

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**



**MODELO METALOGENETICO DE LOS YACIMIEN-  
TOS URANIFEROS DEL AREA DE LA SIERRITA  
NUEVO LEON Y TAMAULIPAS.**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO GEOLOGO  
P R E S E N T A**

**APOLINAR HERNANDEZ HERNANDEZ**

**México, D. F.**

**1977**



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA  
EXAMENES PROFESIONALES  
60-1-101

Al Pasante señor APOLINAR HERNANDEZ HERNANDEZ,  
P r e s e n t e .

En atención a su solicitud relativa, me es grato transcribir a usted a continuación el tema que aprobado por esta Dirección propuso el Profesor M. C. Rafael Rodríguez Torres para que lo desarrolle como tesis en su Examen Profesional de INGENIERO GEOLOGO.

"MODELO METALOGENETICO DE LOS YACIMIENTOS URANIFEROS DEL AREA DE LA SIERRA NUEVO LEON Y TAMAULIPAS"

- I. Generalidades  
Antecedentes  
Geología regional
- II. Geología de exploración  
Modelo metalogenético  
Litología del intervalo mineralizado  
Definición de criterios
- III. Geología de prospección  
Extrapolación de conceptos  
Definición de prospectos  
Aplicación de criterios
- IV. Conclusiones
- V. Recomendaciones para un programa de prospección directa

Ruego a usted tomar debida nota de que en cumplimiento de lo especificado por la Ley de Profesiones, deberá prestar Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito indispensable para sustentar Examen Profesional; así como de la disposición de la Dirección General de Servicios Escolares en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado.

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPIRITU"  
Cd. Universitaria, D. F., a 18 de enero de 1977  
EL DIRECTOR

ING. ENRIQUE DEL VALLE CALDERON

EVC/MRV/glt.

*A mis padres*

*Sr. Mario Hernández A.*

*Sra. Martha Felipa Hernández M.*

*Con cariño y respeto.*

*A mis hermanos*

*Valentín Rosa*

*Noé Dolores*

*Mario Martha*

*Ramón Isabel*

*A mi Esposa*

*Aurelia Dávila de Hernández*

*A mi hijo*

*Luis Alberto*

*A mis maestros*

*Con profundo agradecimiento*

*por sus enseñanzas.*

*A mi Escuela.*

## INDICE

	<i>Pág.</i>
RESUMEN -----	1
INTRODUCCION -----	3
 <b>CAPITULO I</b>  	
GENERALIDADES -----	5
A) <i>Antecedentes</i>	
1) <i>Objetivos de los estudios</i> -----	5
2) <i>Métodos de trabajo</i> -----	5
3) <i>Trabajos previos</i> -----	7
B) <i>Geología Regional</i>	
I) <i>Geografía</i>	
1) <i>Localización y vías de acceso</i> -----	9
2) <i>Clima y vegetación</i> -----	10
3) <i>Población y cultura</i> -----	11
II) <i>Fisiografía</i>	
1) <i>Geomorfología</i> -----	12
2) <i>Hidrografía</i> -----	13
III) <i>Geología</i>	
<i>Generalidades de la "Cuenca de Burgos"</i> -----	15
1) <i>Estratigrafía</i> -----	16
<i>Eoceno</i> -----	16
<i>Oligoceno</i> -----	18
<i>Mioceno</i> -----	25
2) <i>Geología Estructural</i> -----	27
3) <i>Sedimentología y Paleoecología</i> -----	28
4) <i>Geología Histórica</i> -----	31
 <b>CAPITULO II</b>  	
GEOLOGIA DE EXPLORACION -----	35

	Pág.
1) Modelo Metalogenético -----	35
2) Litología del intervalo Mineralizado -----	37
3) Definición de Criterios -----	38

### CAPITULO III

#### GEOLOGIA DE PROSPECCION

1) Interpolación y Extrapolación de Conceptos estratigráficos y/o Paleoecológicos -----	45
2) Definición de Areas favorables y/o Prospectos Geológicos. -----	47
3) Aplicación de Criterios -----	49

### CAPITULO IV

#### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES PARA UN PROGRAMA DE PROSPECCION DIRECTA EN UN AREA CONOCIDA

1) Conclusiones -----	53
2) Recomendaciones para un programa de prospeccion directa en un área conocida -----	54
BIBLIOGRAFIA -----	59

### ANEXOS INCLUIDOS EN EL TEXTO

	Entre Págs
Plano de localización del área estudiada. -----	9-10
Fig. 1.- Tabla estratigráfica -----	16-17
Fig. 2.- Sección idealizada -----	31-32
Fig. 3.- Sección idealizada E-W -----	35-36
Fig. 4.- Sección N-S Transversal a la dirección del curso fluvial, mostrando influencia de soluciones mineralizadas -----	36-37
Fig. 5.- Radio de Acción en forma de abanico de soluciones mineralizadas -----	37-38
Fig. 6.- Sección estratigráfica E-W "área La Coma" (en bolsa, al final del texto). -----	
Fig. 7.- Recomendaciones para un programa de prospección directa en área conocida -----	54-55
Fig. 8.- Plano Geológico del Oligoceno en el área de "La Sierrita" Edo. de Nuevo León y Tamps. (en bolsa al final del texto.	

	Pág.
1) Modelo Metalogénico -----	35
2) Litología del intervalo Mineralizado -----	37
3) Definición de Criterios -----	38

### CAPITULO III

#### GEOLOGIA DE PROSPECCION

1) Interpolación y Extrapolación de Conceptos - estratigráficos y/o Paleocológicos - -----	45
2) Definición de Areas favorables y/o Prospectos Geológicos -----	47
3) Aplicación de Criterios -----	49

### CAPITULO IV

#### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES PARA UN PROGRAMA DE PROS- PECCION DIRECTA EN UN AREA CONOCIDA

1) Conclusiones -----	53
2) Recomendaciones para un programa de prospección directa en un area conocida -----	54
BIBLIOGRAFIA -----	59



## 1.- R E S U M E N

El desarrollo de la exploración directa con barrenación en el "prospecto geológico La Coma", que posteriormente pasó a ser "yacimiento La Coma", sirvió para observar, experimentar y compilar toda una gama de criterios geológicos y radiométricos que en menor o mayor frecuencia se repetían en el desarrollo de la exploración.

La aplicación de estos factores vendrían a dar la pauta en exploraciones futuras, simplificando, orientando y seleccionando áreas prospecto potencialmente uraníferas.

Con el descubrimiento del "yacimiento Buenavista", se comprobaron algunos factores índices; surgiendo de inmediato la inquietud por relacionar ambos yacimientos a un mismo proceso de formación; para esto era necesario formular un "modelo metalogénico" que se adaptara al marco geológico existente.

De inmediato se procedió a integrar la información surgida de la exploración en ambas áreas comprobándose la similitud y equivalencia simétrica que observan con respecto al "Conglomerado Norma", ubicándose ambos depósitos en arenas de la Fm. Frío, este criterio sentó las bases para la creación del "modelo metalogénico" que explica la posible génesis de ambas menas en sedimentos del Oligoceno medio.

La extrapolación de los conceptos conocidos en especial el "modelo metalogénico", seleccionó los sedimentos arenosos de la Fm. Frío desechando el resto de formaciones aflorantes en la "Cuenca sedimentaria de Burqos"; considerando la similitud geológica de éstas hacia el Sur de las áreas minera-

lizadas.

Los prospectos resultantes, son objeto de programas exploratorios, elaborados de acuerdo a las condiciones geológicas y de extensión, existentes en cada área.

## I N T R O D U C C I O N

A consecuencia de los cada vez más amplios programas - de exploración uranífera en la "Cuenca de Burgos", a cargo del - I.N.E.N., se ha hecho virtualmente necesario disponer de planos geológicos a detalle, así como la inferencia de "modelos metalogenéticos", en base a los yacimientos ya existentes, que expliquen la acumulación del mineral y por consiguiente sirvan para - comparación y aplicación en otras áreas, naturalmente teniendo - en cuenta que, en cada yacimiento existen variables que no admiten comparación, pero que ayudan a formar una idea general del - marco geológico, permitiendo efectuar una interpolación y extrapolación de conceptos encaminados a la prospección uranífera.

Para este estudio se dispuso del área La Sierrita, que incluye los yacimientos "La Coma" y "Buenavista" localizados en el Estado de Nuevo León; ambas áreas sirvieron de base para inferir un "modelo metalogenético" resultado de la integración de datos, experiencias y criterios establecidos en la prospección - del uranio; así como también definir en forma más detallada la - geología local del área.

Para el desarrollo de esta tesis se contó con las siguientes colaboraciones, a cuyas personas deseo expresar mi agradecimiento.

A la Dirección de Exploración y Explotación Minera, -- del Instituto Nacional de Energía Nuclear, por permitir la publicación del presente trabajo.

Al Sr. M. en C. Rafael Rodríguez Torres, por la dirección en la elaboración de esta tesis.

*Al M. en C. Sergio Constantino Herrera, al Dr. Carlos Veléz Ocón, Director General del I.N.E.N., a los Ings. Alberto Cansino Castañeda y Enrique Rodríguez Soto, y a todo el personal del I.N.E.N., por la ayuda prestada para llevar a efecto la realización de este trabajo.*

CAPITULO I  
GENERALIDADES

A).- Antecedentes:

1.- Objetivos de los Estudios:

El enfoque principal de este estudio radica en elaborar y presentar un "modelo metalogenético" que auxilie en la prospección del mineral de uranio en rocas terciarias de la "Cuenca de Burgos".

Este modelo se suma a los criterios geológicos existentes, constituyéndose en un efectivo auxiliar en prospecciones futuras, seleccionando y reduciendo grandes extensiones de terreno, dirigiendo programas de exploración en áreas definidas bajo previa extrapolación y comprobación de conceptos geológicos ya conocidos.

La génesis de los yacimientos "La Coma" y "Buenavista" se explican con el planteamiento del "modelo metalogenético", surgiendo una estrecha relación simétrica entre ambas a partir de un cause fluvial ("Conglomerado Norma") afectando a cuerpos arenosos de la Fm. Frío. Estratos que actualmente sirven de receptáculo al mineral de uranio, -- comprobándose con programas de exploración en otras formaciones, que hasta el momento es el único intervalo estratigráfico capaz de almacenar a éste, por las razones que en el capítulo "modelo metalogenético" se mencionan.

2.- Métodos de trabajo.

Para la complementación de este trabajo se hizo uso de información bibliográfica de la estratigrafía de la ---

"Cuenca de Burgos", compilada de tesis, boletines y publicaciones de Pemex, así como del mismo programa de exploración uranífera desarrollado por el I.N.E.N. en los Estados de Nuevo León y Tamaulipas, con auxilio de análisis químicos, radiométricos y petrográficos.

La integración geológica local y regional, se efectuó con información existente en el I.N.E.N. y en base a fotografías aéreas verticales escala 1:65,000 así como con ayuda de secciones geológicas superficiales y de subsuelo.

Posteriormente se programan barridos aéreos sistemáticos de prospección geofísica, obteniendo información en planos de isorradadas como áreas anómalas de interés.

Inmediato a esto viene un programa de geofísica terrestre para comprobar las zonas de mayor alto radiométrico; surgiendo aquí áreas prospecto sugeribles a programa de exploración abierta con barrenación profunda.

La retícula de barrenación es flexible dependiendo de que si es programación abierta (primaria) o programa de bloqueo (en cuerpo anómalos radiactivo).

La etapa en lo referente a interpretación de registros es trabajo minucioso de vital interés ya que de ello depende si a un área se le considera favorable, potencialmente uranífera o desechable.

Del registro eléctrico se tendrá la capacidad receptora de los estratos arenoso y del registro de rayos gamma, la potencialidad anómala de los mismos.

La morfología, ubicación, ley del mineral y evaluación litológica, se obtiene elaborando secciones estrati-

aráficas, con ayuda de las descripciones en el muestreo de canal y con los registros corridos en los pozos; en caso de no existir mineral, se infiere posibilidades en base a estructuras interpretadas y a la mineralogía contenida; en último caso a la mayor o menor radiactividad registrada.

Directamente en el campo se efectúan descripciones megascópicas de litología, de las muestras de canal obtenidas en la barrenación y descripciones petrográficas al microscopio de las mismas en gabinete.

Al interpretarse la litología de las muestras de canal, se aplican los criterios mineralógicos que estadísticamente aparecen con más frecuencia en zonas mineralizadas o alejadas de éstas; en forma idéntica se analizan los criterios estructurales y sedimentarios.

Para obtener la ley del mineral  $U_3O_8$  en % se efectúan análisis químicos y radiométricos, utilizando posteriormente esta ley para una reevaluación del yacimiento y definir concretamente las reservas.

### 3.- Trabajos Previos:

La "Cuenca de Burgos" ha sido objeto de amplios estudios a cargo de Petróleos Mexicanos, CETENAL y compañías particulares como GEOCA, Esta última con enfoque en la prospección del mineral de uranio.

Otros trabajos de meritoria importancia se publicaron en 1962 como "Apuntes de Geología de México" (Alvarez Jr.). Valiosa información se tiene también de las excursiones A-14 y C-6 del Congreso Geológico Internacional, (1956).

