Potosí entre los paralelos $22^{\circ} 35'$ y $23^{\circ} 15'$ de latitud norte y los meridianos $100^{\circ} 45'$ y $101^{\circ} 17'$ de longitud oeste, y con una extensión de 4 000 km. aproximadamente.

Al norte queda limitada por la Sierra de Charcas y al sur por una serie de serranías, de las cuales se puede considerar que la mas importante es la Sierra del Maestrante. Al este y al oeste sus límites son dos valles: el Valle de Cruces y el Valle de Arista, respectivamente (ver fig. #1).

I.2 Vías de Comunicación.

La principal vía de acceso a la zona es la carretera federal No.49 que une a la ciudad de San Luis Potosí con la ciudad de Zacatecas, en esta carretera a la altura del kilómetro 30 se localiza la desviación de la carretera que pasa por los poblados de Ahualulco, Moctezuma, Venado y finalmente Charcas; siendo el único camino asfaltado de la zona. Se cuenta además con caminos revestidos con grava y algunos otros materiales los cuales tambien son transitables durante todo el año. Por otro lado, existen brechas y caminos que solo son transitables en tiempo de estiaje.

Las vías ferroviarias con que cuenta la zona son: ciudad de México-Laredo y San Luis Potosí.

En cuanto a vías aéreas el aeropuerto mas cercano a la zona es el de la ciudad de San Luis Potosí. Se encuentran en los poblados de Charcas y Villa de Arista algunas pequenas pistas de aterrizaje para avionetas.

Los tres poblados que comprende el área de estudio cuentan con los servicios de: telefono, telegrafo y correo (ver fig. #2).

I.3 Clima y Vegetación.

El área cuenta principalmente con cuatro tipos de clima que tienen las siguientes claves de acuerdo con la clasificación usada por Koppen: BSokw (X'), BWhw (I')g, BSohw (E)g y BS kw.

El primer tipo de clima se ubica en la parte norte del área, en las cercanías de Charcas y la clasificación que le corresponde es seco o estepario, subtipo seco templado, con verano cálido; temperatura media anual entre 12° y 18°C y régimen de lluvias en verano.

El segundo tipo de clima corresponde a la parte este de la zona y se define como un clima muy seco o desértico, semicálido con invierno fresco temperatura media anual entre 18° y 22°C ; con régimen de lluvias en verano y poca oscilación anual de temperaturas medias anuales.

El tercer tipo de clima es el que cubre la parte central de la zona y esta definido como seco o estepario, semicálido, con invierno fresco, temperatura media anual entre 18° y 22°C , y régimen de lluvia en verano. Con oscilación anual alta de temperaturas medias mensuales.

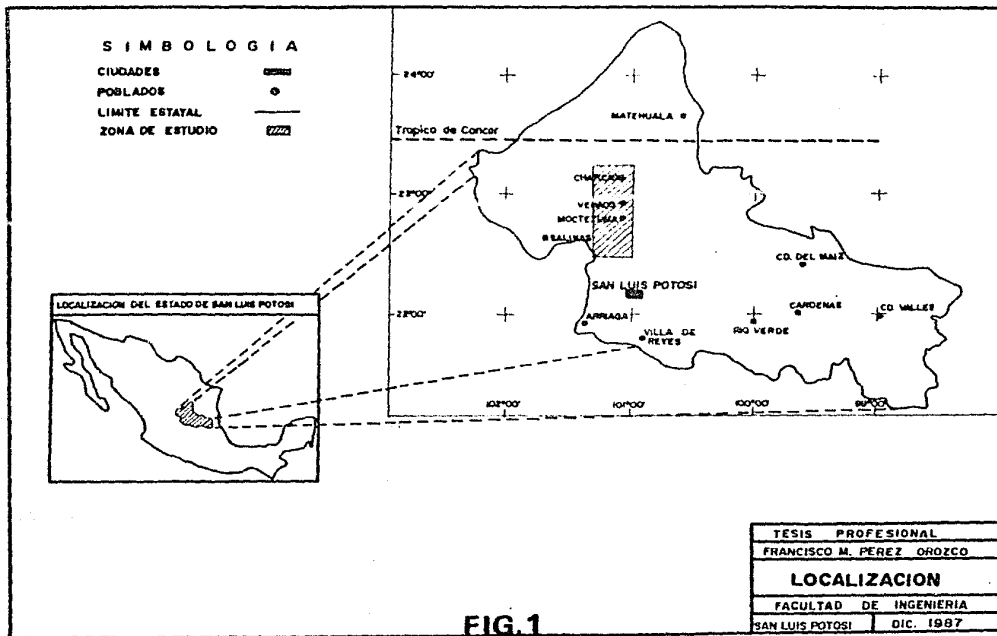
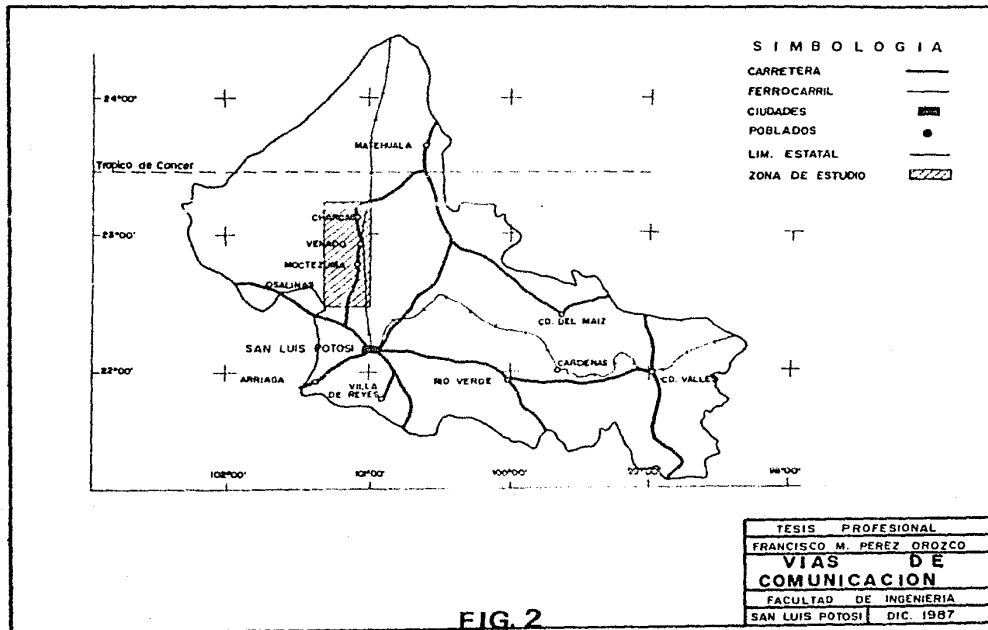


FIG. 1



El cuarto y último clima está definido por un clima seco o estepario, templado, con verano calido, temperatura media anual entre 12 y 18 C, y regimen de lluvias en verano, queda localizado al oeste de la región estudiada.†

Vegetación.- Respecto a la vegetación natural el área de estudio presenta básicamente seis diferentes tipos, que son: agricultura, de temporal, pastizal natural-huitzahal, mezquital, matorral con rosotofilosacales, matorral inerme y matorral espinoso. En este aspecto los tres primeros tipos son los predominantes puesto que abarcan la zona centro y norte del área de estudio, mientras que los tres últimos sólo ocupan la zona sur.††

1.4 Fisiografía.

El área se encuentra ubicada en la provincia fisiográfica de la Mesa Central (Raisz 1959, Alvarez Jr. 1949, López R. 1978) la cual está situada entre las dos grandes sierras de México: La Sierra Madre Oriental y la Sierra Madre Occidental.

La provincia fisiográfica mencionada tiene una extensión de 140 000 Km. aproximadamente. Sus límites hacia el norte y hacia el sur son: Las Sierras Transversales y el Eje Neovolcánico respectivamente. La Sierra Madre Oriental la limita por el este y la Sierra Madre Occidental por el oeste.

La zona pertenece a dos regiones conocidas como la Cuenca de Villa de Arista y el Valle Salado. Las dos regiones presentan lomeríos bajos, en ocasiones interrumpidos por aisladas serranías, con cuencas y subcuencas endorreicas de drenaje generalmente radial.

En el centro de la zona, alrededor del poblado de Venado, existe un valle con orientación E-W, en donde sus características hidrológicas permiten la ubicación de numerosas norias.

En la parte occidental del área, la pendiente del terreno es más pronunciada aumentando la altura de 1 800 a 2 100 m.s.n.m. en las sierras de Las Hendiduras y El Carmen.

En la parte sur existe una serie de serranías abruptas, con una dirección preferencial NW-SE, que son: las sierras de El Durazno, El Maestrante, El Jacalón y otras, formadas por rocas de origen volcánico con fracturamiento intenso. Su elevación varía desde 1 650, m.s.n.m., en sus partes mas bajas, cerca del poblado Estación Enramada, y de 2 400 m.s.n.m., en sus partes mas altas en la Sierra El Durazno.

Al suroeste del poblado de San José del Grito, la Sierra Las Minas forma parte del Anticlinal de San Antonio del Ruli; estructura representada por una serie de plegamientos intensamente afilados cuyo eje está orientado NW-SE. Sus alturas varían de 2 050 a 2 200 m.s.n.m., teniendo su mayor expresión topográfica al norte del cerro El Picacho, (ver fig. #3).

1.5 Economía.

La economía del lugar está basada principalmente en la agricultura existiendo en su mayoría tierras de temporal, aunque en algunos ejidos se cuenta con tierras de riego. En ambas se

siembra maiz, frijol, trigo, sorgo en grano, y en algunas tierras de riego se cultiva alfalfa.

* Para mayor información consultar estudio geohidrológico (SAHOP-FI).

†† Para mayor información consultar la carta de uso del suelo de DETENAL (Guadalupe Esc. 1:1,000,000).

Le sigue en orden de importancia el comercio, aunque este es a pequeña escala, principalmente: tiendas de abarrotes, tendajones y estancquillos, los cuales brindan escasos ingresos a sus propietarios. Estos comercios en general se ubican dentro de la casa, en una habitación destinada para tal fin.

De igual forma la ganadería se realiza en pequeña escala y sólo es de ganado caprino y lanar.

1.3 Trabajos Anteriores.

En el estado de San Luis Potosí se han realizado varios estudios con objetivos mineros e hidrológicos (ya sea aledaños o cubriendo parcialmente la zona de estudio), entre los cuales se encuentran los siguientes:

La Secretaría de Recursos Hidráulicos (SARH), realizó un estudio geohidrológico en el Valle de Arista. Se realizaron algunas investigaciones en el área de Charcas, Venado y Moctezuma como censo de captaciones, foto geología y toma de lecturas de los niveles de agua en los pozos (1971).

La SARH en su boletín No. 55, contiene información hidrológica de la región con datos hidrométricos de corrientes, de material de acarreo en suspensión e hidrométricos de vasos, con datos hasta diciembre de 1972.

- Geology of the Charcas Mineral District, San Luis Potosí Butler, J. (1972).
- Estudio geológico que determina las condiciones de depósito de las rocas sedimentarias y análisis de los diferentes eventos tectónicos del área, Espinosa Aramburu E.G. (1973).
- Cartografía generalizada de las diferentes unidades litológicas aflorantes en el área de Villa de Arista, Zapata J.C. (1977).
- Controles e interpretación mineralógica estructural de los depósitos de reemplazamiento en el Distrito de Charcas, San Luis Potosí, Madrigal L.J. (1979).
- Cartografía de las unidades litológicas, y primera diferenciación de las unidades de rocas volcánicas de edad terciaria, Aguillon A., Tristan M., (1981).
- Estudio geohidrológico regional del área ubicada en el Estado de San Luis Potosí, SAHOP-F.I. (1981).
- Estudio de las rocas ígneas concentradas en la porción centro occidental del Estado de San Luis Potosí, Labarthe H.G., Tristan G.M., Aranda G.J. (1982).
- Recopilación de información de las unidades aflorantes en la zona de Charcas y Venado, con mención especial al Distrito Minero de Charcas, David I.J., Porres L.R., Rivera C.E. (1982).

