

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO BOLÍVAR
ESCUELA CIENCIAS DE LA TIERRA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA GEOLÓGICA**



**REINTERPRETACIÓN SÍSMICO-ESTRUCTURAL Y
ESTRAFIGRÁFICA, DE LA FORMACIÓN LA PICA EN EL
CAMPO JUSEPÍN UBICADO AL NORTE DEL ESTADO
MONAGAS, EN LA CUENCA ORIENTAL DE VENEZUELA.**

**TRABAJO FINAL DE
GRADO PRESENTADO POR
LA BACHILLER ADRIANA
CAROLINA GALINDO
GÓMEZ, PARA OPTAR AL
TÍTULO DE INGENIERO
GEÓLOGO**

CIUDAD BOLÍVAR, OCTUBRE 2017.

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO BOLÍVAR
ESCUELA CIENCIAS DE LA TIERRA**



ACTA DE APROBACIÓN

Este trabajo de grado, titulado **“REINTERPRETACIÓN SÍSMICO-ESTRUCTURAL Y ESTRAFIGRÁFICA, DE LA FORMACIÓN LA PICA EN EL CAMPO JUSEPÍN UBICADO AL NORTE DEL ESTADO MONAGAS, EN LA CUENCA ORIENTAL DE VENEZUELA”**, presentado por la bachiller **GALINDO ADRIANA**, cédula de identidad N°V-24.892.902, como requisito parcial para optar por el título de **INGENIERO GEÓLOGO**, ha sido **APROBADO**, de acuerdo a los reglamentos de la Universidad de Oriente, por el jurado integrado por los profesores:

Nombre:

Firma:

Prof. Rivadulla Rosario

(Asesor)

Prof. Sandoval Berenice

(Jurado)

Prof. Monteverde Francisco

(Jurado)

Prof. Javier Ramos Madrid
Jefe de Departamento
Ingeniería Geológica

Prof. Francisco Monteverde
Director de Escuela
Ciencias de la Tierra

Ciudad Bolívar, 31 de Octubre del 2017.

DEDICATORIA

Este gran logro se lo dedico primeramente a mi Dios santísimo, mi hermosa Virgencita y los Santos que me cuidan, guían, protegen e iluminan cada día desde que nací; por mantenerme de pie antes las situaciones más difíciles y darme las fuerzas necesarias para seguir luchando, al igual que a mis amados padres Mónica Gómez y Alejandro Galindo quienes me han brindado su apoyo incondicional en todo momento, además de brindarme el amor y la calidez más grande que un hijo pudiese pedir; a ustedes quienes nunca perdieron la fe en mí y siempre me han impulsado a superarme. Esto es para ustedes, mis logros son los suyos y les prometo que no será el último que les dedique.

A mi bellísima abuelita Mireya Pérez y a mis dos angelitos Jesús Gómez y Rosa Pérez por todo su amor, cuidado y atención. A mi queridas Tíos Miriam Galindo, Gladys Baca, Berónica Gómez, Zulma Gómez, Víctor Gómez y Carlos Gómez, y queridos primos Rafael y Analin Gómez; a toda mi amada familia Galindo Gómez/Gómez Galindo/Gómez Pérez por regalarme los mejores momentos durante mi formación personal y profesional, por llenar mi vida de muchos matices y felicidad.

A mi novio y futuro esposo Kenny Flores, por estar contigo en las buenas y en las malas, por todo su apoyo, amor, confianza, fe en mí y su compañía en todo momento. Por impulsarme al logro y llevarme al camino de superación y crecimiento personal.

AGRADECIMIENTOS

Le agradezco a Dios todo poderoso, la Virgencita y mis Santos, por permitirme cumplir este inmenso logro durante este trayecto. A mis amados padres, por su completo apoyo, comprensión, consejos, fuerza, seguridad, confianza, que me impulsan a superar cualquier adversidad.