Interesantes trabajos de Tesis, entre los cuales se encuentra el "Estudio Geológico del Campo Petrolero Pascualito" ubicado en el Edo. Tam. por el Ing. José Bernardo -- Martel Andrade (1969), "Estudio Geológico-Radiométrico del área SW de Cd. Mier, Tam." (1974) del Ing. José Ma. Chávez Aguirre. Del Ing. Manuel Campos Madrigal (1967), "Geología del Area La Sierrita, Municipio de Gral. Bravo, Estado de Nuevo León, México", "Estudio Geológico Económico del Vaciamiento Uranífero La Coma, Estado de Nuevo León", (1974) -- Ing. Simeón Pérez Sibaja y "Exploración Geológica de Depósitos Uraníferos en la Cuenca de Burgos" (1975), por el -- Ing. Mario Enrique Cabrera Valdés.



B). - Geografía Regional:

I. - Geografía.

1. - Localización y vías de acceso.

El área en estudio, en parte, queda incluida entre las coordenadas geográficas  $25^{\circ}45'$  y  $26^{\circ}00'$  de la latitud Norte y los  $98^{\circ}38'$ ,  $98^{\circ}45'$  de longitud al Oeste de Greenwich, con una distancia de 49 Km. y rumbo SW, de la ciudad de Reynosa, Tam.

Esta unidad fisiográfica "La Sierrita" ocupa la porción central de la "Cuenca de Burgos" a la altura del Km. 148 de la carretera Matamoros-Mazatlán en su tramo Reynosa-Monterrey.

Las vías de acceso que conducen al área son: la carretera Monterrey-Matamoros que pasa por Reynosa, Tamps., a la altura del Km. 148 en su tramo Reynosa-Monterrey, lugar donde se toma camino revestido que entronca a la izquierda y conduce a "El Puerto", campamento del Instituto Nacional de Energía Nuclear con distancia de 8 Km. del punto de desviación; - este mismo camino conduce a los ranchos Chapote y Chapeño; en este último se desarrolló programa de exploración directa mediante perforaciones con máquina rotaria a cargo de GEOCA para el I.N.E.N.

En el rancho la Sierrita a orillas de la carretera, existe desviación a la derecha llegando de Reynosa, comunica a los ranchos El Papalote, Piedras y Santa Gertrudis y al "yacimiento Buenavista".

Otras brechas que atraviesan el área y siendo sólo transitables durante la sequía son: la principal que conduce al campo Comitas de Pemex y las que intercomunican a los ranchos



La Plata, Chapote, Buenavista, La Coma, Divisadero y El Puerto; que se localizan dentro del área en estudio.

La ciudad de Reynosa, Tamps., es la más importante y próxima al área de trabajo; en ésta se observa gran afluencia de población, siendo ciudad fronteriza dispone de completa red de comunicación tanto internacional como nacional.

## 2.-Clima y Vegetación:

El clima es de tipo semidesértico extremoso seco, con marcados cambios estacionales principalmente verano e invierno.

El régimen pluviométrico marca un promedio de precipitación equivalente a 650 mm. anuales siendo muy variable, -- pues en algunas ocasiones se ha llegado a registrar 958 mm. y en otras inferiores a los 150 mm.

La temperatura durante los meses de abril y agosto alcanza 42°C. a la sombra y 35°C. en las noches; y en los meses de invierno desciende a 0°C.

La vegetación que predomina corresponde a la de regiones de clima semi-desértico, formándose por mezquites, huizache, cactus, chaparrales, etc. De los terrenos el 2% es de cultivo, un 15% es usado en pastizales, siendo el 83% restante de agostadero.

La ganadería es la fuente de trabajo y de mayor desarrollo en la región seguida por la agricultura de temporal y en pequeña escala de irrigación, gracias a la construcción de vasos de almacenamiento con volúmenes de 50,000 a ----- 100,000 m<sup>3</sup>.

3.- Población y cultura.

*El área de trabajo incluye las siguientes poblaciones: La Sierrita, El Puerto, Comitas, Chapote, Porvenir Violetas, Rancherías, Chapeño, etc., las que varían individualmente - de 15 a 70 habitantes.*

*La principal actividad en la zona es la cría de ganado vacuno, caprino, bovino, además de una incipiente actividad agrícola de temporal, predominando el cultivo de maíz y sorgo.*

*Todas estas rancherías no cuentan con los servicios de correos, telégrafos, agua potable, luz eléctrica, siendo su principal problema el agua, la cual almacenan en algibes, utilizándose tanto para fines domésticos como abrevadero de animales.*

*El agua subterránea se capta por medio de galerías filtrantes verticales o bien por pozos profundos accionados -- por abanicos (papalotes), el uso de este líquido es limitado debido a sus características insalubres.*

*La educación escolar es deficiente impartiendo en la mayoría de las rancherías hasta el 3<sup>o</sup> grado de la enseñanza primaria.*

## II.- Fisiografía.

El área se localiza en la porción Norte de la provincia fisiográfica denominada Llanura Costera del Golfo de México (Alvarez Jr. 1961) en particular en la segunda de las tres zonas en que está dividida la subprovincia de la Cuenca del Bravo.

Esta zona central esta constituida por clásticos del Paleoceno, Eoceno, Oligoceno y Mioceno, formando burdamente una sucesión de fajas escalonadas con rumbo N-S, constituidas las partes altas por grava, conglomerado y areniscas resistentes, aflorando lutitas y arcillas en las partes bajas.

### 1.- Geomorfología.

Desde este punto de vista a la "Cuenca de Burgos" se le considera como una llanura costera abandonada en diferentes etapas, como consecuencia de la regresión cenozoica. En esta zona se depositaron sedimentos continentales, mixtos y marinos del Terciario y en forma simultánea ocurrieron una serie de fenómenos epirogénicos motivados posiblemente por la "revolución Laramide"; al cesar dichos fenómenos los sedimentos quedaron expuestos a la erosión, generándose ligeras ondulaciones, que a veces se acentúan por la resistencia a la erosión diferencial de algunas rocas dando lugar a la actual faz morfológica, cuyo reflejo muestra claramente la topografía -- suave de una planicie costera con elevaciones modernas en forma de lomerías y crestas homoclinales. Estas elevaciones siguen el rumbo de las capas en aparente paralelismo y en intervalos dados por el espesor de los estratos según secuencia de lutitas-arenas, con apreciable escalonamiento que se inicia en el pie de la Sierra Madre Oriental hasta desaparecer en el

Oriente, bajo depósitos más jóvenes.

La ondulada superficie rara vez es alterada por algún accidente topográfico de poca magnitud, siendo la unidad fisiográfica denominada La Sierrita, la prominencia de mayor importancia en la región (200 m.s.n.m.) está constituida por el "Conglomerado Norma" en la parte alta y por sedimentos de Oligoceno inferior de tipo continental y mixto en la base; sedimentos miocénicos afloran más al Este. El relieve como testigo de la erosión diferencial se orienta en burdos lomeríos escalonados con rumbo aproximado NW-SE.

## 2.-Hidrografía.

El sistema fluvial que drena la región en estudio lo forman corrientes intermitentes de tipo consecuentes, subsecuentes, resecuentes y obsecuentes de las que el Arroyo El Chino viene a ser el de mayor importancia ya que éste conserva por algunos meses débil escurrimiento. Mediante la construcción de presas en los arroyos es posible aprovechar las precipitaciones escasas que se registran en la región, para riego de pequeñas áreas o bien para abrevadero y aprovechamiento doméstico.

El drenaje principal de la "Cuenca de Burgos" lo constituyen el Río Bravo que sirve de límite internacional y sus afluentes, los ríos San Juan y El Alamo.

Otro sistema lo integran el Río Conchos con sus afluentes los ríos San Lorenzo y San Fernando, el Río Soto La Marina y afluentes de menor importancia.

La Secretaría de Recursos Hidráulicos ha creado un sistema de irrigación para hacer uso apropiado de las aguas durante todo el año.

Una de las principales obras de captación es la Presa -  
Marte R. Gómez, construida en el Río San Juan afluente del --  
Bravo, en la parte noroccidental de la "Cuenca de Burgos". La  
Presa Falcón en el Río Bravo, Canal Anzaldúas, Lagunas Cárde-  
nas y Culebrón en el estado de Tamaulipas.

La presa derivadora de Las Lajas, Nuevo León, forma el  
distrito de riego del alto Río San Juan. En general la hidro-  
grafía de la "Cuenca de Burgos", es de tipo exorreico con dre-  
naje final en el Golfo de México.

### III.-Geología.

#### Generalidades de la "Cuenca de Burgos"

La "Cuenca sedimentaria de Burgos" que forma el extremo Sur del "Geosinclinal de la costa del Golfo", el que en Louisiana y Texas, Estados Unidos de Norteamérica, alcanza su máxima magnitud, ocupa en la República Mexicana la parte nororiental teniendo como límites al Norte el Río Bravo, al Suroeste y Sur el Río Soto La Marina y al flanco oriental de la Sierra de Cruillas, por el Oriente al Golfo de México y al Occidente el contacto Cretácico-Eoceno; esta línea de contacto pasaría por el flanco oriental de la Sierra de Cruillas continuándose por el Oriente de Montemorelos hasta pasar al Norte de la Ciudad de Laredo, Tamps.

Como consecuencia de la litología existente el reflejo topográfico es de suaves ondulaciones resultando de fácil acceso para trabajos de exploración como por ejemplo: Radiometría - tanto terrestre como aérea, geología superficial, perforaciones, etc.

Dentro del área en estudio y en alrededores se tienen localizadas anomalías radiométricas las que se encuentran sometidas a exploración directa mediante perforaciones; los cuerpos anómalos encontrados pertenecen a depósitos sedimentarios de ambiente continentales y mixtos, siendo común encontrar lentes arenosos con cuentas radiométricas altas o bien esporádicamente paquetes de lutita carbonosa y tobas radiactivas.



1.- Estratigrafía.

Dentro de la "Cuenca de Burgos", afloran sedimentos -- Terciarios, dispuestos de manera que las capas más antiguas yacen en la porción occidental siendo depósitos más recientes hacia el Este.

Los depósitos Terciarios están representados por una alternancia de lutitas-arenas y ocasionalmente gravas y conglomerados, variando de Oeste a Este, de depósitos continentales a mixtos y marinos.

Los diferentes ciclos deposicionales fueron interrumpidos varias veces en el transcurso de la Era Cenozoica, originándose discordancias de tipo intraformacional como extraformacional.

Los sedimentos Terciarios de la "Cuenca de Burgos", se extienden al estado de Texas, donde por primera vez fueron descritos, razón por la que, se ha adoptado la misma nomenclatura para el Noreste de México, (tabla No. 1).

El desarrollo del trabajo comprende el intervalo estratigráfico Eoceno superior, al Mioceno inferior.

E O C E N O

"Grupo Jackson"

Para designar los estratos del Eoceno superior en Louisiana, Mississippi y Alabama, T. A. Conrad (1860, p. 128-138) usó el término Jackson; con este describe una serie de depósitos lagunares, costeros y marinos, de arenas de grano fino a medio y arcillas tobáceas.

Este grupo aflora al W del área, formando una franja -

TABLA ESTRATIGRAFICA							
CENozoico	Tercario	EDAD	EPOCA	SUR DE TEXAS		AREA DE ESTUDIO	TAMPICO MISANTLA (Tertiary)
				GRUPO	FORMACION	FORMACION	
		CUATERNARIO	PLEISTOCENO	HOUSTON	Beaumont Lissie	Depositos de Fald Depositos de Aluvion	
	PLIOCENO	CITRONELLE	Gallid	Catahoula			
		FLEMING	Lagarto Dakville				
	MIOCENO		catahoula				
			arcillas Frio				Fm. Anahuac Cong. Fm. Frio no marino
	OLIGOCENO		Vicksburg	Frio marino		Coahuila	Escolin
				Vicksburg		Palma Real	alozon
						Mezones	Hercones
	EOCENO	JACKSON	Fayette	Miembro Whiteott	JACKSON	Chepopote	Tertiary
				Miembro Mc. Elroy			
				Miembro cadell			

Fig. No 1

NW-SE aparentemente paralela a la línea costera.

Litología y Espesor.

Se ha dividido en cuatro formaciones el grupo Jackson:

Whitsett  
Mc. Elroy  
Areniscas Wellborn  
Cadell

La parte superior límite de este estudio la constituyen limolitas grises ligeramente arenosas con abundante material orgánico diseminado, lutitas grises, capas tobáceas y cuerpos arenosos erráticos que dan un reflejo superficial de paleocanales.

Los fragmentos gruesos del tamaño de la arena, están constituidos por cuarzo, pedernal, glauconita, escasa pirita, magnetita y turmalina.

El espesor aproximado de acuerdo a varios autores sobrepasa los 1,000 m. Superficialmente su afloramiento se ensancha hacia el Sur.

Edad y Correlación.

De los estudios de microfaua realizados en muestras recolectadas durante el levantamiento de la "Hoja Buenavista" del I.N.E.N. se determinó una edad Eoceno superior para todo el grupo, obviamente para la Fm. Whitsett corresponderá Eoceno tardío; es correlacionable al Sur de Texas con el también grupo del mismo nombre, en Tantonuca con las Fms. Chapote y Tantonuca.