CAPITULO II

GEOLOGIA

II.1 Estratigrafía.

En los alrededores del área comprendida por Charcas, Venado y Moctezuma, afloran rocas sedimentarias, tanto marinas como continentales y rocas ígneas intrusivas y extrusivas cuyas edades abarcan del Triásico Superior al Cuaternario.

Asimismo, en las zonas de Charcas y Venado, las rocas más antiguas son del Triásico Tardío (formación Zacatecas), que están formadas por depósitos de lutitas y areniscas a las que sobreyacen los lechos rojos de la formación La Joya del Jurásico Medio. Ambas formaciones están cubiertas por los depósitos principalmente neríticos que corresponden a las formaciones: Zuloaga, La Caja, Taraises, Cupido, La Peña, Cuesta del Cura e Indidura, que cronológicamente se ubican del Jurásico Tardío (Oxfordiano) al Cretácico Tardío (Turoniano). Sobre la formación Indidura se deposita en el Coniaciano-Santoniano, la formación Caracol que está constituida por una nueva alternancia de areniscas y lutitas.

Durante el Terciario en la zona enunciada se forman depósitos de tipo aluvial; se produce la eyección de material ígneo y se da la intrusión de un granodiorítico, fenómenos que originan las rocas anteriores al Cretácico Inferior. En el Cuaternario se tienen depósitos aluviales, caliche y suelos.

En lo que respecta a la hoja de Moctezuma, se encontraron prácticamente las mismas formaciones que en la zona de Charcas-Venado con la diferencia, de que la secuencia estratigráfica de rocas aflorantes es a partir de la formación La Peña.

Por otra parte en el área se presentan rocas sedimentarias marinas y continentales, así como rocas ígneas extrusivas.

Las rocas más antiguas corresponden al Cretácico Inferior (Aptiano) de la formación La Peña; que subyacen rocas del Cretácico Medio (Albiano-Ceromaniense) de la formación Cuesta del Cura; y sobreyaciendo estas en orden cronológico, rocas del Cretácico Superior (Turoniano) de la formación Indidura, rocas del Cretácico Superior (Coniaciano-Maestrichtiano) de la formación Caracol, continuando con depósitos continentales terciarios (Eoceno) de la formación Cenicera. Sobre estas descansa una secuencia de rocas ígneas de espórquicos derrames de basaltos del Plioceno, y finalmente depósitos aluviales y suelos del Cuaternario.

Estas formaciones están descritas a continuación, partiendo de la más antigua y siguiendo en orden estratigráfico ascendente.

1a. Formación La Peña (kip).

Definición:

Esta formación fue descrita originalmente por Imlay en 1936, en el flanco occidental de la Sierra de Parras dividiéndola en 2 miembros. El inferior que está formado por calizas color gris oscuro a gris claro en estratos medianos a gruesos conteniendo zonas de calizas finamente estratificadas y cantidades variables de lutitas. Puede contener concreciones de pirita, así como nodulos de pedernal. El miembro superior consiste en calizas que se presentan en capas delgadas y lutitas interestratificadas. En 1947, Humphrey define nuevamente a esta formación, restringiéndola al miembro superior definido por Imlay e incluyendo al miembro

inferior en la formación Cupido.

Relaciones Estratigráficas:

2a. Formación Cuesta del Cura (Kcccl).

Definición:

Esta formación fue descrita originalmente por Imlay en 1936, quien la encontró en la Sierra de Parras.

Consiste en calizas de color gris oscuro a negro, en estratos medianos a delgados, con estratificación ondulante y bandas de pedernal negro. Contiene en algunos lugares, interestratificaciones de capas de calizas arcillosas y laminaciones de lutitas con colores violáceos y rojizos.

Relaciones Estratigráficas:

Esta formación sobryace a la formación La Peña con contacto concordante y transicional, subyace a la formación Indidura también concordante y transicionalmente.

3a. Formación Indidura (Ksi).

Definición:

En 1906, Bose estudió por primera vez una secuencia de lutitas y lutitas ubicadas en la sierra de Parras. Posteriormente, en 1936, Kelly dio el nombre de formación Indidura, a una interestratificación de lutitas, calizas resquebrajadas, y lajas de calizas en el área de Delicias, Coahuila.

Relaciones Estratigráficas:

Sobryacen a la formación Cuesta del Cura con un contacto concordante y transicional; del mismo modo subyace a la formación Caracol en forma concordante y bastante transicional.

4a. Formación Caracol (Ksc).

Definición:

Descrita originalmente por Imlay (1936) en el arroyo El Caracol aflora en la parte oriental de la sierra de Parras, como una serie de tobas desvitrificadas, lutitas y areniscas que descansan concordantemente sobre la formación Indidura.

Relaciones Estratigráficas:

Sobryace a la formación Indidura, con un contacto concordante transicional y subyace discordantemente a sedimentos clásticos continentales del Paleoceno-Eoceno, así mismo a varias unidades de rocas volcánicas del Cenozoico.

5a. Formación Cenicera (Ic).

Definición:

Esta formación fue descrita primeramente por Labarthe-Tristan, en la cartografía de la hoja San Luis Potosí. Se halla bien expuesta la formación en el arroyo de la Cenicera, que se considera como localidad tipo.

Presenta una secuencia de brechas, conglomerados, areniscas poco consolidadas, limps y arcillas que en general presentan una variación lateral fuerte, cambiando rápidamente de conglomerados a zonas arcillo-limosas.

Relaciones Estratigráficas:

Sobreyacen discordantemente a las rocas marinas del Mesozoico, y subyace generalmente en forma discordante, aunque en ocasiones concordantemente a las formaciones ígneas más jóvenes.

6a. Formación Andesita Casita Blanca (Ibc).

Definición:

Originalmente descrita informalmente como Andesita por Labarthe-Tristan (1978), que la proponen formalmente como Andesita Casita Blanca (1982), considerando como localidad tipo a las inmediaciones de la ranchería de Casita Blanca.

Se trata de una roca de color gris oscuro verdoso, de textura porfirítica y pilotaxítica, con fenocristales de biotita, plagioclasas y una matriz arcaica, compuesta de un agregado de microlitos de plagioclasas y biotita. Hacia la cima tiene abundantes vesículas, algunas rellenas de calcedonia y en su base, tiene numerosas vetillas de calcita en todas direcciones.

Relaciones Estratigráficas.

En el área subyace discordantemente a la Jacita Jacavaquero, a la Latita Portezuelo y a la Riolita Panalillo.

Sobreyace también discordantemente a la formación Cenicera, y a la formación Caracol.

7a. Formación Riolita Panalillo (Icp).

Definición:

Propuesta formalmente por Labarthe-Tristan en 1982, cuya localidad tipo se encuentra a 5 km. al oeste del poblado de Panalillo, San Luis Potosí. Consiste en un paquete de rocas volcánicas dividido en dos miembros.

- En el miembro inferior (Tap) se trata de una toba de color crema a ligeramente rojiza, bien estratigráfica, graduada en capas de 5 a 30 cm., que varían de grano muy fino a arenoso y aun conglomeráticos, con líticos de 2-10 cm.

- El miembro superior (Trp), tiene dos unidades la inferior, es una ignimbrita de color café rojizo, café claro o rosa claro, presenta pomez delgada bien colapsada y líticos. En algunas áreas presenta en su base un vitrofilo de 1-2m de espesor. La parte superior, es una ignimbrita de color gris rosáceo, gris o gris rojizo, porfirítico, fluidal, con numerosas esferulitas de 2-12mm, rellenas de cuarzo o calcedonia.

Relaciones Estratigráficas:

Sobreyace discordantemente a las formaciones Cenicera y Caracol, así como a la Latita Portezuelo, con un vitrofilo de 1-3m, con fragmentos mal clasificados angulares a subangulares de 2-60cm.

Generalmente se encuentra sobre ésta formación, sedimentos también discordantemente.

8a. Formación Latita Portezuelo (Ilp).

Definición:

Propuesta formalmente por Labarthe-Tristan en 1982, considerando su localidad tipo en los cerros que se encuentran al oriente del poblado de Portezuelo, San Luis Potosí.

Se trata de un derrame lávico, de color café grisáceo de textura holocristalina, inequigranular, porfirítica, con fenocristales de

2 a 6mm. de sanidino, andesita y cuarzo subordinado. La matriz, presenta microlitos de plagioclasa. Intemperiza en general haciéndose arenosa, es de color gris claro y con manchas amarillentas debido a la oxidación del Fe, en ocasiones se le encuentra en brechas.

Relaciones Estratigráficas:

Sobreyace en forma discordante a la formación Cenicera y en ocasiones también a la Andesita, Casita Blanca y a la Dacita Jacavaquero.

Subyace a la Riolita Panalillo, encontrándose un lahar en algunas zonas del contacto, y en otras se encuentra un vitrófido.

9a. Formación Dacita Jacavaquero (Tij).

Definición:

Propuesta formalmente como Dacita Jacavaquero por Labarthe-Tristan (1982), teniendo su localidad tipo en el arroyo Jacavaquero a 1 km. al este del Kuiza de la carretera Ahualulco-Charcas, San Luis Potosí.

Consiste en un flujo de lava, una ignimbrita y localmente de una brecha explosiva.

El flujo de lava, es una roca de color gris claro, de textura porfirítica y fluidal con plagioclasa, biotita y hornblenda.

La ignimbrita (Tij), tiene la misma composición de la lava, pero con fenocristales rotos, pómez colapsada, líticos y de color más rosáceo que el de la lava.

La brecha explosiva tiene fragmentos de la formación Caracol, andesitas y de una roca ígnea de color morado.

Relaciones Estratigráficas:

Sobreyace discordantemente a la formación Caracol, a la formación Cenicera y a la Andesita Casita Blanca.

Subyace también discordantemente a la Latita Portezuelo.

10a. Formación Las Joyas (Qj).

Descrita originalmente por Aranda y Labarthe en 1977, separándola en 3 unidades que son: Brecha Tobacea-Basáltica (BVB), Toba Basáltica (TVB) y Basko (B). Labarthe-Tristan proponen formalmente en 1982, el nombre de formación Las Joyas (Qj), dividiéndola en 2 miembros: Piroclásticos (Qd) y Basalto (Qbj).

El primer miembro (Qd): consiste en una serie de rocas piroclásticas, que van desde brechas a tobas de lapilli.

El segundo miembro: consiste en una basanita de color negro, en general vesicular con textura holocristalina o inequigranular, microporfirítica y pilotaxítica. Los fenocristales son de olivino (alterado a iddingsita). La matriz es de microlitos de plagioclasas cálcicas, con piconita o augita relleno de los intersticios entre las plagioclasas.

Relaciones Estratigráficas:

Sobreyace irregularmente a las distintas formaciones del área y sólo en algunos sitios, está cubierta por material aluvial.

11a. Sedimentos Cuaternarios Aluvion (Qal).

Se encuentran estos materiales ampliamente distribuidos en toda la región, predominando en los valles de Cruces y Aristas;

alcanzando en este último, espesores de más de 200 m. ya que se trata de un graben relleno por materiales de acarreo, tanto del Terciario Superior como del Cuaternario (Pleistoceno).

Los materiales consisten en suelos residuales, gravas, arenas, limos y arcillas, que rellenan también las vegas de los ríos y arroyos importantes de la zona.

Sobreyace a las rocas de la región.

11.2 Geología Estructural.

Los rasgos estructurales observables en la zona de estudio, fueron producidos principalmente por la acción de esfuerzos de dirección SW-NE, que son responsables del levantamiento general del área, producto de la subducción de la Placa Farallon, bajo la Placa Norteamericana.