A la Universidad de Oriente por convertirse en mi segunda casa y darme la oportunidad de formarme como profesional a través de los mejores profesores; en especial mi tutora académica Rosario Rivadulla por todo su tiempo y dedicación. A mis grandes amigos, Renzo, Diana., Vicente, Darwin, Albanys, Virginia, Adrián, Yadetzy, Gomer, Josdarwin, Yorman., Erasto, Jesús y Abraham; por hacer mis días universitarios los mejores que pude tener. A mí querida amiga y compañera Génesis, por su honestidad, compañerismo y amabilidad. A mis hermanitas de corazón Daibelis, Francis, María e Ignalir.

A PDVSA, por darme la oportunidad de poder desarrollar un proyecto de tal magnitud, a la Gerencia de Yacimientos - Sala Jusepín; especial y enormemente agradecida con el Ing. Geólogo José Marcano, por adoptarme como su pupilo y confiar en mis habilidades para desarrollar este proyecto, gracias por todos los conocimientos transmitidos, por su apoyo sincero, dedicación, consejos, paciencia, sonrisas. A la Gerencia de Operaciones del Dato y Estudios Integrados, por arroparme debajo sus alas, y brindarme todo su apoyo con la mayor amabilidad posible; en especial a Gilberto Parra, Marx Bastardo y Víctor Jiménez.

A mi amadísimo novio Kenny Flores por sus palabras de aliento, gracias por sostener mi mano aun a la distancia, por tu comprensión, apoyo, amor, atención, calma y esas grandes sonrisas que siempre me sacas. GRACIAS.

RESUMEN

El presente trabajo se basó en la reinterpretación Sísmico-Estructural y Estratigráfica, de la Formación La Pica en el Campo Jusepín ubicado al norte del estado Monagas, en la Cuenca Oriental de Venezuela. En vista de que la Dirección Ejecutiva de Producción y Exploración de Oriente - Distrito Furrial, tiene como objetivo fortalecer la producción de crudo mediano a liviano que sirven como diluentes para la producción de las reservas de crudo pesado y extrapesado en la Faja Petrolífera del Orinoco; se busca, mediante el desarrollo de este trabajo la reinterpretación estratigráfica y estructural de la Formación La Pica para actualizar los mapas estructurales del tope de la misma y sus arenas principales, Sigmoilina y Textularia; a fin de disminuir incertidumbres geológicas y servir de apoyo para planes de explotación del área y drenaje de sus reservas remanentes. Se trabajó con un total de 475 pozos pertenecientes al área en estudio, los cuales se correlacionaron empleando sus registros eléctricos y se elaboraron secciones estratigráficas para determinar la continuidad de la Formación La Pica y las zonas de Sigmoilina y Textularia, evidenciándose incrementos de espesores arenosos hacia el Oeste y acuñamientos hacia el Norte y Sur del Campo Jusepín. Se reinterpretaron los rasgos estructurales principales y prominentes mediante la reinterpretación de perfiles sísmicos de la zona, los cuales en conjunto con la reinterpretación estratigráfica, se elaboraron los mapas estructurales del tope de la Formación y sus principales arenas productoras (Sigmoilina y Textularia). Se definió la estructura interpretada como un Pliegue Sinclinal con dirección SW-NE afectada por 12 fallas de tipo Normal con saltos de 20-50 pies, con flancos de bajos buzamientos de 8°-15° incrementando según el horizonte en cuestión.