Sedimentología.

Todo el grupo, de acuerdo a su litología y fauna nos sugiere depósito lacustre de ambiente estable.

O L I G O C E N O .

En las formaciones del Oligoceno del Sur de Texas, como en las del Noreste de México, se observan tantos cambios de facies que resulta difícil definir unas de otras, sobre todo en los trabajos de geología superficial. El trabajo se simplifica en geología de subsuelo, pues se dispone de registros eléctricos, muestreo de canal, núcleos y microfósiles contenidos en los sedimentos que facilitan la interpretación y correlación local.

El Oligoceno comprende en su intervalo estratigráfico las siguientes formaciones:

Formación Anáhuac  
"Conglomerado Norma"  
Formación Frío  
Formación Vicksburg.

FORMACION VICKSBURG

Lo constituyen sedimentos marinos y salobres, arenas, areniscas de grano fino a medio y arcillas que alternan con cuerpos tobáceos, abundan microfósiles e impresiones de microfósiles en areniscas.

Distribución.

Esta formación se encuentra aflorando en la parte centro-occidental del área objetivo, comprende una franja con rumbo N-NW-SE que se acuña hacia el norte.

Litología y Espesor.

Consiste en lutitas verdes, rojas y azules, poco compactas con intercalación de cuerpos lenticulares y tabulares de -

areniscas de origen marino y mixto, observándose en su parte superior capas de yeso interestratificadas con arenas y lutitas.

El espesor aproximado es de 550 m. con echado regional hacia el NE.

#### Relaciones Estratigráficas.

Los contactos tanto inferior como superior son discordantes, acuñándose hacia el Norte, por lo que entre el grupo Jackson y la Fm. "Frio No Marino", existe una discordancia mayor.

#### Edad y Correlación.

De acuerdo a la opinión de diferentes autores esta formación corresponde al Oligoceno inferior, estimando sea correlacionable con las formaciones Mezones y Horcones en el área Mizantla-Tampico.

#### Sedimentología.

Por inferencia litológica se trata de un depósito regresivo y probablemente ambiente de barra costera ya que se componen de sedimentos finos a gruesos con capas delgadas de yeso, razón por la que se supone la existencia de concentración de sales por evaporación y aporte de sedimentos finos en ambiente nerítico externo y medio.

### "FORMACION FRIO NO MARINO"

#### Definición:

Bayley (40, p. 45, 1926) hizo la descripción con el nombre de Formación Frio a los estratos infraacentes a sedi-

mentos tobáceos de la Fm. Gueydan y arriba de la Fm. Fayette que consiste en una serie de lutitas, areniscas arcillosas y capas de sedimentos líticos compactos.

Según Rodríguez Santana (1969) representa un depósito compensatorio consistente en una alternancia de lutitas y areniscas no marinas y salobres que rellenan el bloque caído de las fallas de crecimiento con espesores de más de 2,000 m.

El I.N.E.N. considera al paquete sedimentario intermedio al "Conglomerado Norma", y a la Fm. Vicksburg aflorante en el flanco occidental de la "Sierrita de Pamoranés" como Fm. "Frío No Marino", para ello se basó en estudios paleontológicos de fauna característica de esa edad.

Está compuesto de una alternancia de lutitas arenas y lutitas tobáceas, con acuñamiento a la altura del "Rancho Huizachitos" (Ver plano geológico) hacia el Sur aumenta el área de afloramiento por consiguiente se incrementa la frecuente presencia de cuerpos arenosos lenticulares envueltos por las potentes secciones de lutitas.

#### Distribución.

Esta formación ocupa la parte media del área de estudio, formando una franja cuya orientación es N-NW-SE la que al extenderse al Norte se acuña con las unidades Jackson y Catahoula, ensanchándose y manteniéndose constante su espesor hacia el Sur.

#### Litología y Espesor.

Según el I.N.E.N. la litología de esta formación refleja un ambiente continental representado por arena, limo, lutita y conglomerados arcillo arenosos.

Superficialmente se observa la continuidad de tres ---  
cuerpos arenosos empaquetados en material fino.

Aflorando encontramos una lutita amarilla verdosa con lentes café rojizo del mismo material, abunda yeso, limonita y trazas de pedernal, ocasionalmente se observan fragmentos redondeados grandes de lutita producto de retrabajamiento, así como - capas de material tobáceo.

Los dos cuerpos arenosos más superficiales los componen material inmaduro con presencia de pirita, materiales pesados y material orgánico, siendo el cuerpo inferior arenisca inmadura con abundancia de fragmentos mayores de 2 mm de lutita retrabajada, pudiéndose presentar el caso de graduar a conglomerado.

Los cuerpos lutíticos intermedios son de color azul no compactos.

Hacia el sur aumenta el número de cuerpos arenosos lenticulares, generalmente, algunos de éstos son conglomerados de lutita con matriz arenosa.

El espesor total es variable llegando a tener hasta --  
2,000 m (PEMEX) al este de la cuenca.

#### Relaciones Estratigráficas.

Al occidente se hace equivalente al "Conglomerado Norma" o bien se acuña y se erosiona, en la parte centro-oriental - su porción inferior gradúa y se interdigita con sedimentos de la Fm. "Frío Marino", representando un depósito regresivo, al oriente se interdigita con la parte superior de la Fm. "Frío Marino". y con la zona Marginulina de la Fm. Anáhuac.

En el occidente del área sobreyace discordante a la --  
Fm. Vicksburg, en la parte central cubre concordantemente a la -

Fm. "Frio Marino" al oriente gradúa y se interdigita con el Fm. "Frio Marino" y base de la Fm. Anáhuac.

En la parte central lo cubren discordantemente sedimentos de la Fm. Anáhuac en franca transgresión (PEMEX).

Según el I.N.E.N. el contacto inferior con la Fm. --- Vicksburg es discordante. Al acuñarse al Norte queda en discordancia con el Grupo Jackson; su parte superior está en discordancia con el "Conglomerado Norma" y con la Fm. Catahoula.

#### Edad y Correlación.

Diversos autores han considerado a esta formación como Oligoceno medio, con base a la identificación de microfaua característica de esta edad.

Es correlacionable con las formaciones Palma Real y Alazán de Tantoyuca.

#### Sedimentología.

De acuerdo a los sedimentos se puede decir que son depósitos de una barra progradante de W a E, quedando depósitos continentales y salobres al W siendo francamente marino al Este (Fm. Frio Marino").

Los depósitos tanto marinos como no marinos, fueron afectados por fallas de crecimiento, fenómeno que explica el porqué de los grandes espesores hacia el NE de la cuenca Rodríguez Santana (1969).

### "CONGLOMERADO NORMA"

#### Definición.

Esta unidad la constituyen fragmentos hasta de 40 cm. de diámetro derivados de rocas ígneas, areniscas, lutitas, cali



zas y pedernal, al oriente se correlaciona con el "Frio No Marino" por lo que es equivalente en edad. Descansa sobre el Vicksburg fuertemente plegado y truncado por erosión; su espesor es de hasta 300 m. con edad por equivalencia Oligoceno medio, Rodríguez Santana (1969).

#### Distribución.

Aflora en la parte centro-oriental del área estudiada, con las siguientes dimensiones: 49 km. de longitud con escasas decenas de metros a 3 km. de ancho.

#### Litología y Espesor.

Se trata de un desarrollo sedimentario local, se encuentra cubriendo la Fm. "Frio No Marino" cubierta a su vez por la Fm. Catahoula. Lo forman un cuerpo de clásticos gruesos -- desde 0.5 cm. hasta 40 cm. de diámetro, depositado por alguna corriente fluvial. Los cantos rodados que lo forman derivan de calizas, rocas ígneas y areniscas. La característica principal es que en su mayoría lo constituye fragmentos de pedernal, aparecen también restos de madera silicificada y arcilla verde y bentonítica.

El espesor oscila entre 7 a 36 m.

#### Relaciones Estratigráficas.

El "Conglomerado Norma" se encuentra en discordancia tanto con la "Fm. Frio No Marino" como con la Fm. Catahoula.

#### Edad y Correlación.

A consecuencia de su posición estratigráfica la edad que le corresponde es el Oligoceno medio, ya que éste gradúa a areniscas de la "Fm. Frio Marino" según (PEMEX).

Se correlaciona por lo tanto con la "Fm. Frio No Ma-

riño" y con la parte basal de la Fm. Las Espinas, en Zimapán, Hgo.

#### Sedimentología.

De acuerdo a la litología que presenta es obvio que se trata de un depósito continental de tipo fluvial, presumiblemente, un antiguo cauce de río.

#### FORMACION ANAHUAC.

Esta formación no aflora en la "Cuenca de Burgos", - su estudio y descripción ha sido posible por medio de pozos - (Pemex).

Se diferencia de las formaciones Catahoula y "Frio - Marino", correspondiendo su sedimentología a un medio deposicional generalmente marino; está constituida por lutitas y limolitas de color café rojizo, arenas finas grises débilmente cementadas, todo el paquete sedimentario adopta la forma de cuña adelgazándose al occidente; tratándose de un depósito transgresivo, paleontológicamente subdividido en tres zonas: "Zona de Marginulina", "Zona de Heterostegina" y "Zona de Discorbis".

La "Zona de Marginulina" corresponde a la parte inferior y equivalente al "Frio Marino"; su determinación la da la presencia de Marginulina ideomorfa, Garret y de Marginulina texana, Cushman.

La "Zona de Heterostegina" constituye la parte intermedia de la Fm. Anahuac, que cubre a los sedimentos del "Frio Marino" por transgresión y es determinada por la presencia de Heterostegina texana, Gravell y Hanna.

El depósito superior y límite de la Anahuac la forma

la "Zona de Discorbis"; la cual representa una regresión marina, los fósiles que la determinan son: Discorbis gravelli, Garretto Discorbis nómada, Garrett.

Edad y Correlación.

La edad que se atribuye es Oligoceno medio a superior.

M I O C E N O

FORMACION CATAHOULA. -

Definición.

Se designa por primera vez como arenisca Grand Gulf, con localidad del mismo nombre sobre el Río Mississippi en el condado de Clairborne, Mississippi por Wailes en 1957.

Hilgard dió el nombre de Grupo Grand Gulf en 1860 a todas las capas de arenas y arcillas costeras recientes entre Mississippi y Vicksburg.

El nombre Catahoula lo propuso Veatch para designar el miembro superior de las areniscas que definió Hilgard como estratos Grand Gulf (The University of Texas Bulletin No. --- 3232, Pag. 701).

Distribución.

El afloramiento aproximado es de 12 km. de ancho localizándose en la porción E. del área objetivo, en forma de franja con rumbo NW-SE, siguiendo la línea de costa actual en forma relativa, para este estudio solo se cubrió escasos centenares de metros de la parte baja de esta formación.

Litología y Espesor.

La parte inferior de esta formación está constituida de lutitas verdes tobáceas con estratos yesíferos con modera-

da presencia de lentes arenosos de grano fino a grueso de color gris existiendo cuerpos lenticulares de gravas y conglomerados posiblemente antiguos cursos fluviales.

Hacia la porción media de esta formación se ausentan casi por completo las areniscas y depósitos de clásticos gruesos. El espesor aproximado es de 2,100 m.

#### Relaciones Estratigráficas.

El contacto inferior descansa discordantemente con la Fm. "Falo No Marino", discordancia que se observa por la presencia del "Conglomerado Norma".

Subyace también discordantemente a la Fm. Oakville.

#### Edad y Correlación.

La edad que se atribuye es presumiblemente Mioceno, se correlaciona con las formaciones Tuxpan, Concepción, Filisola y Encanto en Tantoyuca, del área Tampico-Mizantla.

La ausencia de fósiles ha entorpecido la determinación de su edad, ya que sólo se ha hecho por inferencia.

#### Sedimentología.

Es un depósito marino de aguas someras, influenciado grandemente por el aporte de cenizas volcánicas y oscilaciones marinas, marcadas con la presencia de sedimentos gruesos (arenas y conglomerados) así como cuerpos lutíticos con abundancia de yeso observados con frecuencia en la mitad inferior de dicha formación.

## 2.-Geología Estructural.

*El tectonismo del Terciario en la "Cuenca de Burgos", la representan leves pliegues, fallas normales y desplazamiento de rumbo, originados por esfuerzos gravitacionales.*

*Actualmente se le puede considerar a la "Cuenca de Burgos", a escala regional, como un gran homoclinal originado por el levantamiento del continente y por el asentamiento de los sedimentos en lo que es ahora el Golfo de México, ocasionando en su génesis, leves deformaciones.*

*No se observa ningún plegamiento de consideración en todo el Terciario, lo que implica la ausencia de movimientos orogénicos, a excepción del Paleoceno que posiblemente haya resentido ligeras pulsaciones de la "revolución Laromídica" en etapas discontinuas y prolongadas. (Alvarez 1962).*

*Ocasionalmente se presentan algunas estructuras anticlinales y sinclinales muy suaves y alargadas siguiendo un rumbo NW-SE aproximadamente paralelo al "geosinclinal Mexicano".*

*Un aspecto estructural importante son las fallas normales o de crecimiento los cuales siguen un rumbo NW-SE y con su bloque caído en la mayoría de ellos hacia el E, el reflejo de éstas en la superficie es débil, su detección se ha hecho en el subsuelo por métodos indirectos, sismología y registros eléctricos de pozos (PEMEX), infiriendo que dichas estructuras son contemporáneas al depósito, o sea que debido al acomodo y peso de los sedimentos se producen fallas las que crecían con el aporte de sedimentos hecho que explica los enormes espesores de las formaciones de la "Cuenca terciaria de Burgos", (Según Eduardo Rodríguez Santana, 1969).*

El fracturamiento registra un papel secundario, son pequeños y mantienen la orientación de las fallas.