Las estructuras del área muestran un alineamiento general NW-SE.

Es interesante hacer notar que los sedimentos Arcillosos de las formaciones Zacatecas, La Caja, Taraises, La Peña, Indidura y Caracol, juegan un papel muy importante en los procesos tectogenéticos, pues su naturaleza plástica fue algo que favoreció los corrimientos "Decollement", pliegues superpuestos y pliegues sumamente cerrados.

11.2.1 Descripción de las Estructuras.

Anticlinorio de la Trinidad.

Se localiza en la parte centro y SW de la Hoja de Charcas.

En el anticlinorio de la Trinidad, debido al tipo de rocas que alojan en su núcleo (rocas del Triásico), que son menos resistentes a los agentes exógenos, en comparación con las rocas que le sobreyacen del Jurásico y del Cretácico, se expresa en el campo como una zona deprimida.

Las mayores elevaciones se encuentran en el SE de la zona, y están constituidas por la formación Zuloaga principalmente, las calizas de esta formación, tiene una sobre-elevación máxima de 350 m. sobre el nivel del puerto de erosión.

La longitud del eje del anticlinorio no se puede determinar, tomando en cuenta el criterio de que este anticlinorio forma parte de otro mayor. Tiene una amplitud en su parte central (donde afloran rocas de la formación Zacatecas del Triásico) de 9 km. y un ancho total de la estructura de 24 km.

En general es un anticlinorio asimétrico, aunque en algunas partes se observa recumbente hacia el este, ya que existen numerosas estructuras locales secundarias.

El eje del anticlinorio tiene una orientación aproximada de NW 15 S.

Los echados de las capas en este plegamiento varían de 10 a 60°. El anticlinorio, es buzante hacia la parte sur, y hacia el norte parece tener continuación con el anticlinal Cerro Blanco-La Tapona.

Sinclinorio de Guanape.

Se manifiesta como un amplio valle, en donde es propicio el depósito de material aluvial.

Tiene grandes dimensiones, y debido a lo cubierto que está se dificulta el delineamiento de su eje, pero se puede interpretar que es sensiblemente paralelo al eje del anticlinorio de la Trinidad.

Se trata de un sinclinatorio asimétrico y recostado, con una orientación aproximada NNW-SSE.

Las rocas que afloran en su parte axial, son arcillo-arenosas de la formación Caracol, que representan a las rocas más jóvenes del Cretácico en el área. En sus flancos, afloran las formaciones Indidura y Cuesta del Cura.

La mayor parte de la estructura se encuentra cubierta por caliche y aluvión del Cuaternario.

Afloran en este sinclinatorio las formaciones La Peña, Cuesta del Cura, Indidura y limitando la porción noroccidental tenemos la formación Cenicera. El lado suroccidental limita al norte del poblado por la formación Cenicera siendo en la parte SW donde la estructura se comporta como un sinclinal presentando echados de poca intensidad.

Anticlinorio de San Antonio del Rul.

Localizado al oeste del poblado de San Antonio del Rul, de aproximadamente 5 km. de longitud y 3 km. de ancho, está constituido por una serie de anticlinales buzantes al oeste, limitados a sus lados por fallas de tipo normal, que le dan a la estructura una orientación NW-SE. Debido al tipo de esta estructura, el fallamiento causa la impresión de ser una serie de escalones dejando zonas llanas de relativa extensión.

Dentro de esta unidad y debido al intenso alineamiento se encuentra al sur la formación La Peña y la formación Cuesta del Cura situadas en una serie de franjas, las cuales no son de ocasiones cartografiables a escala 1:50,000.

En la porción oeste, el anticlinorio se encuentra cubierto por el aluvión; al oriente está limitado por la formación Cenicera que cubre discordantemente a las formaciones La Peña y Cuesta del Cura, quedando aflorando la formación Indidura y la formación Caracol, presentando un serie de pliegues a menor escala.

Fallas y Fracturas.

En el área existen fallas inversas, normales y de transcurrancia. Dentro del Potrero de la Trinidad, se observan tres fallas principales de grandes magnitudes: una con orientación NW-SE y otra NE-SW ambas se cortan a la altura del arroyo del saito y, la última con una orientación aproximada norte-sur.

La falla NW-SE, es normal y pasa por la Cuchilla de las Aranas. La falla NE-SW también es de tipo normal, lo que origina la caída de un bloque.

En el arroyo de la Zapatilla, se encontró la evidencia de una falla inversa que pone en contacto a la formación Zuloaga con la formación La Caja, estando la primera sobre la segunda.

La falla de orientación N-S de tipo inverso, pone en contacto a la formación La Caja con la formación Zacatecas.

También se tienen evidencias de fallas, de desplazamiento lateral en el flanco este del anticlinal de la Trinidad al oeste del arroyo de la Zapatilla, en el arroyo del Membrillo.

En la parte norte del anticlinal de la Trinidad, se encuentra una zona afectada por varios intrusivos de composición granodiorítica.

En la porción media sur de la hoja Moctezuma se encuentran rocas volcánicas extrusivas que cubren a la secuencia Cretácica y Terciaria. Esas rocas volcánicas, se encuentran muy fracturadas y afalladas.

En la margen oriental de la misma hoja Moctezuma se encuentra el llamado Graben de Villa de Arista, que está cubierto por material de relleno. Está limitado por fallas normales que pasan al oriente de Moctezuma, producto del basculamiento postorogénico del Mioceno-Plioceno. Llega hasta las inmediaciones de la ciudad de Charcas hacia el norte, y hacia el sur hasta Cerritos de Zavala.

El Valle de Cruces, situado al poniente de Moctezuma muestra en algunas partes pequeños afloramientos que hacen pensar en un bloque hundido con algunas crestas aisladas ya que al sur se encuentra limitada por altos compuestos de material volcánico (La Latita Portezuelo), o semianuales, pero que tienen su proyección algunos metros fuera de donde están marcados.

II.3 Geología Histórica.

El área de estudio, se encuentra localizada en la zona transicional entre lo que paleogeográficamente fueron durante el Mesozoico, la Plataforma Valles-San Luis Potosí y la Cuenca Mesozoica del Centro de México.

La reconstrucción de la secuencia de eventos geológicos sucedidos en el área, considerando el tipo de sedimentos que constituyen las rocas aflorantes, ordena por las rocas más antiguas que son las de la formación Zacatecas.

Los sedimentos que constituyeron esta formación (Triásico-Superior), provinieron de la fuerte erosión producida por efectos tectónicos que precedieron al plegamiento que ocurría en el Jurásico Temprano (Orogenia Nevadina). Así la formación Zacatecas, sufre su primera etapa de deformación.

Esta zona plegada es sometida a una fuerte erosión que origina los sedimentos que constituyen la formación La Joya, la cual puede considerarse como una masa continental. Esta formación se presenta en forma de lentos o acunándose, conteniendo clastos de origen volcánico de nos indican que hubo actividad ínea.

En el Oxfordiano-Kimmeriogiaco se efectúa una subsidencia y transgresión de los mares, ocasionando el depósito de carbonatos en una zona nerítica en aguas cálidas, que corresponde a la formación Zuloaga.

A finales del kimmeriogiaco hasta el Tioniano se depositaron rocas calcáreas de la formación La Caja, con un notable aporte de terrígenos provenientes de una zona cercana.

Evidencias de los fósiles, indican un ambiente de depósito con aguas bien oxigenadas en una zona infranerítica.

La aportación de sedimentos desde el Jurásico Superior hasta el Cretácico Superior fue continua.

En el lapso comprendido entre el Berriasino-Valanginiano, se lleva a cabo la depositación de la formación Taraises, con características de mares someros y abiertos. Posteriormente, durante el Hauteriviaco-Barremiano ocurre el depósito de la formación Cupido, que es una roca calcárea muy pura y casi sin contaminación. Este depósito es de aguas neríticas a batiales.

En el Aptiano se deposita la formación La Peña, con características de mares más profundos y con aporte de terrígenos.

En el Albiano-Cenomaniano se depositó la formación Cuesta del Cura, que por sus características litológicas se infiere que sucedió en aguas batiales a infraneríticas, lo que nos indica un progresivo hundimiento, debido al apilamiento de sedimentos.

En el Cretácico Tardío, del Cenomaniano al Santoniano, se deposita la formación Indidura que indica el comienzo de una

nueva regresión de los mares.

Durante el Cretácico Superior se lleva a cabo un notable cambio en el depósito de sedimentos, observándose gran aporte de clásticos (Coniaciano-Maestrichtiano), que se considera el anuncio de una nueva orogénia, denominada Orogenia Laramide.

Para tener ese gran aporte de sedimentos clásticos, debió haber sucedido una regresión, que dejó parte expuesta a la erosión.

Posteriormente a fines del Cretácico y a principios del Terciario, se lleva a cabo el plegamiento y levantamiento del paquete de rocas sedimentarias, debido a la Orogenia Laramide que resulta de la subducción de la Placa Farrallon, bajo la Placa Norteamericana, y que originó el emplazamiento del tronco geotectónico de Charcas y la formación de fallas inversas y normales (Horst y Grabens).

Durante el Paleoceno-Mioceno, se tienen derrames de composición riolítica que tiene salida por la zona de debilidad.

Al mismo tiempo las zonas positivas son erosionadas y los sedimentos resultantes, son depositados en forma de abanicos y taludes, estos clásticos durante el Pleistoceno fueron cementados por caliche, ya que las condiciones climáticas fueron favorables por ser áridas, dando como resultado un conglomerao.

Durante el Pleistoceno, ocurren esporádicos derrames de basaltos basaniticos en el área de Moctezuma.

En el Cuaternario (Holoceno) se tienen depósitos de aluvión y talud, como consecuencia de la erosión de las rocas preexistentes.

CAPITULO III LEVANTAMIENTO GRAVIMETRICO

III.1 Trabajo de Campo.

El trabajo de campo fue realizado por los alumnos de la asignatura "Prospección Gravimétrica y Magnetométrica", de la carrera de Ingeniero Geofísico de la Facultad de Ingeniería de la U.N.A.M.

Se utilizó un gravímetro "Worden Master", modelo III fabricado por la compañía Texas Instrument.

Se levantaron nueve líneas gravimétricas cuya ubicación y longitud, fueron planeadas de acuerdo a los objetivos del estudio geohidrológico, para el cual fue realizado este trabajo. El espaciamiento entre estaciones fue de 400 m. donde la topografía lo permitía, siendo diferente donde no. El objetivo concreto de la gravimetría, fue verificar la extensión y forma de una gran estructura geológica "arcsen", que fue inferido en base al análisis geológico estructural previo.

Por lo anterior se ubicaron cuatro líneas en las cercanías del poblado de Charcas, teniendo las tres primeras una orientación general S 70° E y la última N 85° E. En las inmediaciones del poblado de Venado se realizaron tres líneas más, teniendo las dos primeras una orientación general N 70° E y la última N 80° E. Las dos últimas líneas fueron ubicadas al sur del área de trabajo, una de las cuales se encuentra el poblado de Moctezuma y la otra en Villa de Arista; ambas con una orientación general N 70° E (ver fig. # 4). En base a su localización fueron denominadas de la siguiente manera:

LINEA 1 CHARCAS
LINEA 2 CHARCAS
LINEA 3 CHARCAS
LINEA 4 CHARCAS

LINEA 1 VENADO
LINEA 2 VENADO
LINEA 3 VENADO

LINEA 1 MOCTEZUMA
LINEA 2 MOCTEZUMA

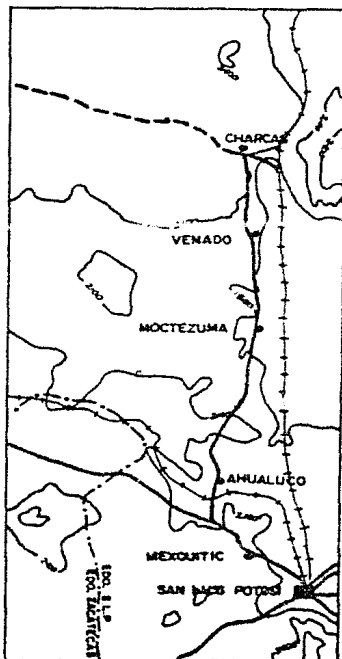
Las observaciones gravimétricas en las líneas se realizaron utilizando el procedimiento de doble lectura (ida y vuelta), respetando el intervalo de dos horas treinta minutos que permite de acuerdo al procedimiento tener una deriva lineal en forma de pino.