CONTENIDO

	Página
ACTA DE APROBACIÓN.....	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
RESUMEN.....	v
CONTENIDO	vi
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE TABLAS	xi
LISTA DE ANEXOS.....	xii
INTRODUCCIÓN	1
 CAPÍTULO I.....	 3
SITUACIÓN A INVESTIGAR	3
1.1 Situación objeto de estudio	3
1.2 Objetivos de la investigación	4
1.2.1 Objetivo general.....	4
1.2.2 Objetivos específicos	4
1.3 Justificación de la investigación.....	4
1.4 Alcance de la investigación.....	5
1.5 Limitaciones de la investigación.....	6
 CAPÍTULO II	 7
GENERALIDADES	7
2.1 Ubicación geográfica del área de estudio.....	7
2.2 Vías de acceso	8
2.3 Geología regional	9
2.3.1 Cuenca Oriental de Venezuela.....	9
2.3.2 Subcuenca de Maturín	11
2.3.3 Diapirismo al Norte de Monagas	12
2.4 Geología local	12
2.4.1 Campo Jusepín.....	12
2.4.2 Formación La Pica	14
 CAPÍTULO III	 17
MARCO TEÓRICO.....	17
3.1 Antecedentes de la investigación	17
3.2 Fundamentos teóricos	18
3.2.1 Resolución sísmica	18
3.2.2 Resolución sísmica vertical	18

3.2.3 Velocidad sísmica.....	19
3.2.4 Longitud de onda	20
3.2.5 Atributo sísmico.....	21
3.3 Definición de términos básicos	22
3.3.1 Registro de pozos.....	22
3.3.2 Correlación.....	22
3.3.3 Discordancia	22
3.3.4 Sección estratigráfica.....	22
3.3.5 Sección estructural.....	23
3.3.6 Diapirismo	23
3.3.7 Ondícula sísmica.....	24
3.3.8 Calibración sísmica – pozo.....	24
3.3.9 Tiros de verificación (Check Shots)	24
3.3.10 Sismograma sintético.....	25
3.3.11 Curva Tiempo – Profundidad (T-Z).....	25
3.3.12 Mapa estructural	25
 CAPÍTULO IV	 26
METODOLOGÍA DE TRABAJO.....	26
4.1 Tipo de investigación	26
4.2 Diseño de la investigación	26
4.2.1 Investigación documental	26
4.3 Población de la investigación.....	27
4.4 Muestra de la investigación.....	27
4.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	28
4.5.1 Técnicas de recolección de datos.....	28
4.5.2 Instrumentos de recolección de datos	29
4.6 Etapas de la investigación	29
4.6.1 Elaboración de base de datos	29
4.6.2 Reinterpretación estratigráfica.....	40
4.6.3 Interpretación sísmico-estructural.....	44
4.6.4 Elaboración de mapas estructurales.....	53
4.6.5 Modelado estructural en 3D.....	59
 CAPÍTULO V	 62
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	62
5.1 Topes estratigráficos validados	62
5.2 Continuidad lateral y vertical de los principales horizontes de la Formación La Pica.....	62
5.2.1 Sección estratigráfica A-A’	63
5.2.2 Sección estratigráfica B-B’	64
5.2.3 Sección estratigráfica C-C’	64
5.2.4 Sección estratigráfica D-D’	65

5.2.5 Sección estratigráfica E-E'	65
5.2.6 Sección estratigráfica F-F'	65
5.2.7 Sección estratigráfica G-G'	66
5.3 Interpretación sísmico-estructural los principales horizontes asociados a la Formación La Pica	66
5.3.1 Resolución sísmico vertical	66
5.3.2 Interpretación estructural	67
5.4 Definición de la estructura de la Formación La Pica en el Campo Jusepín.	70
5.4.1 Cotejo de buzamientos en la estructura	73
5.4.2 Corte longitudinal A-A'	75
5.4.3 Corte estructural transversal B-B'	76
5.4.4 Corte estructural transversal C-C'	77
5.4.5 Corte estructural transversal D-D'	78
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	80
Conclusiones	80
Recomendaciones.....	81
REFERENCIAS	83
ANEXOS	86