La elevación topográfica de la Sierrita no está afectada interiormente por ninguna estructura sino más bien se ha formado por la erosión diferencial, siendo en esta ocasión el "Conglomerado Norma" el factor que ha permitido la geomorfología actual.

### 3.- Sedimentología y Paleogeología.

El Eoceno tardío (Grupo Jackson), se caracteriza por una secuencia de depósitos lagunares traslapantes, los cuales es posible observar en fotomosaicos, mapas fisiográficos, cambiando la posibilidad de confundirlos con aparentes estructuras (sinclinales, anticlinales), no siendo más que el reflejo superficial de la estructura o morfología del depósito que a consecuencia de la erosión diferencial y a la inclinación de los estratos ofrece a primera vista una aparente complejidad.

Por consecuencia en el campo se observarán inclinaciones con rumbos diferentes y litológicamente corresponderán a sedimentos típicos de lagunas costeras siendo éstos: arenas, limos y arcillas.

Las arenas son de grano fino a medio de matriz arcillosa, con pedernal, cuarzo, los heldespatos si se presentan están bastante alterados, fragmentos de glauconita en moderada presencia los minerales como magnetita, ilmenita, pirita, micas, hematita, limonita se observan desde trazos a moderada presencia.

Las lutitas y limos son de colores verde, rojizo, predominando el gris oscuro, en ocasiones se presentan compactas,

generalmente son plásticas; cuando gradúan a lutitas arenosas presentan color gris a consecuencia de material orgánico y pedernal.

El contacto con la Fm. Vicksburg es discordante.

Sobre los depósitos lagunares del Grupo Jackson descansan sedimentos de barras costeras de la Fm. Vicksburg en marcada discordancia, semejantes condiciones actúa en su contacto superior con la "Fm. Frio".

La porción Norte de la formación se acuña y hacia el Sur se ensancha considerablemente.

El depósito como es natural lo constituyen arenas de barra, la granulometría gradúa de abajo hacia arriba de fina a gruesa; el cuarzo predomina sobre el pedernal, abunda limonita, hematita, escasa arcilla, la selección y arredondamiento granulométrico es bastante marcado. Los minerales pesados abundan; ocasionalmente aparecen cuerpos de arenas con abundantes fragmentos de lutitas mayores que la arena. Con mucha frecuencia se observa estratificación cruzada, así como restos fósiles de hojas de palmeras.

Los cuerpos lenticulares de lutitas presentan colores azul, rojizo y verde, siendo generalmente plástica.

Suprayaciendo al ambiente de la Fm. Vicksburg, encontramos un ambiente disposicional de barra lacustre progradante hacia el Este.

En las arenas de la barra longitudinal, es precisamente donde se depositó mineral de uranio, consecuencia lógica de la permeabilidad existente.

Las arenas son de gruesas a finas, con sedimentos ar

cillosos primarios y posiblemente de acumulación posterior al depósito. El cuarzo se observa en igual proporción que el pedernal, hay fragmentos de glauconita, la limonita, hematita, pirita y magnetita, abundan en la zona de oxidación, siendo escasos en el ambiente reductor. En ambas zonas hay material carbonoso, encontrándose este ocasionalmente asociado al mineral uranífero; el yeso es abundante en capas paralelas a la estratificación rellenando cavidades.

Las lutitas son plásticas, moderadamente compactadas encontrándose delgadas capas de lutita tobácea, los colores que toman van de verde, amarillo, azul y rojizo.

El "Conglomerado Norma" sugiere un depósito fluvial descansando en las areniscas erosionadas de la "Fm. Frio". Es obvio que su contacto superior como inferior esté en discordancia con las respectivas formaciones.

Está constituido de cantos rodados hasta de 40 cm., siendo éstos de calizas, areniscas, rocas ígneas y lutitas.

Es característico en este conglomerado el predominio de pedernal.

La geomorfología de la "Sierrita de Pamoranés" con auxilio de fotografías aéreas permite suponer la presencia de dos paleocauces del mismo río, uno quedaría comprendido entre "Buenavista" y "El Puerto" y el otro entre "El Chapote" y "Chapeño", ranchos localizados en la Sierra de Pamoranés.

Discordantemente al "Conglomerado Norma" y a la "Fm. Frio", sobreyacen depósitos de albáfera (Dumbar y Rogers). A esta laguna drenaba el río cuya constancia de él tenemos el "Conglomerado Norma", alimentando con su aporte sedimentario



el depósito que actualmente conocemos como Catahoula; (ver -- sección idealizada).

Sedimentológicamente está compuesto de gravas, arenas, lutitas y material tobáceo.

Las arenas son de grano fino a grueso, de cuarzo, pedernal, trazas de feldespatos alterados, limonita, hematita, material carbonoso, pirita, minerales pesados, opacos, como maagnetita, ilmenita; generalmente presentan cuerpos de forma lenticular.

Las lutitas y lutitas tobáceas, forman la mayor parte del cuerpo de la formación, siendo estas plásticas o ligeramente compactadas, los colores son amarillo, verde, azul y blanquizo cuando predomina el material tobáceo.

Los lentes de grava arcillosa y conglomero, se observan en forma esporádica; siendo posible su emplazamiento quizás a torrenciales advenimientos.

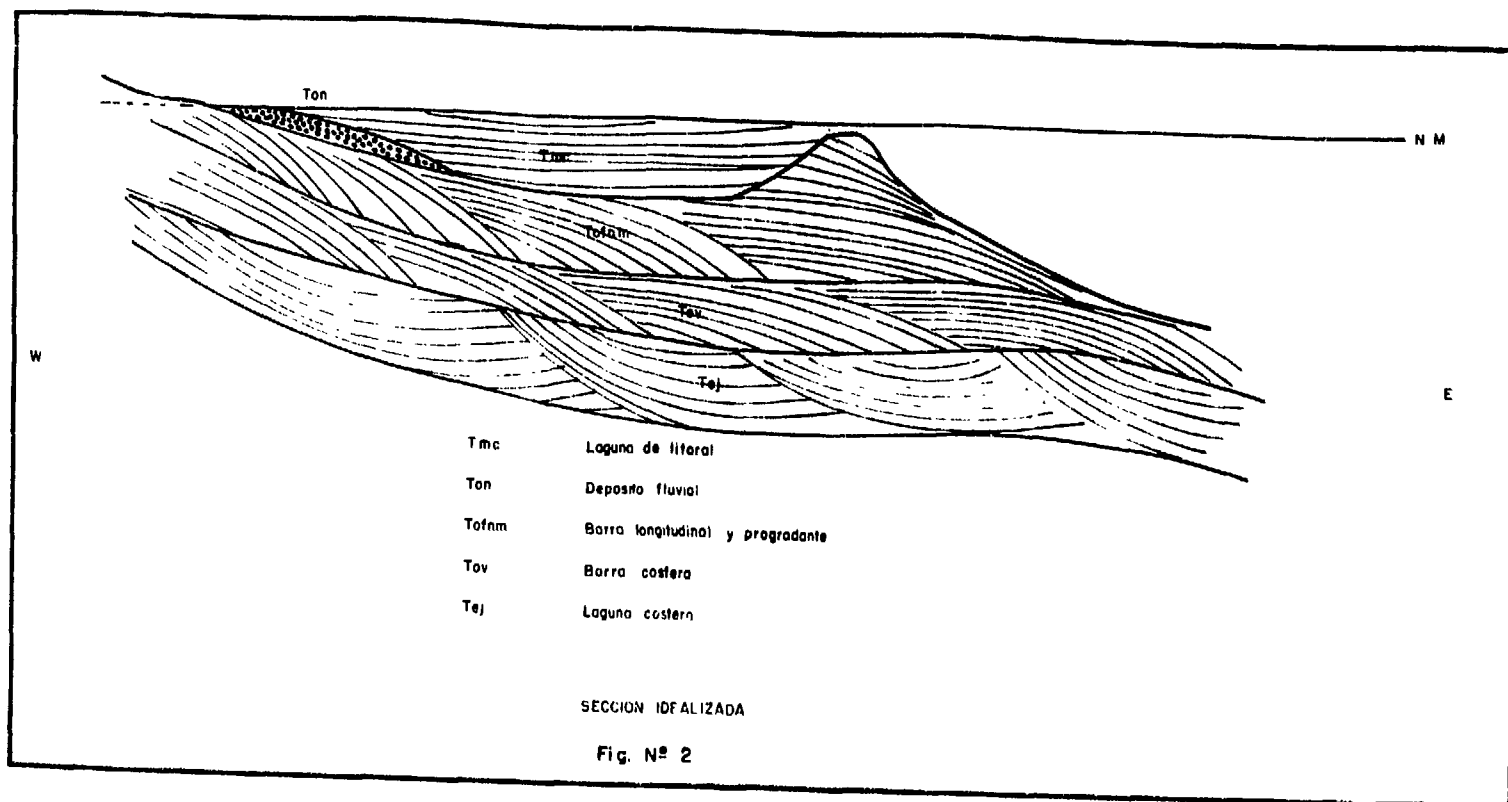
#### 4.-Geología Histórica.

De la integración de datos geológicos obtenidos en el campo, información de estudios y tesis efectuados por el personal del I.N.E.N. en áreas cercanas, se infiere la sucesión de eventos geológicos que se desarrollaron en el área estudiada.

La "revolución Laramídica" y la Paleogeografía del Cretácico superior influyó grandemente en la historia geológica del Cenozoico.

La actividad orogénica se dejó sentir hasta el Paleoceno, careciendo de evidencias que justifiquen su presencia del Eoceno en adelante.

A partir del Cretácico, la "Cuenca de Burgos" adqui--



rió su contorno actual, sucediéndose en seguida la secuencia de eventos geológicos, que permitió su conformación; todos ellos fueron controlados por las oscilaciones a que estuvo sujeta la línea de costa, factor que facilitó los depósitos tanto marinos como costeros, reflejándose superficialmente estas formaciones como fajas paralelas a la línea de costa actual, con repeticiones en sentido horizontal de facies litológicas.

Para facilitar la reconstrucción geológica se hará uso de las formaciones más antiguas del Cenozoico, circundantes al área.

Durante el Paleoceno se depositaron lutitas calcáreas con presencia de piroclastos; ambiente marino de aguas profundas. Formación Midway, inmediatamente a este depósito ocurre una regresión marina, depositándose sedimentos en un mar somero (Fm. Wilcox) del Eoceno. Persiste la regresión originándose depósitos continentales de la Fm. Carrizo, siendo de areniscas y arenas de color rojizo y blanco con intercalaciones arcillosas, habiendo areniscas con estratificación cruzada.

Sin concluir este período se inicia una lenta transgresión marina depositando la base de la Fm. Mount Selman siendo de lutitas y arcillas con yeso, areniscas con estratificación cruzada y lutitas carbonosas, lo que sugiere ambiente de aguas someras.

Mares estáticos favorecen depósitos de ambiente lagunar en la parte media de esta formación, así lo sugieren arenas interestratificadas con lutitas y arenas arcillosas y limolitas.

Continúa la transgresión depositando los estratos superiores, obviamente resultan sedimentos marinos, arenas y lu

*titas con abundancia de foraminíferos y microfósiles.*

*Subyacen a estos sedimentos la Fm. Cook Mountain que evidentemente es de ambiente mixto.*

*Al finalizar el depósito de esta formación se registran pequeñas oscilaciones marinas que dan lugar a depósitos continentales y de litoral. Arcillas con intercalaciones de lutitas carbonosas y areniscas, así como la estratificación cruzada de estas últimas y los lechos de ostras que se encuentran entre las arcillas de la Fm. Vegua.*

*En el transcurso el Eoceno superior se registraron nuevas oscilaciones epeirogénicas, correspondiendo a un mar regresivo. Siendo este período cuando ocurre el depósito del Grupo Jackson consistiendo su parte inferior de sedimentos lagunares, areniscas y arcillas calcáreas con lignito y yeso, localmente se aprecia estratificación cruzada.*

*La parte media está constituida de sedimentos de ambiente nerítico medio a interno, observándose lutitas y arcillas yesíferas.*

*La parte superior es depósito de una regresión paulatina, formada por areniscas y arenas arcillosas.*

*Durante el Oligoceno inferior sufre un cambio el patrón sedimentario ocasionado por una transgresión, el resultado son los sedimentos de la Fm. Vicksburg, constituidos por lutitas, arcillas y algunos lentes de areniscas.*

*Concluido el depósito de esta formación se inicia una regresión que durante un período se estabiliza, observándose esto con los considerables espesores que en el subsuelo se registran, causados por la subsidencia y el exagerado aporte de*

sedimentos, dando como resultado la "Fm. Frío No Marino" del Oligoceno medio.