Se contó con una brigada de topografía que se encargó de realizar el perfil topográfico de cada línea, obteniendo la elevación para todas las estaciones del levantamiento gravimétrico.

III.2 Procesado de la Información.

Se realizaron las siguientes correcciones a la gravedad observada en campo:

- 1 Corrección por Temperatura.
- 2 Corrección por Deriva (en forma de pino) (ver fig. # 5).
- 3 Corrección por Aire Libre ($0.3086 \times H$).
- 4 Corrección por Bouguer ($2\pi \rho G H$).
- 5 Corrección por Topografía (utilizando la plantilla de Hammer y las Cartas Topográficas de DETENAL).
- 6 Compensación de Bases (se realizó apoyándose en 6 bases de gravedad de las cuales se presenta localización e información detallada en el anexo A).



0 5 10 20 30
ESCALA GRAFICA

FIG. 4

TESIS PROFESIONAL	
FRANCISCO M. PLIEZ OROZCO	
FACULTAD DE INGENIERIA	
SAN LUIS POTOSI	DIC. 1987

Una vez realizadas, todas estas correcciones, se procedió al cálculo de la anomalía de Bouguer, cuya expresión es la siguiente:

$$AB = GO - GT$$

AB = Anomalía de Bouguer.

GO = Gravedad observada (corregida por deriva y compensación)

GT = Gravedad teórica.

Para la gravedad teórica, se tiene la siguiente expresión:

$$GT = G_p - C.A.L. + C.B. + C.T.$$

G_p = Gravedad por latitud.

C.A.L. = Corrección por aire libre.

C.B. = Corrección de Bouguer.

C.T. = Corrección topográfica.

Por ser el objetivo del estudio la investigación de la tectónica regional, fue posible realizar la interpretación únicamente utilizando la gráfica de la anomalía de Bouguer de cada uno de los perfiles.

III.3 Interpretación y Descripción de las Líneas.

Línea 1 Charcas.- Consta de 13 estaciones y tiene una longitud aproximada de 4350 m.

En esta línea el perfil geológico se manifiesta de la siguiente manera: de la estación 7w a la 6w se observa un afloramiento de calizas del Cretácico inferior, a unos 200 m. de la estación 6w existe material de relleno (sedimentos del Cuaternario), encontrándose en seguida otro afloramiento de las calizas mencionadas, que llega hasta 180 m. después de la estación 3w. En el resto del perfil se tiene material de relleno.

Línea 2 Charcas.- Consta de 15 estaciones y tiene una longitud de 5580 m; por ser continuación de la línea 1 Charcas, su numeración va de la estación 8 a la 22.

En esta línea la mayor parte de la superficie está cubierta por material de relleno, encontrándose únicamente un afloramiento de rocas ígneas entre la estación 17 y 19.

Línea 3 Charcas.- Consta de 14 estaciones y tiene una longitud de 4875 m.

La litología que se manifiesta en superficie está conformada únicamente por material de relleno.

Línea 4 Charcas.- Consta de 12 estaciones y tiene una longitud de 2145 m.

El material de relleno aflora en la mayor parte de la línea, encontrando tan sólo un afloramiento de caliza entre las estaciones 7 y 11.

La interpretación de estas cuatro líneas se realizó como si estas formaran parte de un solo perfil, ya que su ubicación y cercanía así lo permitió.

De acuerdo con la geología, la respuesta gravimétrica, pudo asociarse en forma general, a los contactos litológicos

observados en superficie, los cuales se manifestaron en forma bastante marcada y sobrealiente. Por otra parte apoyándose también en la geología se propuso un modelo aproximado del relieve que presentan las rocas que subyacen a los materiales de relleno, cuya litología principal son calizas. El modelo propuesto es el de una formación bastante plegada, con pliegues que en algunos casos encuentran erosionados o penneplanados, aflorando en algunas ocasiones la parte más alta de estos (ver perfiles anexos).

Por otra parte en muy pocos casos las anomalías gravimétricas no pudieron asociarse a la geología regional del lugar, por lo que se propusieron modelos en los que se incluyen fallas como lo muestra la línea 2 Charcas entre las estaciones 9 y 10, y entre las estaciones 8 y 12 de la línea 4 Charcas.

Línea 1 Venado.- Consta de 14 estaciones y tiene una longitud aproximada de 14200 m.

En esta línea la mayor parte de la superficie está cubierta por material de relleno. Aflorando solo un cuerpo ígneo con una extensión aproximada de 1950 m. entre la estación 10 y la 14.

Línea 2 Venado.- Consta de 44 estaciones y tiene una longitud de 15000 m.

En esta línea la superficie esta cubierta en su totalidad por material de relleno (sedimentos del Cuaternario), ya antes mencionados.

Línea 3 Venado.- Consta de 33 estaciones y tiene una longitud aproximada de 12525 m.

En esta línea como las dos anteriores la superficie se encuentra cubierta casi en su totalidad por material de relleno, observándose dos afloramientos de calizas, uno entre las estaciones 19 y 17 y el otro entre las estaciones 1 y 3.

En estas tres líneas como en las cuatro anteriores de Charcas, el comportamiento general de la gravimetría es el mismo, se observan una serie de cambios suaves que pueden ser asociados a una secuencia de pequeños anticlinales y sinclinales. Pero además el comportamiento regional de la gravedad presenta una característica importante, que es la tendencia a aumentar mientras más se avanza en dirección del Valle de Villa de Arista.

Una posible justificación de este comportamiento es la presencia de un graben en el que el bloque caído está basculado, teniendo su mayor profundidad en el centro del valle, que se encuentra al SE de la zona de trabajo; y la menor profundidad en la parte NE de la misma.

También se identificaron dos pequeñas anomalías que pudieran ser originadas por fallas, una en las estaciones 10 y 11 de la línea 1 Venado y la otra en las estaciones 15 y 16 de la línea 3 Venado.

Línea 1 Moctezuma.- Consta de 34 estaciones y tiene una longitud de 6950 m. aproximadamente.

Esta línea como las anteriores tiene una superficie cubierta totalmente por material de relleno.

En su respuesta gravimétrica aparece un rasgo que bien podría confundirse con un pequeño graben, pero en realidad tiene mejor sentido interpretarse como un sinclinal, dadas las características de intenso plegamiento de la región (ver perfiles anexos).

Línea 2 Moctezuma.- Consta de 19 estaciones y tiene una longitud aproximada de 3750 m.

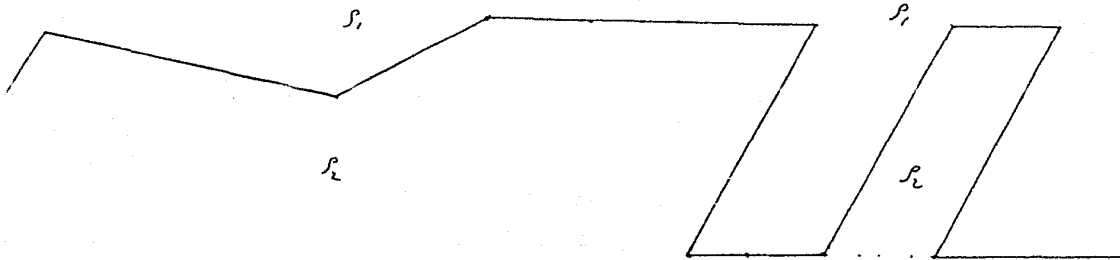
La mayor parte de la superficie de esta línea está cubierta por material de relleno, presentándose un afloramiento de caliza entre las estaciones 15 y 19.

Esta es la línea en la que menos se manifiesta la presencia de pliegues, sin embargo se observa claramente la respuesta gravimétrica del afloramiento de caliza.

Se realizó el modelado de una de las nueve líneas para poder dar una interpretación cuantitativa de las características geológico-estructurales del lugar, siendo la línea 3 venado la que se eligió para tal fin.

El modelado se realizó con el método de Talwani, utilizando un programa para computadoras personales que fue proporcionado por la University of New Orleans (UNO).

El resultado de esta interpretación nos dió bases para deducir que la cubierta de material de relleno (aluvión y conglomerado) es de un espesor bastante pequeño que resultó ser despreciable para el modelo propuesto, pudiendo reproducir la curva simultáneamente con dos cuerpos. El primero es un paquete de sedimentos del Mesozoico cuyos espesores varían entre 0.5 y 7.5 Km., y el segundo, es un basamento de material ígneo, cuya profundidad se mantuvo constante en el modelo y fue de 4 Km., sin ser esta su profundidad real (ver fig. 5).



$$\rho_1 = -0.6$$

$$\rho_2 = 0.4$$

FIG. 6

TESIS PROFESIONAL
FRANCISCO M. PEREZ OROSCO
MODELO L. VENADO
FACULTAD DE INGENIERIA
SAN LUIS POTOSI DIC. 1987

CAPITULO IV

ANALISIS DE IMAGENES DE SATELITE

IV.1 Generalidades del Método.

El análisis de imágenes de satélite está comprendido dentro de los métodos de Percepción Remota, así como la interpretación de fotografías aéreas y algunos otros. Las dimensiones de una imagen de satélite son de 185 km. por lado, por tanto la mayor utilidad que presenta dicho método es para objetivos de regional.

En forma muy general el método de imágenes de satélite consiste en captar información a distancia de un objeto en una banda del espectro electromagnético, esta información depende en gran parte de la temperatura de los cuerpos (equilibrio térmico) y de la capacidad de reflexión de cada uno de ellos.

El satélite tiene un sensor que cuenta con un sistema de barredor multiespectral que le permite obtener cuatro imágenes simultáneas del mismo lugar en cuatro diferentes bandas espectrales a través de un mismo sistema óptico. Las cuatro bandas operan en la región espectral de luz solar reflejada con longitudes de onda que van de 0.5 a 1.1 μ , las cuales se muestran a continuación.

Banda Espectral No.	Intervalo de Operación de Longitud de Onda		
4	0.5	a	0.6 μ
5	0.6	a	0.7 μ
6	0.7	a	0.8 μ
7	0.8	a	0.9 μ

Además el sistema permite obtener 20 negativos por año de una misma zona.*

IV.2 Método de Interpretación.

Ya que el método de imágenes de satélite y el de fotografías aéreas son considerados de percepción remota, los principios y las bases de su interpretación son las mismas, con la ventaja en las imágenes de satélite de tener información de un mismo lugar en cuatro diferentes bandas espectrales, ya antes mencionadas.

Las imágenes del mismo lugar presentan diferentes utilidades dependiendo de la aplicación o aplicaciones que a estas se les da.

En base a investigaciones anteriores se a podido observar que las imágenes de las bandas 5 y 7 son las más adecuadas para un estudio de geología estructural, es por esta razón que las imágenes utilizadas en el presente trabajo fueron precisamente estas.

Por ejemplo en la banda 5 se pueden identificar distintos tipos de litología, si la cubierta vegetal es delgada; como en el caso de los depósitos aluviales que se identifican y diferencian de las rocas ígneas, no así en la banda 7 en donde se distinguen mejor las alineaciones o rasgos lineales originados por las estructuras geológicas.