LISTA DE FIGURAS

	Página
2.1 Ubicación relativa del campo Jusepín (Rodríguez y otros, 1998).	7
2.2 Ubicación del área en estudio (Google Maps, 2017).	8
2.3 Columna estratigráfica de la COV (PDVSA-INTEVEP, 1997 b).	10
2.4 Corte estructural regional integrado del frente de montaña de la Serranía del Interior Oriental y Subcuenca de Maturín (Nely y Rives, 2001).	11
2.5 Interpretación sísmico-estructural de la Subcuenca de Maturín en el perfil sísmico R-3 (Duerto, L. 2007).	13
2.6 Columna estratigráfica para el campo Jusepín.	14
2.7 Zonas de correlación propuestas por De Sisto, J. (Modificado De Sisto, J. 1959)	15
3.1 Fase de rejuvenecimiento seguida de una fase pasiva debido a un episodio de contracción, a) antes de la contracción b) después de la contracción (Duerto, L. 2007).	23
4.1 Flujograma de la metodología.	30
4.2 Digitalización de mapa estructural Nodosaria-15 y sección estructural mediante los softwares NeuraMap y NeuraSection.	32
4.3 Mapa índice de secciones, ubicación de la sección estructural G-H (De Sisto, J. 1959).	33
4.4 Solapado de mapas bases, software SigeMap.	34
4.5 Porcentaje de registros vectorizados	35
4.6 Vectorización de registros mediante el software NeuraLog.	36
4.7 Empalme de registros eléctricos a través de Interactive Petrophysics.	36
4.8 Desglose de curvas empalmadas a través de los softwares Interactive Petrophysics y la aplicación MathPack.	37
4.9 Porcentaje de registros eléctricos cargados a la suite de OpenWorks.	38
4.10 Homologación para la Formación La Pica y columna estratigráfica interpretada.	40
4.11 Sección estructural G-H de la Formación La Pica en el área mayor de Santa Bárbara (Modificado De Sisto, J. 1959).	41
4.12 Mallado de correlación Campo Jusepín.	42
4.13 Correlación estratigráfica.	43
4.14 Ubicación relativa e los pozos escogidos para el cálculo de resolución sísmica vertical.	45
4.15 Registro sónico del pozo J-487.	46
4.16 Espectro de frecuencia para la línea sísmica 2232.	46
4.17 Sismograma sintético generado para el pozo J-479.	48
4.18 Ondículas representativas para los horizontes de interés.	49

4.19 Ubicación de los sismogramas sintéticos generados para los pozos J-479, J-502 y J-485.....	49
4.20 Valores de Tiempo-Profundidad originales en el Campo Jusepín.....	51
4.21 Perfil sísmico de la traza 5800 con el software OpenWorks.	51
4.22 Mallado de interpretación.	52
4.23 Interpretación de planos de fallas empleando el atributo sísmico Varianza.	52
4.24 Perfil sísmico en dominio tiempo al Sur del campo Jusepín, tomado con Petrel.	53
4.25 Mapa estructural generado mediante el software Petrel.	54
4.26 Mapa de plano de fallas final en 3D.....	55
4.27 Cotejo de plano de fallas.....	56
4.28 Modelado de plano de fallas.	57
4.29 Pillar Gridding de la superficie interpretada a modelar.	58
4.30 Suavizado de horizontes y modelado de desplazamientos de fallas.	58
4.31 Cotejo de buzamientos en el Mb. Textularia (Petrel).	59
4.32 Vista transversal de los horizontes generados.....	60
4.33 Vista en 3D de zonas intermedias generadas.	61
5.1 Rasgos estructurales en la Formación La Pica. a) presencia de lutitas móviles. b) alto estructural de Jusepín (flecha rosada), alto estructural de Amarilis (Flecha roja).	67
5.2 Trazas de fallas cotejadas 3D (Petrel).....	69
5.3 Modelo estructural 3D, Miembro Textularia.	71
5.4 Modelo estructural 3D, miembros Sigmoilina y Textularia.....	72
5.5 Modelo estructural 3D, Formación La Pica.	72
5.6 Mapa estructural del Miembro Sigmoilina, atributo de buzamiento (Petrel).....	74
5.7 Mapa estructural del Miembro Textularia, atributo de buzamiento (Petrel).....	75
5.8 Corte estructural A-A'.	76
5.9 Corte estructural B-B'.....	77
5.10 Corte estructural C-C'.....	78
5.11 Corte estructural D-D'.	79