La "Fm. Frío No Marino", en la parte occidental se hace equivalente al "Conglomerado Norma", graduando e interdigitándose hacia el Este con la porción superior del "Frío Marino" y la "Zona Marginulina", base de la Fm. Anáhuac (PEMEX).

El "Conglomerado Norma", depósito de clásticos gruesos, resultado de la activa erosión de las tierras positivas al occidente y transportado por corrientes vigorosas quizá por el Río Bravo, en la iniciación de su gran delta.

Las oscilaciones marinas del Oligoceno medio superior en la zona de estudio se confirman al oriente, con los depósitos de la Fm. Anáhuac, en su facies inferior o de Marginulina, de transgresión, facies, media de *Heterostegina* de transgresión máxima y facies superior de *Discorbis*, de regresión (PEMEX).

La Formación Catahoula está representada por sedimentos de ambiente mixto y marino y ampliamente afectada por material piroclástico, el resultado litológico es: lutitas tobáceas, tobas, lentes arenosos y conglomerados locales en su parte inferior; formándose solo de lutitas y areniscas en su porción superior, aunque predominan en su mayoría las lutitas con delgados estratos tobáceos.

CAPITULO II  
GEOLOGIA DE EXPLORACION

1.-Modelo Metalogénico.

A raíz del descubrimiento del "yacimiento La Coma", localizado en el Rancho "El Puerto", Mpio. de Gral. Bravo, -- Estado de Nuevo León, se tuvo la inquietud en lo que respecta a su génesis, iniciándose varias investigaciones y análisis minuciosos encaminados a encontrar criterios geológicos, aplicables estadísticamente a resolver el emplazamiento del yacimiento uranífero, los que posteriormente al explorar, facilitarían y guiarán a la localización de nuevos cuerpos mineralizados.

Inicialmente el "yacimiento La Coma", se estudió como unidad, atribuyéndose el emplazamiento a un ambiente deltaico, en virtud de la sinuosidad que presentaba el depósito; aún no se concluía el programa de estudio cuando se localizó otro yacimiento aproximadamente a 12 km al Norte de La Coma. Este nuevo descubrimiento vino a derribar la hipótesis que se tenía para explicar la acumulación uranífera del primero; procediéndose de inmediato a establecer una relación entre ambos. Se infirió por ello un "modelo metalogénico" que explica la relación existente en los yacimientos y la forma en que las soluciones mineralizadas se precipitaron para formar estas acumulaciones tal y como ahora las vemos.

Genéticamente se inicia el depósito con la presencia de un cauce fluvial erosionando las areniscas de la "Fm. Frío" y rematando éste en un delta sensiblemente estacionario el -- que aún no rebasaba el ambiente lagunar de la Fm. Catahoula,

(Fig. 3).

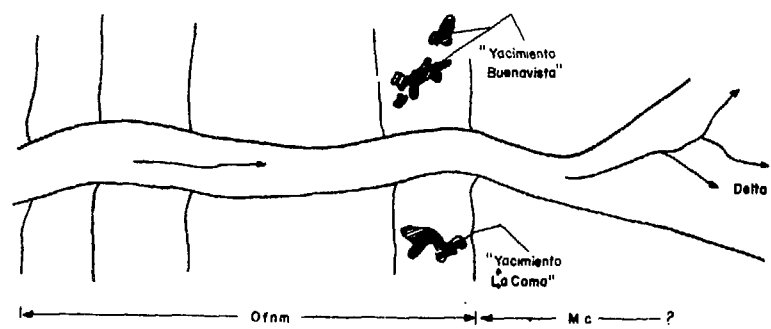
Es lógico pensar que en el momento en que este río la  
braba su cauce en las areniscas de la "Fm. Frío", fue precisa-  
mente aquí cuando debido a la dinámica hidráulica permitió el  
flujo de soluciones mineralizadas, favorecidas por la permeabi-  
lidad existente.

La zona enriquecida vino a ser aquella que se encuen-  
tra bajo el nivel freático, siendo aquí donde se rompe la diná-  
mica hidráulica pasando a una completa estabilidad de aguas re-  
ductoras (Fig. 3).

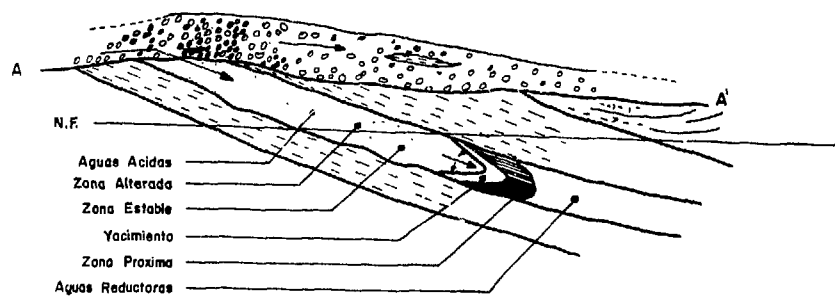
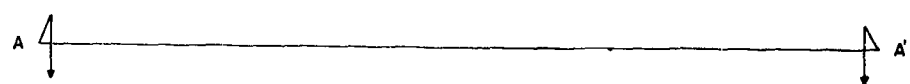
Al estarse ejerciendo presión las soluciones buscaron  
fluidez en todas direcciones viniendo como consecuencia la sa-  
turación y por consiguiente la precipitación que permitió la a-  
cumulación de uranio en los yacimientos "La Coma" y "Buenavis-  
ta", (ver Fig. 4); es obvio que, de ser absolutamente favorable  
la permeabilidad, esta permitió el flujo de soluciones en to-  
das direcciones que teóricamente tomaría la forma de abanico,  
cabiendo dentro de lo posible que en esta forma se encuentre -  
emplazado el mineral actualmente (Fig. 5) siguiendo aproxima-  
mente el contorno de abanico y a considerable profundidad den-  
tro del área correspondiente.

Las trampas estratigráficas juegan un papel importan-  
te en la depositación del uranio, porque dentro de la supuesta  
área de influencia mineralizante pueden quedar atrapados cuer-  
pos erráticos enriquecidos de minerales radiactivos, favoreci-  
do por la interdigitación tanto lateral como a favor del echa-  
do de sedimentos permeables a sedimentos que funcionan como --  
sello natural.

Tomando en cuenta que las soluciones cargadas de mine



- LITOLOGIA
-  LUT. TOBACEA
  -  CONGLOMERADO
  -  ARENA
  -  LUTITA



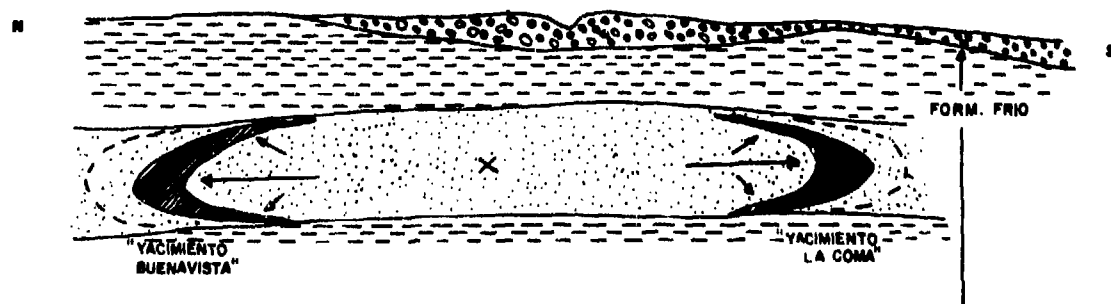
NOTA  
 Sección E-W en sedimentos oligocenos-  
 afectados por curso fluvial indicando -  
 dirección y reposo de soluciones minera-  
 lizadas.

UNAM	FAC. DE INGENIERIA
	SECC. IDEALIZADA E-W
	TESIS PROFESIONAL 1977 F. 3
	APOLINAR HERNANDEZ H.



LITOLOGIA

-  CONGLOMERADO
-  ARENA
-  LUTITA



<b>U N A M</b>	<b>FAC. DE INGENIERIA</b>
	SECCION N-S TRANSVERSAL A LA DIRECCION DEL CURSO FLUVIAL, MOSTRANDO INFLUENCIA DE SOLUCIONES MINERALIZADAS
	TESIS PROFESIONAL 1977 F. 4
	ARDI INAR HERNANDEZ H

ral juegan un papel definitivo en esta "modelo" se puede pensar que el sobrante de estos que no pudieron infiltrarse en cuerpos arenosos de formaciones preexistentes, forzosamente drenaron al delta donde debió precipitarse el uranio en cuerpos receptores que pudieron ser: canales distributarios, barras y areniscas lagunares (Fm. Catahoula), siendo este un tipo de mineralización contemporánea al depósito.

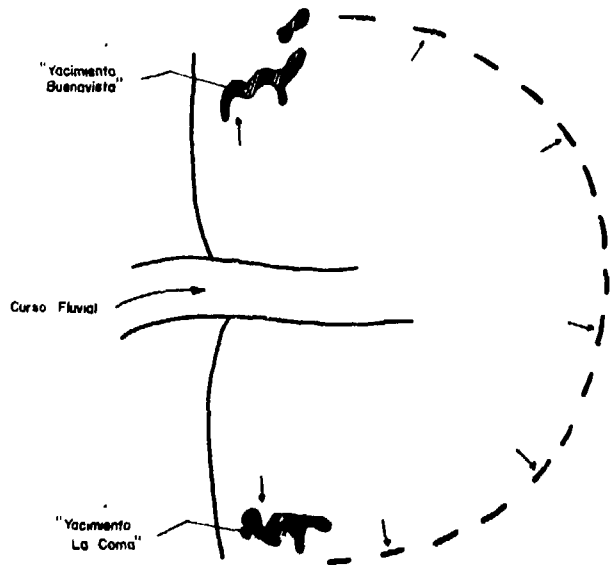
Si consideramos que el uranio se depositó bajo el nivel freático, actualmente las areniscas que hayan servido de roca huésped han sufrido degradación, por lo tanto, el mineral radiactivo está expuesto a sucesivas etapas de lixiviación, -- transporte y depósito, razón por lo cual se encuentran enriquecidos lentes arenosos de la "Fm. Frío No Marino" en su porción inferior.

## 2.- Litología del intervalo mineralizado.

El cuerpo mineralizado corresponde a la "Fm. Frío" en su miembro "Frío No Marino"; del Oligoceno medio; se encuentra suprayaciendo a la Fm. Vicksburg del Oligoceno inferior y subyace al "Conglomerado Norma", también del Oligoceno medio.

El miembro "Frío No Marino" es un depósito de ambiente continental y mixto, está constituido por cuerpos lenticulares de areniscas empaquetadas en potentes secciones de lutitas.

Localmente el estrato mineralizado es lenticular; presenta ondulaciones por lo que su espesor es variable ocasionalmente se encuentran capas de material tobáceo así como lentes arenosos de tamaño reducido fuertemente cementados, en la base del cuerpo arenoso se observa una discordancia erosional, con rodados arcillosos de aproximadamente un metro de diámetro, -- producto de cambio brusco en el régimen hidráulico.



**NOTA.**

Yacimientos la "Coma" y "Buenavista" observados en planta, mostrándose la posible influencia en forma de abanico de las soluciones radiactivas, en areniscas del Oligoceno medio.

<b>U N A M</b>	FAC. DE INGENIERIA
	RADIO DE ACCION EN FORMA DE ABANCO DE SOLUCIONES MINERALIZANTES
	TESIS PROFESIONAL 1977 F. 5 APOLINAR HERNANDEZ M

La arenisca es de grano fino a medio de matriz ligeramente arcillosa, se observan fragmentos de cuarzo, pedernal, glouconita, limonita, turmalina, hematita, feldespatos, material carbonoso, calcedonia, escasa pirita totalmente corroída, siendo algunas veces cubierta la corrosión por una película oscura; también la pirita se presenta en agregados regulares de forma esférica y tamaño fino, o bien en agregados irregulares en forma de racimo de grano grueso. En la zona estéril la pirita es abundante en forma enhedral y subhedral.

La magnetita en la parte mineralizada es escasa siendo abundante y detrítica en la zona estéril.

En la parte inferior de este cuerpo arenoso se encuentra una lutita verde, poco compacta con regular contenido de pirita enhedral y existiendo también lentes de lutita tobácea aislada.

En la cima del estrato arenoso mineralizado, la lutita se encuentra parcialmente oxidada en forma de lengüetas penetrantes a favor del echado; en esta parte la presencia de yeso es abundante ya sea en vetas, como cementante o bien en láminas paralelas a la estratificación.

Se observan también erráticos lentes de tobas y lutitas tobáceas, la pirita se manifiesta abundante en cristales anhedrales o como agregados en forma de racimos subhedrales - (Sección E-W, Fig. 6).