*Para ampliar sobre el tema Imágenes de Satélite consultar tesis profesional de León del Río UNAM 1974

IV.7 Resultados de la Interpretación de las Imágenes de Satélite.

Al realizar la identificación de rasgos lineales sobre las imágenes se presentó el problema de que no se pudieron distinguir con facilidad dichos rasgos. Lográndose definir únicamente alineaciones sin importancia real para este trabajo, tales como: arroyos y algunos rasgos estructurales localizados fuera del área de trabajo los cuales no fueron de mucha ayuda.

Concretando los resultados de la interpretación de las imágenes no cumplieron con el objetivo planteado en el desarrollo de este trabajo.

Esto es una consecuencia de la intensa actividad erosiva ocurrida en la zona y que ha propiciado que las rocas más antiguas, queden cubiertas por sedimentos recientes, que ocultan los rasgos estructurales generados por la compleja historia tectónica de la región.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

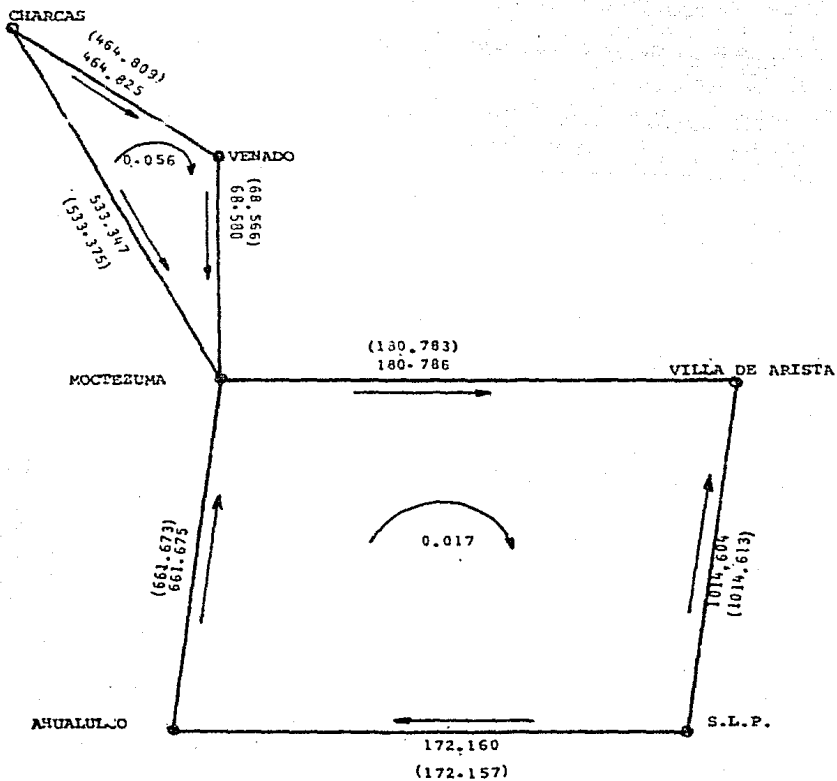
V.1 Conclusiones.

- 1.- Debido a que no fue posible identificar rasgos lineales de verdadero interés en las imágenes de satélite podemos afirmar que no se pudo cumplir con el objetivo planteado, y por tanto no brindaron ningún apoyo a la información obtenida con gravimetría.
- 2.- La presencia de cambios suaves en los perfiles gravimétricos de Charcas y Venado, son evidencia de que la cubierta de material de relleno (sedimentos del cuaternario) aparenta ser una planicie muy grande cuando en realidad enmascara una secuencia de rocas sedimentarias (calizas) bastante plegado, en donde algunas pliegues llegan a aflorar y están peneplaneados por la erosión.
- 3.- Al observar que la tendencia general de la gravedad al adentrarse al Valle tiende a incrementarse, se infiere que en esa dirección la cubierta de material de relleno se adelanta.
- 4.- En las dos últimas líneas (línea 1 y 2 Moctezuma) desaparecen los rasgos irregulares característicos del basamento, esto se correlaciona con una mayor profundidad de la posible secuencia plegada en las líneas antes mencionadas y por tanto un mayor espesor de la cubierta de material de relleno.
- 5.- La tendencia de la gravedad a incrementarse en los dos perfiles que están al norte del Valle de Villa de Arista (líneas de Charcas y de Venado), nos dan las bases para suponer que la inclinación del bloque caído, tiene una orientación sureste. Por tanto los mayores espesores de material de relleno y del paquete de sedimentos se esperan en el sureste de la zona y los menores en el noreste.
- 6.- Se considera que el área con mayores posibilidades de interés geohidrológico, se encuentra en la parte centro-oriental de la zona de trabajo, entre los poblados de Venado, Moctezuma y Villa de Arista, por encontrarse ahí los mayores espesores de material de relleno (aluvión y conglomerado) y de sedimentos del Cuaternario.

V.2 Recomendaciones.

- 1.- Se propone realizar dos perfiles gravimétricos más, uno al norte y otro al sur del poblado de Moctezuma con el fin de establecer mas detalladamente la posición en tres dimensiones del bloque basculado.
- 2.- Continuar la línea uno Moctezuma hacia ambos extremos del perfil, con el mismo objetivo de la recomendación anterior.
- 3.- Se recomienda también la realización de sondeos eléctricos verticales (SEV), cuyos centros de sondeos queden ubicados a lo largo de los perfiles gravimétricos ya existentes y de los propuestos, para realizar una mejor interpretación y de esta manera tener una mayor aproximación de la forma del basamento conformado por calizas. Lo cual sería una gran ayuda para establecer la geometría del paquete de sedimentos de relleno que conforman los acuíferos más importantes de la zona. Por esta parte este tipo de método indirecto (SEV), permitirá conocer otras características hidrogeológicas del relleno aluvial.

POLIGONO DE COMPENSACION DE BASES



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERÍA
DIVISIÓN DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA
Departamento de Geofísica

Esquema de Localización de Estación Base Gravimétrica

Estación Establecida por: FAC. ING. U.N.A.M.

Gravímetro: WORDEN THE MASTER

Gravimetría para: SAHOP

Gravedad Observada: 9782119.8 u.g.

Área: V. DE ARISTA-MOCTEZUMA-VENADO-CHARCAS- S.L.P.

Latitud: Y

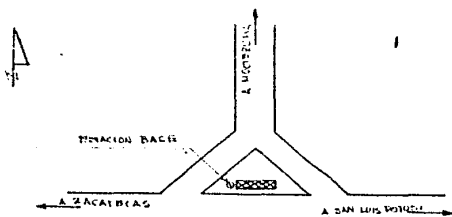
Provincia o Estado: SAN LUIS POTOSÍ

Longitud: X

Fecha: _____

ELEVACION: _____

ESQUEMA DE LOCALIZACION
AHUALULCO, S.L.P.



DESCRIPCIONES Y OBSERVACIONES

La estación base gravimétrica se ubicó en el BN de detenal, que se encuentra localizado en la base del monumento a Babilón Carmona y Julián Carrillo, en el entronque de las carreteras 3:

Moctezuma-Zacatecas-San Luis Potosí.

Observó: _____

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA
DIVISION DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA
Departamento de Geofísica

Esquema de Localización de Estación Base Gravimétrica SAN LUIS POTOSÍ, S.L.P.

Estación Establecida por: FAC. ING. U.N.A.M.

Gravímetro: WORDEN THE MASTER

Gravimetría para: SAHOP

Gravedad Observada: 978194.7.7

Área: V. DE ARISTA-HOCTEZUMA-VENADO-CHARCAS-S.L.P.

Latitud: _____ Y _____

Provincia o Estado: SAN LUIS POTOSÍ

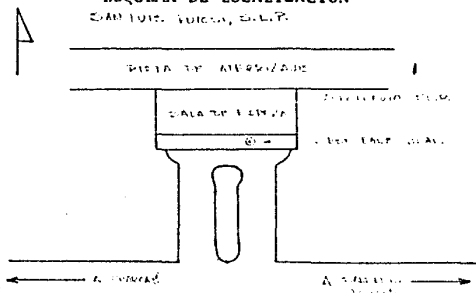
Longitud: _____ X _____

Fecha: _____

Elevación: 1959.90

ESQUEMA DE LOCALIZACION

SAN LUIS POTOSÍ, S.L.P.



DESCRIPCIONES Y OBSERVACIONES

La estación base gravimétrica se encuentra ubicada en la salida de la sala de espera del aeropuerto de S.L.P.

Observó: _____

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 DIVISION DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA
 Departamento de Geofísica

Esquema de Localización de Estación Base Gravimétrica VILLA DE ARISTA, S.L.P.

Estación Establecida por: FAC. ING. U.N.A.M.

Gravímetro: WORDEN THE MASTER

Gravimetría para: SAHOP

Gravedad Observada: 9782962.3 u.g.

Area: VILLA DE ARISTA, MOCTEZUMA, VENADO CHARCAS

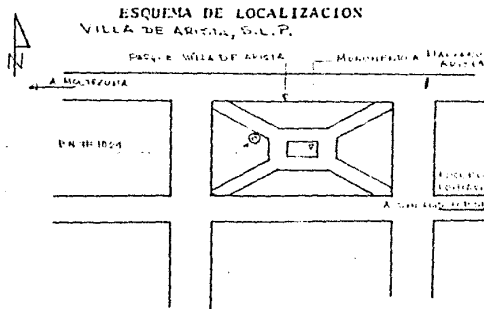
Latitud: _____ Y _____

Provincia ó Estado: SAN LUIS POTOSÍ

Longitud: _____ X _____

Fecha: _____

ELEVACION: 1614.60 m.



DESCRIPCIONES Y OBSERVACIONES

La estación de gravedad se ubicó en el banco de nivel #102 4 de detenal, localizado en la parte poniente - del Jardín central de esta localidad.

Observó: _____

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 DIVISION DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA
 Departamento de Geofísica

Esquema de Localización de Estación Base Gravimétrica VENADO, S.L.P.

Estación Establecida por: FAC. IHR, U.N.A.M.

Gravímetro: WORDEN THE MASTER

Gravimetría para: SAHOP

Gravedad Observada: 9782712.9 u.p.

Area: V. DE ARISTA-HOCTEZUMA-VENADO-CHARCAS-S.L.P.

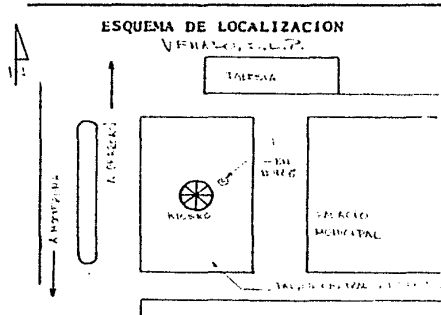
Latitud: Y

Provincia o Estado: SAN LUIS POTOSI

Longitud: X

Fecha: _____

ELEVACION: 1794.73 m.



DESCRIPCIONES Y OBSERVACIONES

La estación base gravimétrica se ubicó en el BN #965 - de detenal que se encuentra localizado frente al Palacio Municipal en el parque central, junto al kiosko.

Observó: _____

LÍNEA UNO MOCTEZUMA

ESTACION	GRAVEDAD	OBS.	ANOM DE BOU
0	9782775.	5000	-1932.8986
1	9782774.	9000	-1935.1820
2	9782779.	7000	-1953.0918
3	9782770.	9000	-1963.0645
4	9782773.	4000	-1964.8523
5	9782780.	2000	-1959.5943
6	9782785.	6000	-1956.4774
7	9782788.	1000	-1952.9896
8	9782786.	7000	-1955.4128
9	9782783.	4000	-1957.5988
10	9782783.	7000	-1961.8178
11	9782781.	7000	-1964.9876
12	9782779.	1000	-1973.1258
13	9782782.	2000	-1963.2873
14	9782787.	8000	-1973.5848
15	9782793.	5000	-1971.2907
16	9782804.	1000	-1963.8372
17	9782811.	9000	-1959.0160
18	9782821.	2000	-1950.3071
19	9782835.	4000	-1940.5923
20	9782846.	8000	-1952.9468
21	9782856.	4000	-1927.3775
22	9782843.	0000	-1924.8059
23	9782868.	6000	-1924.3210
24	9782872.	6000	-1924.2200
25	9782878.	2000	-1922.9970
26	9782883.	6000	-1920.3064
27	9782887.	7000	-1919.1934
28	9782895.	2000	-1917.4897
29	9782906.	5000	-1913.1372
30	9782916.	2000	-1906.2055
31	9782920.	3000	-1902.8696
32	9782918.	8000	-1906.7812
33	9782917.	2000	-1910.4993
34	9782916.	3000	-1915.3877

LINEA DOS MOCTEZUMA

ESTACION	GRAVEDAD	OBS.	ANOM DE BOU
1	9782941.	8000	-1905.0395
2	9782952.	5000	-1898.8636
3	9782959.	4000	-1892.3622
4	9782967.	9000	-1888.1799
5	9782976.	2000	-1884.0169
6	9782980.	4000	-1880.7144
7	9782987.	3000	-1875.2302
8	9782994.	4000	-1868.8281
9	9783000.	4000	-1863.6745
10	9783008.	8000	-1856.6255
11	9783021.	4000	-1844.0724
12	9783028.	3000	-1839.9757
13	9783042.	3000	-1825.4308
14	9783065.	9000	-1802.8496
15	9783062.	3000	-1806.7234
16	9783062.	3000	-1807.8782
17	9783067.	6000	-1803.7124
18	9783073.	3000	-1801.0304
19	9783069.	6000	-1808.4520

LINEA UNO VENADO

ESTACION GRAVEDAD DDD. ANCHO DE BOU

42	97823544	3000	-2016	3097
41	97823557	2000	-1989	1718
40	97823567	0000	-1964	0953
39	97823574	7000	-1964	4743
38	97823562	1000	-1959	0805
37	97823556	4000	-1965	5470
36	97823567	3000	-1965	6764
35	97823539	7000	-1998	1905
34	97823526	5000	-2029	5317
33	97823522	6000	-2041	3357
32	97823528	1000	-2039	3357
31	97823559	1000	-2008	9833
30	97823575	3000	-1993	9342
29	97823576	5000	-2010	5449
28	97823577	0000	-2004	5073
27	97823586	4000	-1997	4167
26	97823595	0000	-1997	7838
25	97823599	7000	-2000	2356
24	9782412	9000	-2001	4172
23	9782418	3000	-2016	5178
22	9782428	0000	-2027	3967
21	9782442	0000	-2031	8779
20	9782451	3000	-2034	4098
19	9782459	2000	-2026	2190
18	9782483	1000	-2007	2673
17	9782491	1000	-2001	3425
16	9782496	7000	-1993	7921
15	9782492	7000	-1998	8978
14	9782498	2000	-1998	6842
13	9782517	2000	-2007	8120
12	9782539	9000	-1974	2215
11	9782529	4000	-1978	1093
10	9782564	5000	-1957	4186
9	9782571	7000	-1967	1780
8	9782576	5000	-1978	9407
7	9782583	5000	-1986	6836
6	9782592	3000	-1988	1273
5	9782601	1000	-1990	0341
4	9782608	7000	-1993	1177
3	9782637	3000	-1982	1442
2	9782670	7000	-1972	7459
1	9782683	7000	-1959	0738

LINEA DOS VENADO

ESTACION	GRAVEDAD	OBS.	ANOM DE BOU
1	9782789.	5000	-1963.1027
2	9782793.	9000	-1964.4301
3	9782804.	8000	-1959.9730
4	9782816.	0000	-1953.5539
5	9782823.	4000	-1951.6086
6	9782828.	7000	-1950.1891
7	9782828.	5000	-1954.3869
8	9782831.	5000	-1948.6473
9	9782839.	7000	-1940.5457
10	9782841.	6000	-1946.4337
11	9782837.	1000	-1955.6514
12	9782836.	9000	-1956.6439
13	9782835.	9000	-1955.5535
14	9782833.	3000	-1948.4843
15	9782838.	6000	-1966.4120
16	9782851.	6000	-1957.5006
17	9782852.	3000	-1956.7556
18	9782853.	9000	-1951.6149
19	9782856.	6000	-1950.0089
20	9782872.	6000	-1944.8377
21	9782891.	6000	-1932.8583
22	9782896.	8000	-1928.9096
23	9782897.	3000	-1926.7460
24	9782902.	1000	-1921.8253
25	9782906.	7000	-1914.1694
26	9782906.	7000	-1915.9758
27	9782904.	0000	-1913.0914
28	9782901.	6000	-1916.9314
29	9782899.	2000	-1920.4415
30	9782907.	9000	-1921.1340
31	9782901.	8000	-1922.8895
32	9782906.	0000	-1919.0915
33	9782900.	7000	-1913.9132
34	9782898.	7000	-1913.7911
35	9782887.	9000	-1927.6223
36	9782884.	3000	-1931.7782
37	9782877.	5000	-1927.1064
38	9782874.	1000	-1914.4251
39	9782862.	6000	-1902.6858
40	9782863.	1000	-1893.0557
41	9782851.	5000	-1890.1383
42	9782841.	9000	-1887.3965
43	9782833.	4000	-1884.8733
44	9782826.	9000	-1883.3787

LINEA TRES VENADO

ESTACION GRAVEDAD OBS. ANDM DE BOU

33	9782955.7000	-1810.6152
32	9782956.5000	-1805.6919
31	9782957.7000	-1801.7600
30	9782957.7000	-1793.6136
29	9782950.3000	-1794.5739
28	9782949.6000	-1794.1097
27	9782948.9000	-1793.5245
26	9782945.5000	-1792.2669
25	9782941.0000	-1793.6302
24	9782938.1000	-1793.5019
23	9782928.8000	-1793.7443
22	9782926.3000	-1788.7437
21	9782929.9000	-1787.5192
20	9782932.7000	-1790.5105
19	9782935.4000	-1779.6728
18	9782942.0000	-1777.5063
17	9782948.5000	-1778.1910
16	9782939.2000	-1787.2701
15	9782920.5000	-1756.6908
14	9782922.0000	-1773.8052
13	9782920.8000	-1749.9136
12	9782922.6000	-1772.5517
11	9782929.6000	-1774.0816
10	9782918.6000	-1782.5903
9	9782905.1000	-1792.5006
8	9782895.9000	-1803.1248
7	9782889.1000	-1831.9317
6	9782888.3000	-1850.6312
5	9782895.9000	-1815.8163
4	9782904.6000	-1798.5557
3	9782903.5000	-1795.1413
2	9782892.2000	-1797.4405
1	9782850.9000	-1813.5000

LINEA UNO CHARCAS

ESTACION	GRAVEDAD	OBS.	ANOM DE BOU
7W	9781944.4000		-2094.0981
6W	9782020.7000		-2102.7788
5W	9782050.7000		-2097.3259
4W	9782016.9000		-2095.4855
3W	9782051.5000		-2096.3153
2W	9782076.6000		-2098.0647
1	9782090.2000		-2101.9831
2	9782096.9000		-2098.6985
3	9782086.7000		-2116.7293
4	9782097.8000		-2114.8498
5	9782120.4000		-2118.1309
6	9782140.0000		-2130.9961
7	9782164.3000		-2149.1637

LINEA DOS CHARCAS

ESTACION	GRAVEDAD	OBS.	ANOM DE BOU
8	9782114.8000		-2162.8793
9	9782132.8000		-2174.0513
10	9782140.8000		-2149.7421
11	9782162.0000		-2152.9705
12	9782188.6000		-2151.0016
13	9782214.6000		-2147.1341
14	9782214.5000		-2140.4721
15	9782239.3000		-2136.1724
16	9782260.3000		-2132.3906
17	97822306.7000		-2142.3155
18	9782344.8000		-2097.8405
19	9782354.2000		-2102.8682
20	9782371.0000		-2112.0743
21	9782392.7000		-2117.8917
22	9782403.0000		-2113.2710

LINEA TRES CHARCAS

ESTACION GRAVEDAD OBS. ANOM DE BOU

1	9782384.6000	-2087.5385
2	9782397.0000	-2083.7008
3	9782402.7000	-2087.6301
4	9782414.2000	-2085.7903
5	9782421.3000	-2089.5491
6	9782430.1000	-2094.5842
7	9782434.6000	-2097.0060
8	9782444.6000	-2098.4259
9	9782457.6000	-2092.9171
10	9782469.4000	-2089.2105
11	9782487.6000	-2082.5194
12	9782491.4000	-2088.2302
13	9782514.6000	-2074.7535
14	9782528.3000	-2066.5962

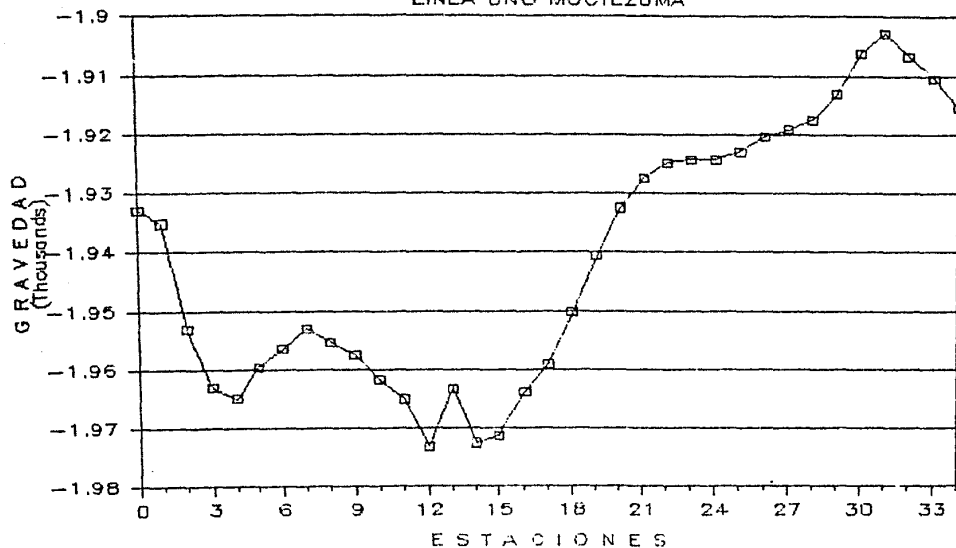
LINEA CUATRO CHARCAS

ESTACION GRAVEDAD OBS. ANOM DE BOU

1	9782562.6000	-2045.1663
2	9782568.9000	-2043.1468
3	9782572.3000	-2044.7517
4	9782576.8000	-2043.5822
5	9782588.8000	-2030.7733
6	9782597.0000	-2006.8711
7	9782571.0000	-1978.0488
8	9782540.2000	-1968.4592
9	9782466.7000	-2047.4904
10	9782486.6000	-2035.7399
11	9782497.9000	-2020.3995
12	9782504.0000	-2009.2408