### 3.-Definición de Criterios.

Actualmente existe una infinidad de criterios básicos que auxilian en la prospección uranífera indirecta en ro-

ras sedimentarias; todos estos han sido observados directamente en el campo aprovechando la información de subsuelo y geología superficial, como resultado del desarrollo de programas de exploración directa en los Estados de Nuevo León y Tamaulipas.

Si bien es cierto que para un yacimiento los criterios y "modelos" se cumplen, para otro será quizá una variable. Pero aún con todo esto, son guías indispensables que ayudarán a simplificar y deshechar áreas en estudio, creando a la vez nuevos conceptos basados en evidencias cada vez más selectivas.

#### CRITERIOS BASICOS.

Litoestratigráficos  
Radiométricos.  
Estructurales  
Genéticos y Ambientales  
Apariencia Física  
Bioquímicos  
Mineralógicos

#### a). -Criterios Litoestratigráficos

- 1.- Los yacimientos uraníferos de la "Cuenca de Burgos" están asociados a cuerpos arenosos encajonados en material impermeable, limos o lutitas.
- 2.- El tipo de la roca almacenadora depende de la composición mineralógica de procedencia; las areniscas arcólicas, litarenitas subarcólicas, crean las almacenadoras más favorables aunque también puede ser favorables las cuarzarenitas.
- 3.- La procedencia de la roca almacenadora es generalmente de erosión de rocas graníticas, metamórficas, areniscas y lutitas que han creado facies y texturas favorables para la deposición del uranio. Es también un factor importante la --

presencia de rocas ácidas volcánicas.

- 4.-Las discordancias facilitan la transmisibilidad regional, -  
permitiendo el movimiento de aguas subterráneas, hidrocarburos y gases, ocasionando por consiguiente un entrapamiento.
- 5.-La permeabilidad es factor importante en cualquier roca almacenadora.
- 6.-Comúnmente se observa que una zona de considerable permeabilidad, lateralmente gradúa a material fino, factor que favorece el entrapamiento de soluciones.
- 7.-Asociado a depósitos uraníferos hay un proceso que crea extensas zonas de alteración por oxidación que se extienden desde la superficie hasta la fase reducida.

b).-Radiometría.

- 1.-La radiactividad superficial es un vago indicio de la presencia anómala de cuerpos mineralizados en el subsuelo.

c).-Estructurales.

- 1.-Es común en los yacimientos de uranio su asociación a fallas, lo mismo que a campos petrolíferos y/o de gas.

Es de suponerse que al escapar hidrocarburos a lo largo de fallas, crearán un ambiente reductor donde el uranio se precipita en soluciones débiles, y que al paso del tiempo esta lenta acumulación formará menas de valor económicamente explotable.

- 2.-El fracturamiento, sin ser de considerable importancia, es de suponerse su participación en lo que a la "Cuenca de Burgos" corresponde.

3.- El echado suave asegura lenta migración de aguas subterráneas, lo bastante lenta para evitar fuga de reductores.

d).-Genéticas y Ambientales.

- 1.- Clima antiguo y actual árido que haya favorecido acumulación de aguas subterráneas alcalinas para lixiviar el uranio.
- 2.- Los sedimentos fluviales continentales y con menor extensión, las areniscas de los deltas marinos o de lagunas (con sus correspondientes poleocanales distributarios) suministran la necesaria transmisibilidad regional para mover las soluciones y también el medio para el emplazamiento del mineral. Las arenas eólicas pueden ser almacenadoras si son introducidas las soluciones.
- 3.- El gas sulfhídrico y materia vegetal crean un ambiente reductor que precipita el uranio.

El aceite inerte en un estado semioxidado parece ser capaz de afectar la precipitación directa de uranio de solución por reducción o como creador de nutrientes para las bacterias.

Las lutitas carbonosas también pueden ser efectivas en el establecimiento y mantenimiento de las condiciones de reducción que favorece la precipitación y fijación del uranio.

e).-Apariencia Física.

- 1.- Las arenas mineralizadas son de un color oscuro, que tiende a ser parduzco y está caracterizado por presencia de cristales de limonita. La tendencia parduzca se vuelve más oscura al aumentar el uranio y material orgánico, esto se relaciona generalmente con la distancia al frente de solución.

2.- El interior estéril se caracteriza por su aspecto lixiviado - [decolorado], los feldespatos están notablemente blanqueados por alteración, los cristales de pirita presentan caras completas.

3.- El terreno estéril remoto se caracteriza por magnetita detritica.

f).- Bioquímicos.

1.- El azufre y el carbón fueron esenciales indudablemente para la mineralización, lo cual se cree es un proceso Bioquímico

g).- Criterios Mineralógicos.

1.- Pirita.

En el terreno mineralizado la pirita ocurre predominantemente en agregados de cristales muy finos, generalmente está deslustrada o cubierta por una película negra. Algunos agregados están compuestos de racimos estremadamente finos, siendo escasa su presencia.

La pirita del interior estéril, ocurre de preferencia como cristales casi euhedrales. Las formas son predominantemente cubos y octaedros; algunas tienen caras curvas. El tamaño de los cristales es mayor que en el terreno mineralizado y no están deslustrados.

En el terreno remoto estéril la pirita se caracteriza mas abundante a medida que se aleja de la mena, los cristales se presentan euhedrales, subhedrales y agregados relativamente vastos sin estar deslustrados.

2.- Magnetita.

Los minerales opacos son más abundantes en areniscas desfa



vorables que en areniscas asociadas con mineralización uranífera.

El terreno estéril remoto se caracteriza por la presencia de magnetita detrítica y otros numerosos minerales pesados.

En el interior de la mena sólo se observan trazas de minerales pesados como magnetita, ilmenita, y que han sufrido etapas sucesivas de alteración, presumiblemente en aguas subterráneas deficientes de oxígeno, pudiendo ser promovida la disolución por especies orgánicas disueltas; siendo ocupados posteriormente los lugares de la ilmenita-magnetita por manchas de óxidos de titanio.

Tales observaciones se han interpretado como evidencias de que estos minerales fueron destruidos igualmente por oxidación o reducción de las aguas subterráneas que pudieron haber estado relacionados con la formación de depósitos de uranio.

### 3.- Carbón.

Un rasgo distintivo en la mineralización es la presencia de material orgánico, su distribución en las menas sugiere que fue transportado en la solución mineralizante y que su depósito fue controlado por los mismos factores que concentraron el uranio.

Si bien se le considera estrecha relación con el uranio, no es en sí un factor determinante.

### 4.- Limonita y Hematita.

Estos minerales son producto de alteración pero a veces pueden ser detríticos, son característicos de la zona de oxidación y resultan de alteración de la magnetita. (Folk 1969).

*Las manchas de limonita aumentan en la porción mineralizada, escaseando la hematita.*

*La coloración del interior estéril, amarillo grisáceo, - lo dá la limonita, siendo rojiza la zona lejana; el color lo toma por la hematita.*

CAPITULO III  
GEOLOGIA DE PROSPECCION

1.- *Interpolación y Extrapolación de conceptos Estratigráficos y/o Paleocológicos.*

*Inicialmente con el descubrimiento del "yacimiento La Coma", genéticamente se suponía un "modelo" local de emplazamiento del uranio. Posteriormente con la localización del cuerpo mineralizado de "Buenavista", se pensó en la correlación que entre ambos podría existir, dada la asociación simétrica que guardan -- con respecto al curso fluvial antiguo representado por el "Conglomerado Norma" y asociado a estratos arenosos subyacentes (ver capítulo referente a "modelo metalogénico", Pág. 35).*

*Obviamente el "cuerpo mineralizado La Coma", fue sometido a intensa observación tanto aérea, superficial y de subsuelo; tratando con esto de obtener criterios definidos, capaces de ser aplicados a otras áreas con propósitos de prospección uranífera; precisamente en esta forma, al hacer uso de las experiencias obtenidas se llegó a la localización del "yacimiento Buenavista", motivando con esto la comprobación de conceptos existentes y aplicación de algunos nuevos.*

*De la integración de todos estos conceptos compilados - en "La Coma" y "Buenavista", se infirió un "modelo metalogénico" que se adapta al marco geológico existente para tratar de explicar la forma en que se emplazó el mineral y por otro lado aprovecharlo ventajosamente comprobando y comparando criterios, con áreas nuevas incluidas dentro del mismo intervalo estratigráfico.*

*Analizando cuidadosamente las condiciones tanto paleocológicas como estratigráficas, se llegó a la conclusión de que - únicamente en la "Fm. Frío", a lo largo de su afloramiento se repiten condiciones semejantes a las establecidas en el modelo pro-*

puesto; es obvio pensar que un factor determinante en este caso lo es el cauce que drenaba en esta época ya que fué el que transportó y depositó el uranio existente.

En posteriores prospecciones programadas en la "Cuenca de Burgos", es recomendable efectuar levantamientos geológicos a detalle, ubicando preferentemente paleocauces que posiblemente correspondan a un mismo drenaje oscilatorio en época diferente, a los cuales puede atribuirse el transporte y enriquecimiento de minerales radiactivos.

Necesario se hace aclarar que si determinado drenaje transporta soluciones mineralizantes, esto es a causa de que en su paso erosiona cuerpos de roca ricos en mineral, obviamente -- que si cambia de curso, la carga de minerales radiactivos llega a su expresión normal, por esto, podrían desarrollarse prospecciones en un intervalo estratigráfico definido que resultaran totalmente inútiles; este razonamiento no niega la posibilidad de haberse mineralizado, tanto formaciones posteriores como más antiguas, teniendo en cuenta que los cursos fluviales varían en razón de los advenimientos.

Se ha comprobado hasta el momento que la "Fm. Frío" sí fué afectada por drenaje que transportó soluciones cargadas de mineral, por lo que anteriormente se mencionaba que sólo en este intervalo podría aplicarse el "modelo" expuesto, con esto no se quiere decir que las demás formaciones se encuentren estériles si no que en caso de someterse a prospección se haría con criterios diferentes, pensando en que el transporte, entrampamiento y enriquecimiento se efectuó de diferente forma, se trataría de acoplar nuevos métodos a las características litológicas encontradas.

2.- Definición de Areas favorables y/o  
Prospectos Geológicos

*Del análisis e integración de conceptos se obtienen los datos más locales que afectan el emplazamiento del mineral, eliminando grandes áreas con evidencias selectivas cada vez más detalladas.*

*Mediante este proceso después de efectuar una comparación con las formaciones incluidas dentro del área de estudio, se fueron eliminando éstos hasta quedar el intervalo estratigráfico de la "Fm. Frío", siendo este el que mejores condiciones presenta dadas sus relaciones estratigráficas.*

*Dentro del intervalo sedimentario de la "Fm. Frío", influenciado poderosamente por el "Conglomerado Norma", se eligieron áreas siguiendo la metodología expuesta.*

*Es pertinente hacer la siguiente aclaración: Todas las areniscas que se encuentren afectadas por el "Conglomerado Norma", son susceptibles de almacenar minerales radiactivos, pero tomando en cuenta el "modelo" expuesto se desecha una considerable extensión de afloramiento, sugiriéndose las siguientes áreas.*

*El "Chapote", con su equivalente simétrico con respecto al "Conglomerado Norma", "El Chapeño", localizándose inmediatamente al Sur de "La Coma".*

*Actualmente el "área Chapote", se encuentra en exploración abierta, con resultados bastante aceptables para los fines -- que se persiguen.*

*El "área Chapeño" comprende un área considerable teniendo en cuenta que el área es grande, al atacarse con un programa exploratorio.*

*Se aconsejaría programar líneas con rumbo E-W; con espa-*

ciamiento entre cada barreno de 500 m y separación entre cada línea de 2 km.

Cumpliendo este programa preliminar, se enfocaría la exploración en los pozos cuyos registros anómalos fueron más altos, con una retícula de bloqueo de 200 m por lado.

Al Sur de estas áreas prospecto, se continúa el afloramiento del "Conglomerado Norma", que naturalmente al someterse a un análisis preliminar arrojaría nuevos prospectos. En virtud de que el área propuesta para este trabajo no los abarca, se omite su descripción detallada.

Se han venido desarrollando programas de exploración abierta en las formaciones del Eoceno superior, basándose para ello en planos de configuración radiométrica dada por vuelos aeroradiométricos con previa comprobación terrestre, desafortunadamente como antes se ha mencionado, los criterios no son concluyentes.

De las formaciones localizadas estratégicamente arriba y abajo de la "Fm. Frío", dentro del área de estudio, no se menciona ningún prospecto geológico, dados los resultados negativos que se han obtenido de análisis preliminares.

### 3.- Aplicación de Criterios.

"La Coma", fué el primer yacimiento que se localizó en la "Cuenca de Burgos", siendo posible este hallazgo a los vuelos aéreo-radiométricos previamente programados para este fin, (GEOCA 1963).

Es manifiesta la inexperiencia que el personal técnico debía de tener para la exploración de minerales radiactivos; aunque al mismo tiempo esto vendría a ser un campo virgen donde se trataría de compilar el mayor número de criterios geológicos que estadísticamente aparecieran con mayor frecuencia, en fin todo tipo de características apreciables que sugieran inferencia con la acumulación de la mena.