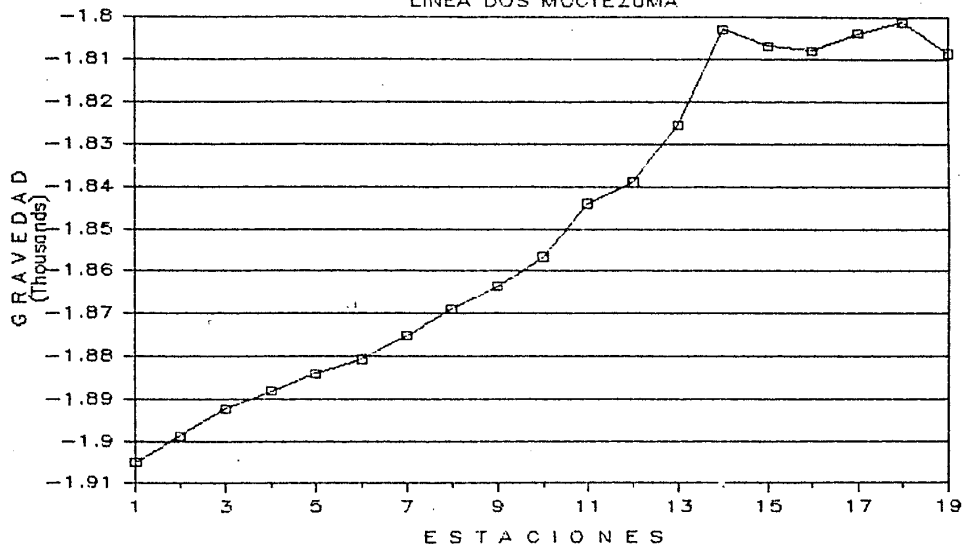
A N O M A L I A D E B O U G U E R

L I N E A U N O M O C T E Z U M A



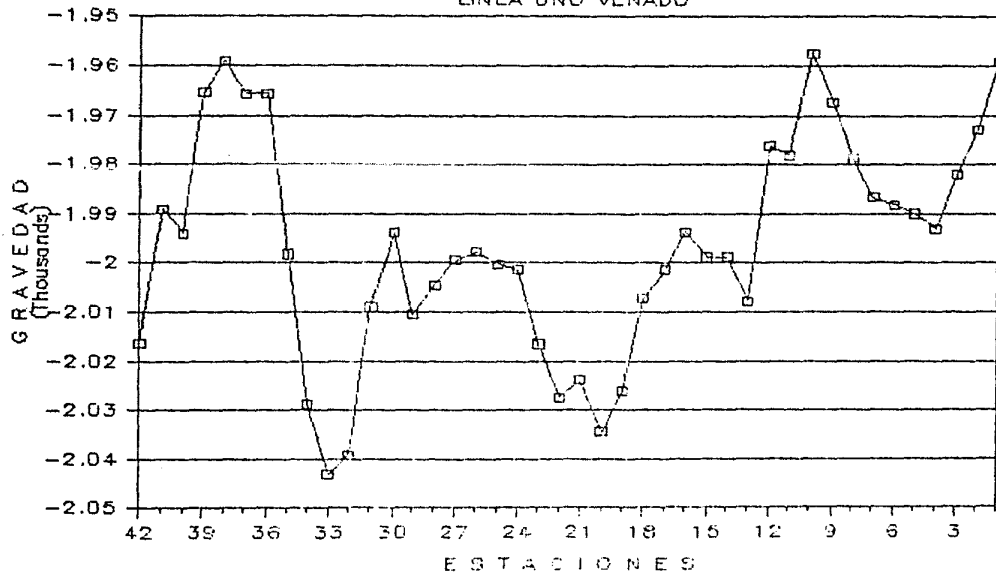
ANOMALIA DE BOUGUER

LINEA DOS MOCTEZUMA



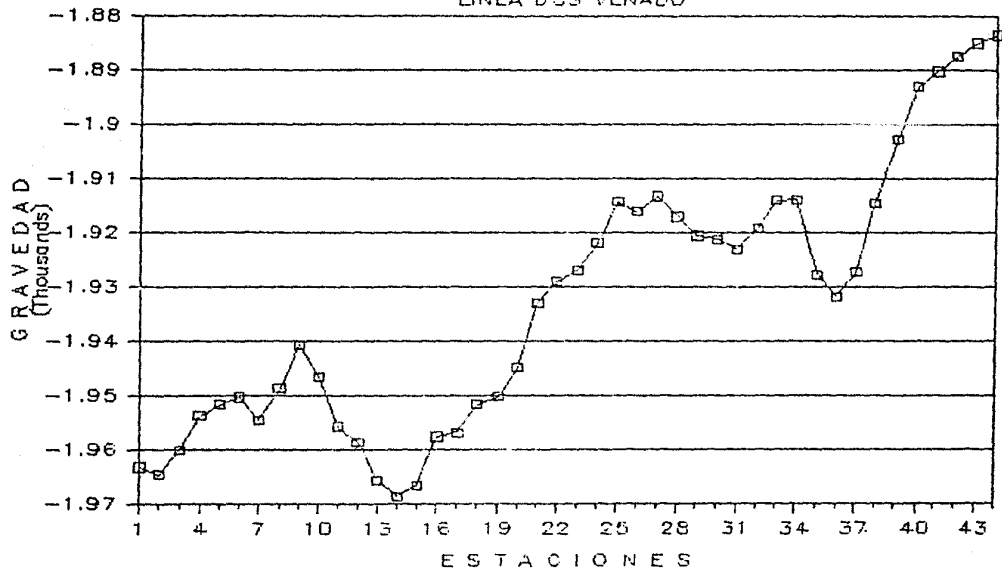
ANOMALIA DE BOUGUER

LÍNEA UNO VENADO



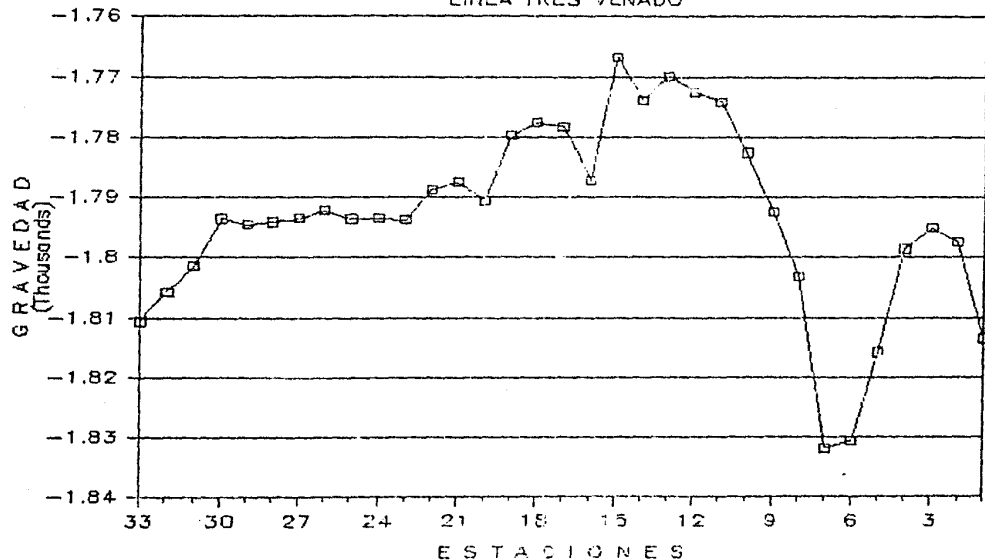
ANOMALIA DE BOUGUER

LINEA DOS VENADO



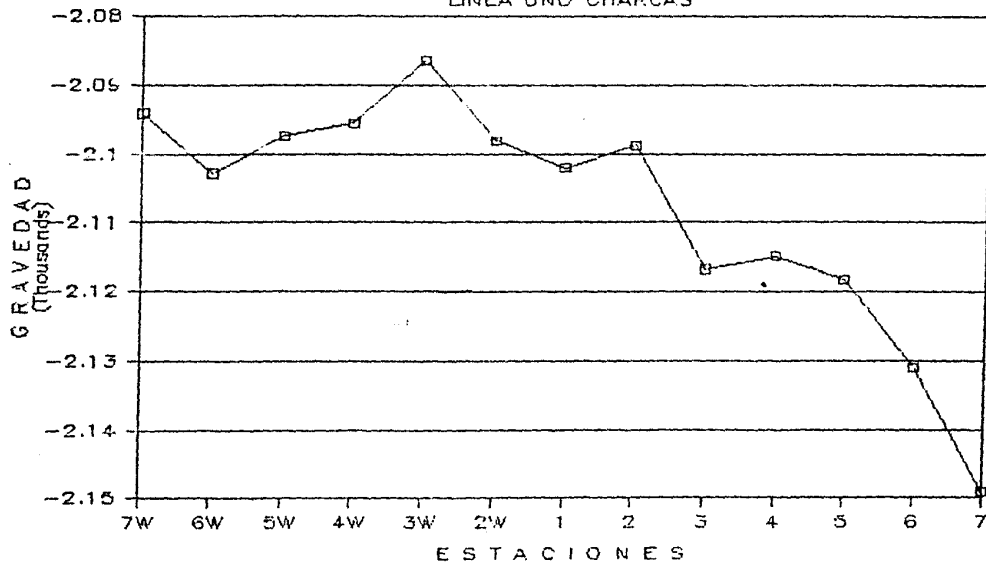
ANOMALIA DE BOUGUER

LINEA TRES VENADO



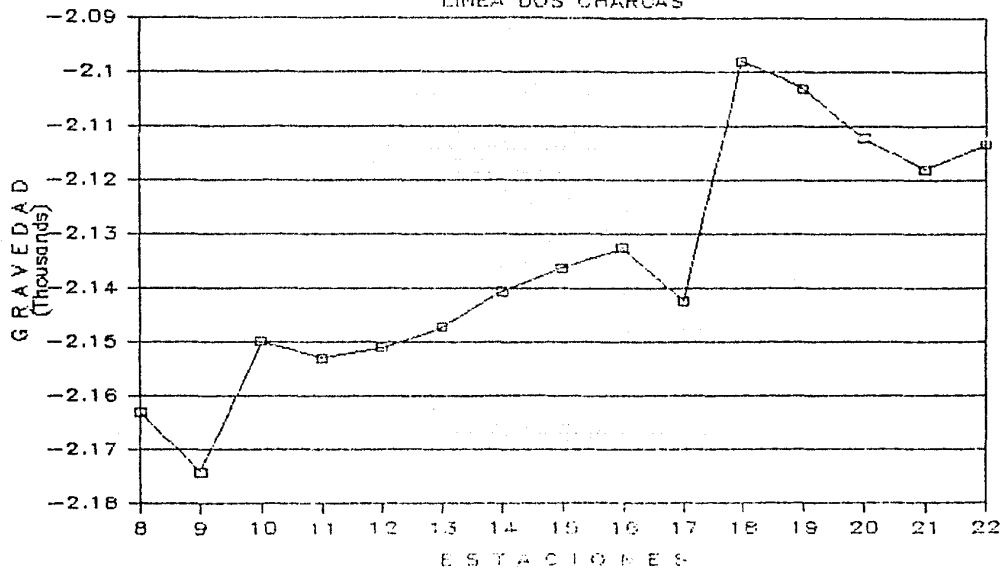
ANOMALIA DE BOUGUER

LÍNEA UNO CHARCAS



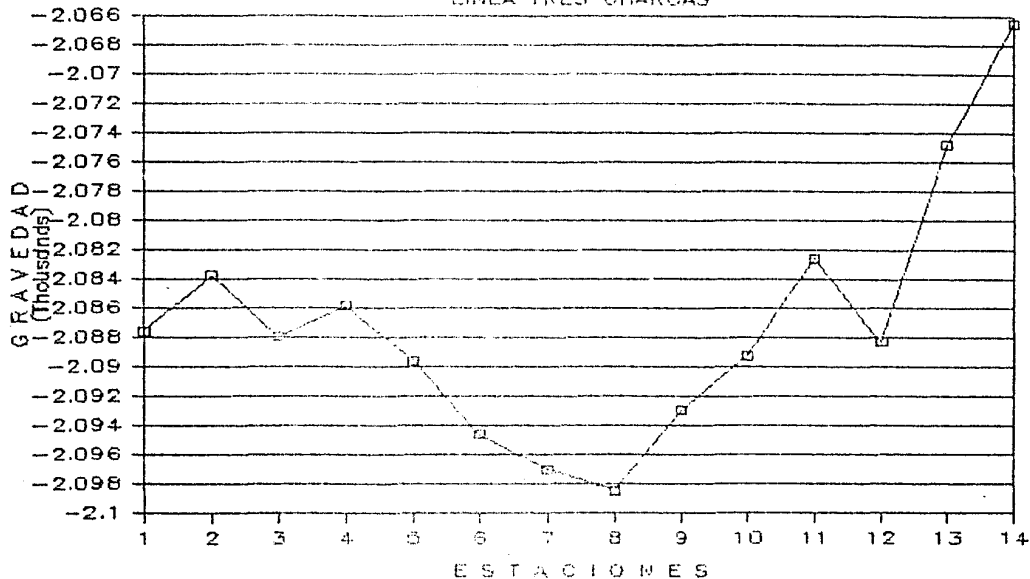
ANOMALIA DE BOUGUER

LINEA DOS CHARCAS



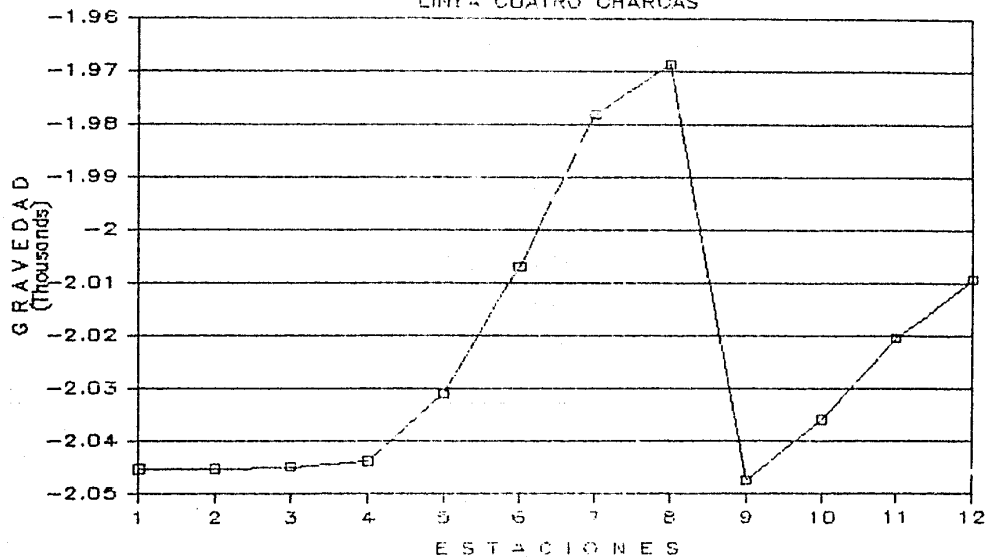
A N O M A L I A D E B O U G U E R

LINEA TRES CARGAS



ANOMALIA DE BOUGUER

LINIA CUATRO CHARCAS



MODTRES.MGR

Description : TESIS PROFESIONAL
FRANCISCO MARTIN PEREZ GONZALO
MODELADO LINEA TRES VENADO

The spatial scale is measured in kilometers.

The Earth model:

Corner		Body 1	Body 2	Body 3	Body 4	Body 5
# 1	x=	0	6.828	12.986	0	6.828
	y=	.000001	.000001	.000001	2	.5
# 2	x=	6.828	12.986	12.986	.718	9.3
	y=	.000001	.000001	3.5	1	.5
# 3	x=	6.828	10.8	12.186	5.031	8.5
	y=	.5	.5	3.5	1.5	3.5
# 4	x=	5.63	10	12.22	5.63	10
	y=	.5	3.5	.5	.5	3.5
# 5	x=	5.031	8.5	10.8	6.828	10
	y=	1.5	3.5	.5	.5	4
# 6	x=	.718	9.3	12.986	6.828	6.828
	y=	1	.5	.000001	4	4
# 7	x=	0	6.828		0	6.828
	y=	2	.5		4	.5
# 8	x=	0	6.828		0	
	y=	.000001	.000001		2	
Density =		-1.6	-1.6	-1.6	.4	.4

Corner		Body 6
# 1	x=	10.8
	y=	.5
# 2	x=	12.22
	y=	.5
# 3	x=	12.186
	y=	3.5
# 4	x=	12.786
	y=	3.5
# 5	x=	12.986
	y=	4
# 6	x=	10
	y=	4
# 7	x=	10
	y=	3.5
# 8	x=	10.8
	y=	.5
Density =		.4

Gravity field background =-1795

{

Declination = 0

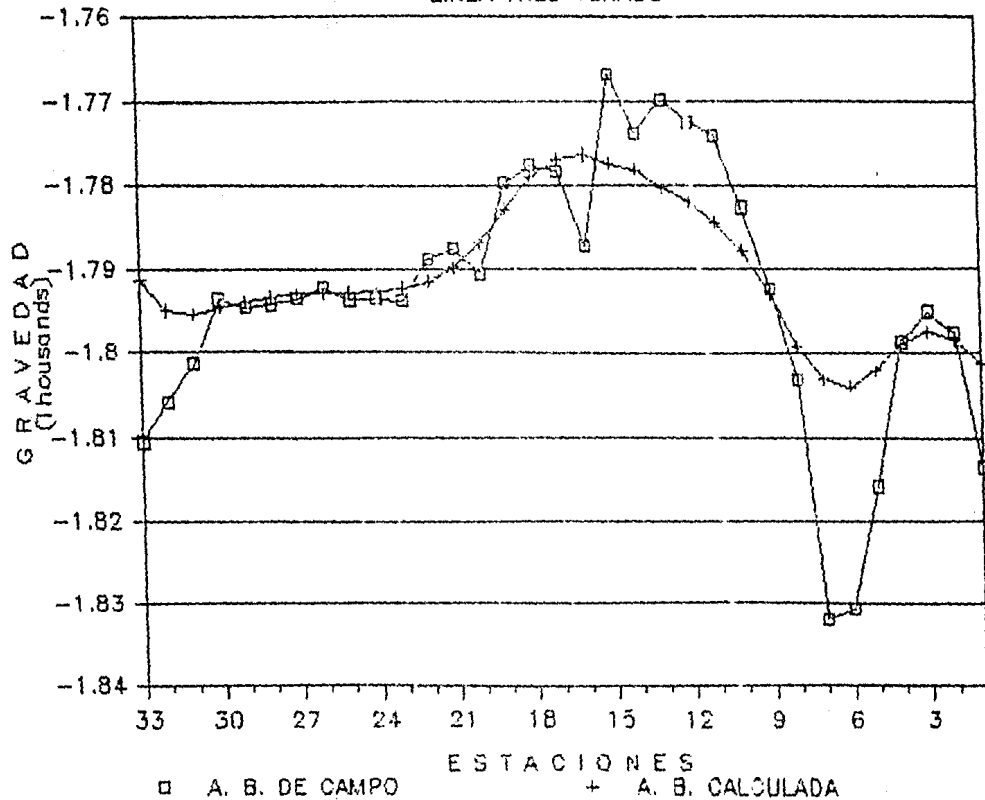
Inclination = 0

The gravity data and response 1

No.	X-axis	Data	No.	X-axis	Response