Inicialmente la única bibliografía con que se contaba para la prospección del uranio, es la que se lograba obtener parcialmente de los Estados Unidos de Norteamérica, siendo evidente la reserva con que se deberían de tomar, si bien es cierto que sus yacimientos se localizan en los sedimentos del Terciario, -- factores diferentes intervienen para la acumulación de estos.

Paralelamente a la exploración directa en "La Coma", se sometió a minuciosa observación todas las características posibles, resultando de ello un gran número de criterios (Ver capítulo "Definición de Criterios") de los que naturalmente algunos se consideran más importantes que otros, pero no con ello los demás pierden valor si no que, con la intervención de todos se puede iniciar una prometedora prospección.

Al haberse cubicado el "yacimiento La Coma", se tuvo la inmediata necesidad de ahondar la exploración en busca de nuevos cuerpos mineralizados, para esto se hizo acopio de las expe-

riencias acumuladas. Según lo anterior se programan vuelos aeroradiométricos; se seleccionan las áreas que presenten mayores altos radiométricos enseguida sujetarlas a comprobación terrestre, resultando zonas prometedoras apoyadas por la geología local, que es un factor determinante; en función de la litología podemos inferir un porcentaje de posibilidades en favor de la acumulación, esto será posible si los altos radiométricos los dan cuerpos arenosos. En caso de aflorar solo potentes cuerpos de lutita el interés desaparece automáticamente.

Ocasionalmente se atraviesan delgados cuerpos de lutita carbonosa altamente radiactiva, que por el débil espesor, profundidad y dificultad a un futuro tratamiento, resultan incosteables y se desechan.

Una vez seleccionada el área se procede a programar retículas de exploración, realmente esto estará en función de lo extenso del área, aunque a consecuencia de la geología regional que impera en la "Cuenca de Burgos", se recomienda, en primer lugar, un programa de líneas de barrenación EW con separación variable - que va de 200 m a 3 km, concluido este programa se procede a seleccionar los barrenos que hayan registrado mayores altos radiométricos para que en esta forma a "grosso modo", se infiera un posible tren de mineralización.

A esta altura de la prospección, se elabora otro programa de exploración con retícula bastante elástica pero de preferencia de 100 a 200 m por lado cubriendo el inferido tren de mineralización en el programa preliminar.

Durante la barrenación en cualquiera de los dos programas, se aplica el criterio y experiencia del geólogo, pudiéndose



suspender un programa exploratorio si las condiciones geológicas - no se consideran favorables. Esto será cuando la formación que se atraviese la constituyan sedimentos finos como lutitas y limolitas.

Ahora bien, si la exploración se está efectuando en estratos arenosos de condiciones prometedoras, entran directamente los criterios mineralógicos y estructurales.

Por lo general el criterio estructural requiere de areniscas empaquetadas dentro de sedimentos impermeables que sirven de sello evitando la fuga de fluidos; requiriéndose también un echado débil que evite la migración de soluciones y condiciones reductoras.

En esta etapa los criterios mineralógicos son auxiliares indispensables, con su ayuda podemos sugerir la proximidad o alejamiento del cuerpo mineralizado y son factores importantes dentro del cuerpo anómalo.

Se aclara que estos criterios no son definitivos pero su ayuda es de indudable valor, siendo el registro eléctrico y de rayos gama el que definitivamente niega o asevera la presencia de mineral radiactivo dentro de los estratos atravesados.

En esta forma se puede controlar la exploración de bloqueo para evitar barrenación inútil.

Mediante esta secuencia de trabajo, bosquejada anteriormente, se llegó a la localización del "yacimiento Buenavista", lugar donde se comprobó lo expuesto, cumpliéndose la mayoría de los criterios.

Después de esta localización se efectuaron periódicos chequeos de aereoradiometría, para observar variaciones del comportamiento superficial y formular un juicio al efectuarse comparaciones con áreas nuevas de prospección.

La aplicación del "modelo metalogenético" dentro del área que abarca este trabajo, comprende naturalmente las áreas tipo "Buenavista" y "La Coma", así como "El Chapote" y su correspondiente simétrico al paleocauce, "El Chapeño". En esta última área se hace necesario elaborar un programa de prospección que permita estimar el grado de confiabilidad del "Modelo" mencionado en futuras prospecciones.

Es obvia la necesidad de contar con más criterios que abrevien o simplifiquen grandes áreas, porque cuanto mayor sea el número de elementos de que dispongamos, mayor será el margen de seguridad, hacia resultados positivos e inmediatos.

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES PARA UN PROGRAMA DE  
PROSPECCION DIRECTA EN UN AREA CONOCIDA

1.- Conclusiones.- Analizando detenidamente el contenido, este trabajo permite situarnos dentro de un marco de halagadoras perspectivas en lo que a prospección uranífera se refiere.

Actualmente podemos decir que contamos con elementos suficientes para atacar un programa de exploración en rocas sedimentarias que pertenezcan a la "Cuenca de Burgos"; naturalmente que esto se basa en los ambientes de sedimentación y a la forma de enriquecimiento, porque si para un mismo yacimiento los criterios son variables con justa razón lo serán para áreas cuyos procesos sedimentarios distan de ser idénticos a los aquí descritos.

Teniendo como referencia los depósitos de uranio que actualmente se exploran o explotan en los Estados Unidos de Norteamérica en intervalos sedimentarios correspondientes a la continuación hacia el norte, de la "Cuenca de Burgos", es de esperarse que también aquí se manifiesta su presencia anómala.

Con los datos hasta ahora ampliados y en virtud de lo joven que es este tipo de exploración, se concluyó que el intervalo sedimentario de la "Fm. Frío" se proyecta como el más favorable y por supuesto el más indicado a sujetarse de inmediato a exploración directa. Esta conclusión resultó a consecuencia del "modelo metalogénico" expuesto anteriormente si se recuerda el modelo se basa en la relación de las areniscas "Frío No Marino" con un cauce fluvial representado por el "Conglomerado Norma", atribuyéndose a este cauce el transporte y depósito de los óxi-

dos de uranio.

Si bien es cierto que el "modelo" se acopla a estas características y que las demás formaciones aflorantes en esta --- "cuenca" no tienen a la vista el supuesto control, este no es un juicio definitivo que les excluya como cuerpos almacenadores, posiblemente hayan sido enriquecidos en la misma forma pero la erosión ha enmascarado las evidencias y si el emplazamiento se efectuó de otro modo, para esto habrá nuevos métodos y modelos, que nos conduzcan directamente a los receptáculos naturales existentes en el subsuelo.

2.- Recomendaciones para un programa de prospección directa en un Area conocida.

La selección del área está en función de la anomalía radiométrica superficial o de la geología aflorante; las anomalías registradas son el producto de las barridas aéreas sistemáticas a que se sujeta la región.

Las anomalías sometidas a previos análisis de preferencia son los que registren mayor alto radiométrico y ubicación en intervalo sedimentario con antecedentes de favorabilidad.

Los afloramientos arenosos acusan interés sin tener anomalía, tomando en consideración su equivalencia correlativa a un estrato sedimentario conocido y cuya favorabilidad esté de manifiesto.

Ocasionalmente afloramientos de formaciones ajenas a exploración alguna, serán de interés a causa de similitud estructural y sedimentaria que guarden con respecto a geología de menas conocidas.

Una vez seleccionada el área se le somete a una veri-

## RECOMENDACIONES PARA UN PROGRAMA DE PROSPECCION DIRECTA EN AREA CONOCIDA

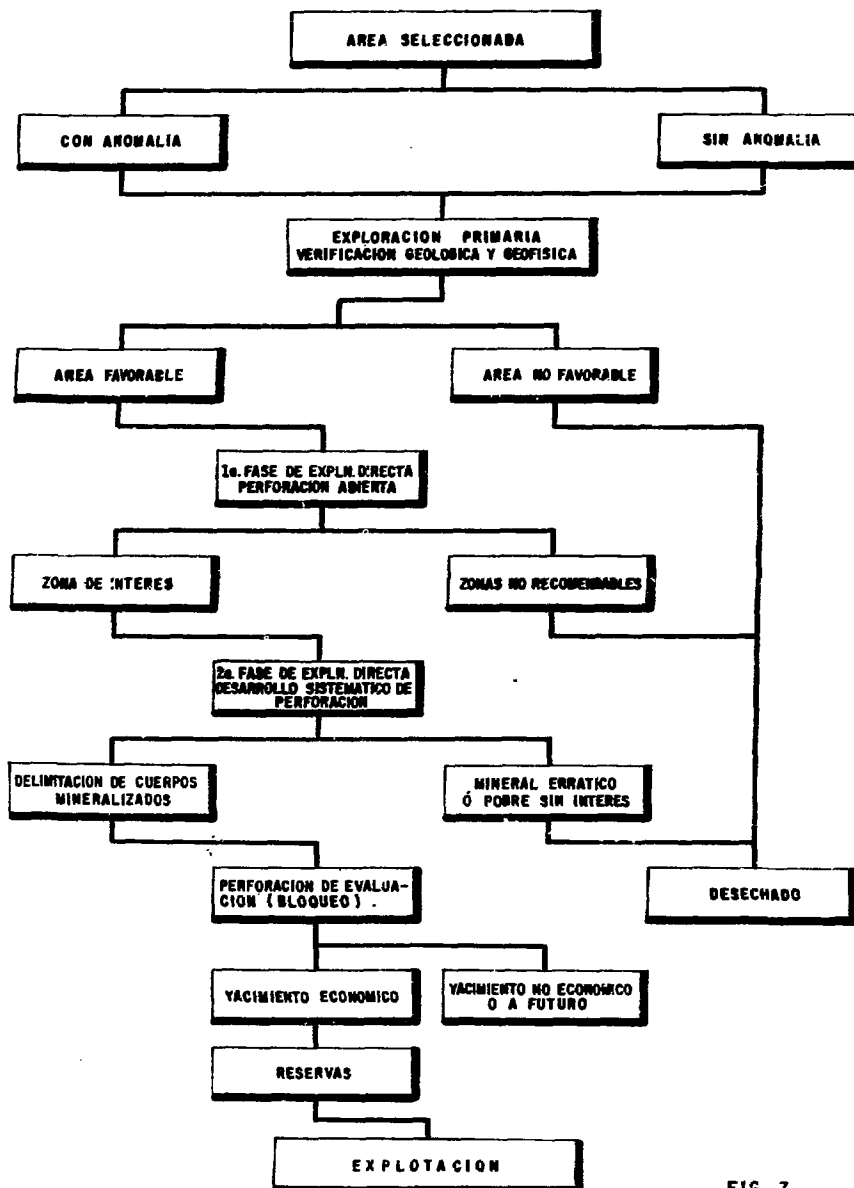


FIG. 7

ficación geológica y geofísica; con este procedimiento se comprobará la radiactividad superficial registrada en vuelos y su relación con cuerpos arenosos que son los que realmente interesan como roca almacenadora.

En esta fase de la exploración se hace necesario un estudio de geoquímica por la sencilla razón de que si la anomalía se registra en sedimentos retrabajados, se rastrearía su procedencia hasta dar con la roca fuente, que de ser ésta una roca impermeable, sugiriría amplio margen de favorabilidad.

Como antes ya se ha mencionado, las rocas permeables son los receptáculos naturales capaces de almacenar grandes volúmenes como acuíferos, hidrocarburos y menas económicamente explotables, siempre y cuando se mantengan sellados con potentes secciones de sedimentos impermeables, dicha observación mantiene -- despierto el interés por los afloramientos arenosos, agudizando la aplicación de cuanto criterio se dispone tratando de entrever cualquier indicio del paso de soluciones mineralizantes, ésta razón nos inclina a seleccionar áreas cuya radiometría sea mayor -- que la ambiental, condicionando a la presencia de arenas y relegando a los afloramientos de sedimentos finos (lutitas, limolitas) a áreas no favorables.

La primera fase de exploración directa con barrenación profunda se programa en función de la extensión del área favorable seleccionada.

De preferencia el programa consta de líneas EW de barrenación con espaciamiento variable entre cada pozo, pudiendo ser de 200 a 1,000 m según la importancia que registre los sedimentos atravesados.

La separación entre cada línea también varía, pudiendo

ser hasta de 3 km si el área es de considerable extensión.

Este tipo de programa se prefiere, debido a las condiciones geológicas que predominan en la "Cuenca de Burgos"; o sea que por lo general el rumbo de las capas es de SW-NE con buzamiento al E; siendo contadas las ocasiones en que aparece este, invertido a causa de fallas contemporáneas.

El resultado de esta fase de exploración es de evidente importancia, ya que es posible elaborar secciones estratigráficas que nos muestran litología y estructura interna, pudiéndose observar la continuidad de cuerpos almacenadores y la relación de éstos con anomalías radiométricas superficiales.

Para la elaboración de las secciones, se auxilia de: elevaciones topográficas, descripciones litológicas del muestreo de canal, de los registros eléctricos y de rayos gama, corridos en los pozos perforados.

Obtenemos así un área de interés con límite en los pozos que hayan registrado mayor alto radiométrico o bien que se encuentren próximos a zonas de transición entre los ambientes de reducción y oxidación, siendo aquí donde preferentemente se depositan los óxidos de uranio, existiendo excepciones de depósitos en zonas oxidadas, que bien pueden ser vestigios de menas sometidas a lixiviación por soluciones que transportan y depositan el mineral en otras áreas.

En esta etapa se desechan zonas no favorables, constituidas por sedimentos finos impermeables y por areniscas cuyas condiciones mineralógicas, estructurales y radiométricas, sean consideradas desfavorables en la exploración.

La segunda fase de exploración directa corresponde a un programa sistemático de perforación, basado en bloques de ba-

arenos positivos; la retícula bien puede ser de 100 a 200 m optándose en algunas ocasiones por líneas N-S normales al primer programa.

El uso y aplicación de los criterios geológicos conocidos indicarán el método adecuado a seguir, recalándose con esto la flexibilidad que debe tener la exploración, basándose para ello en el criterio del geólogo encargado del programa y del buen uso que se pueda hacer de él.

El resultado inmediato que obtenemos de esta fase de la exploración es: la delimitación de cuerpos mineralizados considerados como económicamente explotables, en su defecto cuerpos de mineral errático pobre o sin interés por el momento, pero que al transcurso del tiempo con la creciente demanda de energéticos vendrá a poner valor a éstos. Momentáneamente y en función de la ley y espesor que se requiere para ser explotable, estos cuerpos pobres y erráticos pasan a ser zonas desechadas sin valor.

A esta altura la morfología del cuerpo mineralizado se limita burdamente, con la evaluación de un preliminar cálculo de reservas, sujeto a modificación dado por análisis químicos y radiométricos; así como programa de bloqueo para la cubicación final del yacimiento.

La conclusión del programa "bloqueo de cubicación" en el área anómala, ofrecerá un panorama real de la morfología y reservas del yacimiento, a la vez que pondrá de manifiesto en forma objetiva, los yacimientos aislados que momentáneamente no ofrecen interés, obviamente en un futuro próximo acapararán la atención y serán objeto de reestudios encaminados a programar su exploración.

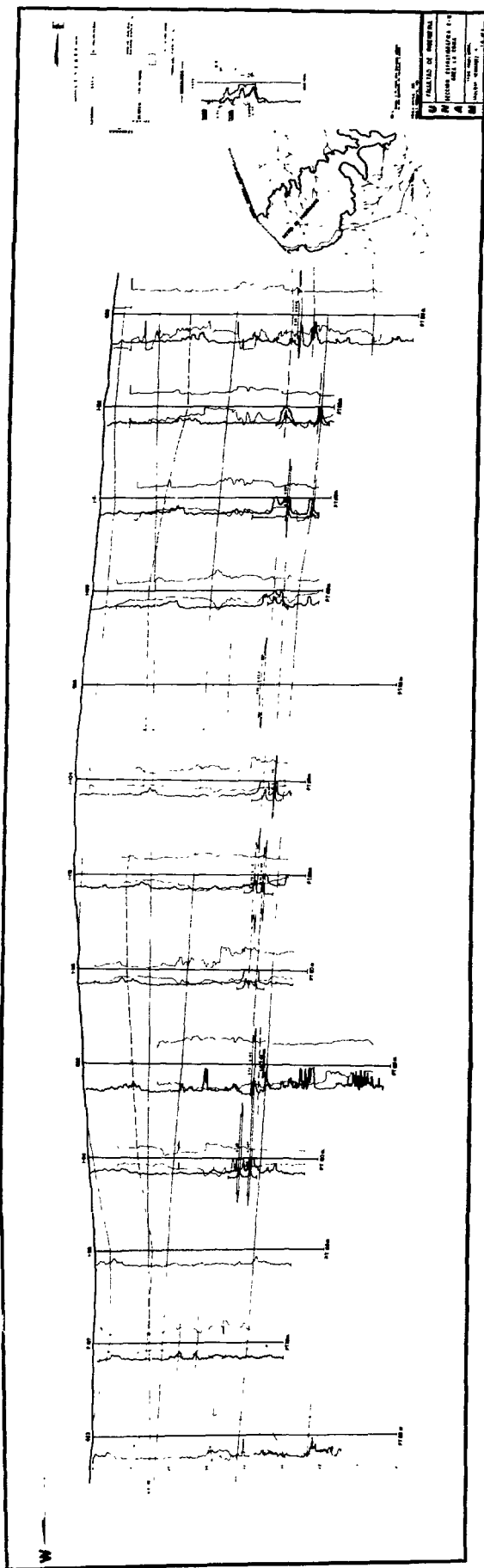


El último paso de la exploración uranífera concluye -- con la cubicación de reservas, la retícula de perforación se cierra a 50, 25 ó 12.5 m si es necesario; efectuándose núcleo para análisis petrográficos, químicos y radiométricos, datos necesarios usados en la reevaluación de las reservas; las obtenidas de esta manera varían en pequeño margen con respecto a las calculadas anteriormente; una vez establecidas éstas, el siguiente paso será la explotación, fase que hasta el momento no se desarrolla en esta Superintendencia de Nuevo León y Tamaulipas, por la sencilla razón de no existir equipo de tratamiento y la adquisición de éste requiere la localización de un número definido de tonelaje en reservas, cantidad que aún no ha sido sobrepasada.

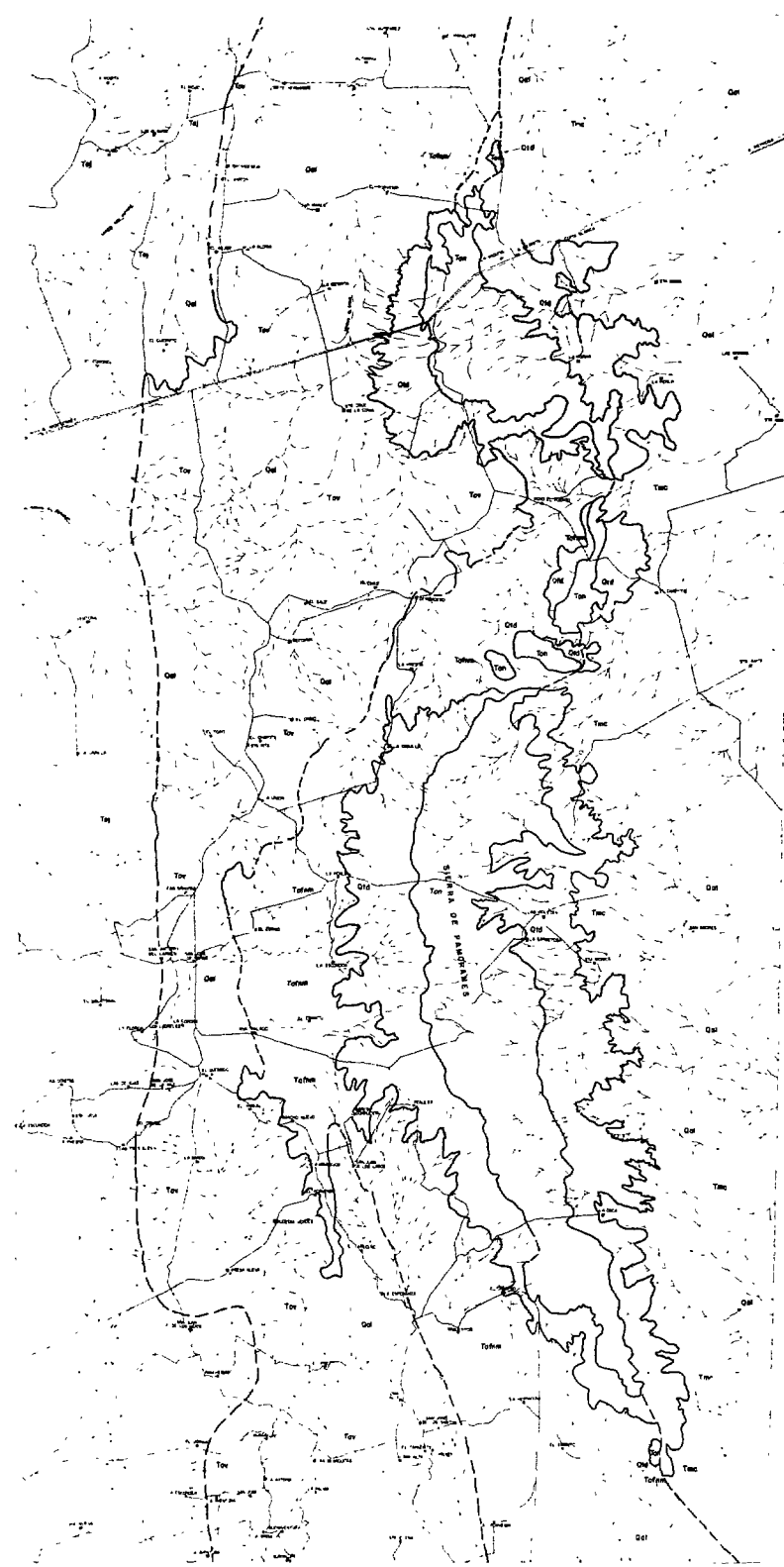
BIBLIOGRAFIA

- Alvarez Jr. Manuel                      *Apuntes de la clase de Geología - Paleogeografía y Tectónica de México U.N.A.M. Facultad de Ingeniería, México 1962.*
- Sellards, E. H., Adkins, W.S. and Plummer, F. B.                      *The Geology of Texas. The University of Texas Bulletin. No. 3232: August 22, 1932. Volume I Stratigraphy.*
- Rodríguez Santana, Eduardo                      *Seminario sobre exploración petrolera, Mesa redonda No. 1. 1969.*
- Chávez Aguirre, José Ma.                      *"Levantamiento geológico radiométrico área Mier". Tesis profesional.*
- Campos Madrigal, Manuel.                      *"Geología del área de la Sierrita, Municipio de Gral. Bravo, Estado de Nuevo León, México". Tesis profesional.*
- Antunes Echagaray, Francisco                      *Manual para la exploración del uranio. Comisión Nacional de Energía Nuclear. Dirección de Exploraciones, México. Octubre de 1958.*
- Congreso Geológico Internacional.                      *Estratigrafía del Cenozoico y del Mesozoico a lo largo de la carretera entre Reynosa, Tamps. y México, D. F. Tectónica de la Sierra Madre Oriental. Vulcanismo en el Valle de México. Excursiones A-14 y C-6. Vigésima Sesión. México, 1956.*
- Comisión Americana de Nomenclatura Estratigráfica.                      *Código de Nomenclatura Estratigráfica. Segunda Edición. Instituto de Geología de la U.N.A.M. Sociedad Geológica Mexicana. Asociación de Geólogos Petroleros. México, D.F., 1970.*
- Dunbar Carl O., Rodgers John                      *Principios de Estratigrafía. Compañía Editora Continental, México, 1969.*

- Folk, Robert L. *Petrología de Rocas Sedimentarias.*  
Instituto de Geología de la UNAM.  
México, D. F. 1969.
- Martell Andrade, J. Bernardo *Estudio Geológico del Campo Petro-  
lero Pascualito, localizado en el  
Estado de Tamaulipas. Tesis Profe-  
sional U.N.A.M.*  
Facultad de Ingeniería. 1969.
- Pettijohn, F. J. *Rocas Sedimentarias.*  
Editorial EUDEBA.  
Primera edición, 1963  
p. 287-383.
- U. S. Atomic Energy Commission *Boletines:*  
*Explorando por uranio.*  
*Radiaciones del uranio.*  
*Problemas prácticos.*  
*Usos especiales.*



100-30



LEYENDA

- CUATERNARIO
- Qal Depósitos de Aluvión
  - Qia Depósitos de Toluá
- MIDLENIO
- Tmc FORMACION CATAHOULA  
Arcillas tabacacas de color gris a verde claro que intersepan en color blanco crema, presentan selena, pequeñas concreciones ferruginas y coliche irregularmente distribuido.
  - Ton CONGLOMERADO NORMA  
Cantos rodados de caliza, pedernal-areniscas, rocas volcánicas y madera silicificada. La matriz está constituida principalmente por coliche. Contiene escasos leños de arena y lutita.
  - Tofm FORMACION FRIO  
Lutitas de color rojo, gris y gris verdoso, bentoníticas, intercaladas con areniscas del mismo color. Presentan yeso en abundancia y pecitas con concreciones ferruginas en la zona caudal.
  - Tov FORMACION VICKSBURG  
Arenas grano medio de arena y arcilla fina en la base, con bastante secación en la cima de lutitas verdes y rojas.
  - Taj FORMACION JACKSON  
Limalitas ligeramente arenosas, abundante material orgánico desmenuado, dando el color gris oscuro. Ocasionalmente afloran areniscas lentocólicas res relieve de paleozoicos.
- EOCENO

SIMBOLOGIA

- Contacto geológico intraterráqueo
- Contacto geológico
- Carretera
- Brecha
- Arroyo
- Rancho

ESCALA GRAFICA



**UNAM** FACULTAD DE INGENIERIA  
 PLANO GEOLOGICO DEL OJOCENO  
 EN EL AREA DE LA SIERRA  
 ESTADO DE HUEJUTLA  
 Tercera Edición, 1960  
 Autores: M. G. GARCÍA, J. GARCÍA