1	0	-1810.615	1	0	-1791.271
2	.28	-1805.692	2	.382	-1794.9
3	.68	-1801.36	3	.764	-1795.373
4	1.08	-1793.614	4	1.146	-1794.594
5	1.48	-1794.574	5	1.328	-1793.769
6	1.88	-1794.11	6	1.91	-1793.224
7	2.28	-1793.526	7	2.297	-1792.951
8	2.68	-1792.567	8	2.674	-1792.851
9	3.08	-1793.63	9	3.056	-1792.806
10	3.48	-1793.507	10	3.438	-1792.687
11	3.88	-1793.745	11	3.82	-1792.304
12	4.28	-1788.764	12	4.202	-1791.433
13	4.68	-1787.519	13	4.584	-1789.74
14	5.08	-1790.511	14	4.966	-1786.864
15	5.48	-1779.673	15	5.348	-1782.803
16	5.88	-1777.506	16	5.73	-1778.927
17	6.28	-1778.191	17	6.112	-1776.834
18	6.68	-1787.27	18	6.494	-1774.342
19	7.18	-1766.691	19	6.876	-1777.309
20	7.38	-1773.805	20	7.258	-1778.107
21	7.78	-1769.914	21	7.64	-1780.381
22	7.98	-1772.552	22	8.022	-1781.873
23	8.26	-1774.082	23	8.404	-1784.395
24	8.56	-1782.59	24	8.786	-1787.711
25	8.96	-1792.501	25	9.168	-1793.165
26	9.36	-1803.125	26	9.55	-1799.109
27	9.76	-1831.932	27	9.932	-1803.16
28	10.16	-1830.631	28	10.314	-1804.022
29	10.56	-1815.816	29	10.696	-1802.083
30	10.96	-1798.556	30	11.078	-1798.928
31	11.36	-1793.161	31	11.46	-1797.344
32	11.76	-1797.441	32	11.842	-1798.311
33	12.16	-1813.5	33	12.224	-1801.307

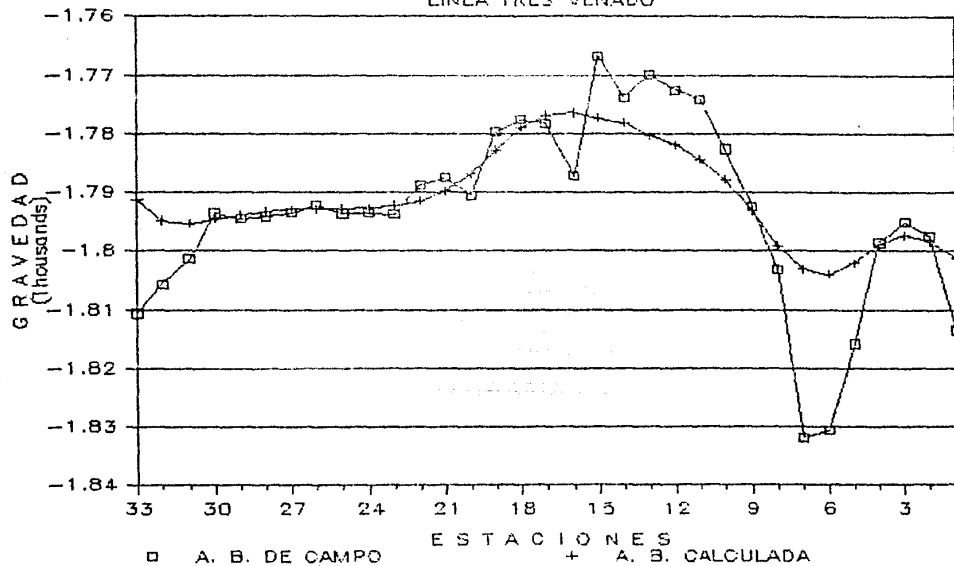
ANOMALIA DE BOUGUER

LINEA TRES VENADO



ANOMALIA DE BOUGUER

LÍNEA TRES VENADO



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

- 1.- SHAOP-FI (1981), Estudio Geohidrológico Regional del Area Ubicada en los Municipios de Charcas, Venado, y Moctezuma en el Estado de San Luis Potosí.
- 2.- Jiménez, D. I. Porras Luna, R. P. Rivera Carranco E. (1982). Geología de la Región Charcas-Venado, S. L. P. Mexico. Tesis Profesional. 145p.
- 3.- Gerardo Suarez Reynoso, Andres Tejero Andrade (1976). Isostasia y Grosor en el Altiplano Mexicano. Tesis Profesional. 54p.