LISTA DE TABLAS

	Página
4.1 Cambio de nomenclatura en los pozos de la sección G-H	34
4.2 Zonas equivalentes interpretadas	40
4.3 Topes estratigráficos interpretados.	43
4.4 Ubicación de pozos y líneas sísmicas para el cálculo de frecuencias.	47
4.5 Sismogramas sintéticos generados.....	50
5.1 Resolución sísmica vertical promedio de la Formación La Pica.	66
5.2 Listado de fallas.	70
5.3 Buzamientos de los horizontes de interés.	73
5.4 Relación de buzamientos en Sigmoilina.	74
5.5 Relación de buzamientos en Textularia.	75

LISTA DE ANEXOS

- 1 SECCIÓN ESTRATIGRÁFICA A-A'
- 2 SECCIÓN ESTRATIGRÁFICA B-B'
- 3 SECCIÓN ESTRATIGRÁFICA C-C'
- 4 SECCIÓN ESTRATIGRÁFICA D-D'
- 5 SECCIÓN ESTRATIGRÁFICA E-E'
- 6 SECCIÓN ESTRATIGRÁFICA F-F'
- 7 SECCIÓN ESTRATIGRÁFICA G-G'
- 8 SECCIÓN SÍSMICA H-H'
- 9 SECCIÓN SÍSMICA I-I'
- 10 SECCIÓN SÍSMICA J-J'
- 11 MAPA ESTRUCTURAL DEL TOPE DE LA FORMACIÓN LA PICA
- 12 MAPA ESTRUCTURAL DEL MIEMBRO SIGMOILINA
- 13 MAPA ESTRUCTURAL DEL MIEMBRO TEXTULARIA

INTRODUCCIÓN

Petróleos de Venezuela (PDVSA), División Furril requiere la búsqueda de nuevas oportunidades que sirvan como apoyo para el aporte de diluentes a la Faja Petrolífera del Orinoco, por lo que tiene como proyecto apalancar la producción de la Formación La Pica en el campo Jusepín, cuyo yacimiento L-Pica01 representa actualmente una de las mayores reservas al Norte de Monagas a pesar de ser maduro. Sin embargo, actualmente no se encuentra un mapa oficial de objetivo en estudio por lo que se es necesario la reinterpretación estratigráfica y estructural de la Formación La Pica a fin de actualizar los mapas estructurales del tope de la misma y sus arenas principales, Sigmoilina y Textularia, para disminuir incertidumbres geológicas y servir de apoyo para planes de explotación del área y drenaje de sus reservas remanentes.

Este proyecto tiene como objetivo principal reinterpretar sísmico-estructural y estratigráficamente, la Formación La Pica en el campo Jusepín al norte del estado Monagas, con el fin de determinar la continuidad de las arenas de interés elaborando secciones estratigráficas; además de definir la estructura interpretada a través de la elaboración de mapas estructurales resultantes de las profundidades de los topes estratigráficos e imágenes sísmicas interpretadas.

Esta investigación se estructura en cinco (5) capítulos: En el Capítulo I, se presenta la situación objeto de estudio, los objetivos, justificación, alcance y limitaciones de la investigación. El Capítulo II, corresponde a las generalidades, enmarcado en la Cuenca Oriental de Venezuela, ubicación del área de estudio y su geología. El Capítulo III, muestra el marco teórico, antecedentes, conceptos básicos y aspectos relacionados al área en estudio.

En el Capítulo IV, se describe la metodología empleada durante el desarrollo de este trabajo de grado, tipo y diseño de la investigación y flujograma de actividades. El Capítulo V, presenta el análisis e interpretación de los resultados; y finalmente se exponen las conclusiones y recomendaciones como consecuencia final del estudio.

CAPÍTULO I

SITUACIÓN A INVESTIGAR

1.1 Situación objeto de estudio

Petróleos De Venezuela a través de la Dirección Ejecutiva de Producción Oriente, División Furrial, tiene como objetivo aportar crudos que sirvan como diluentes para la producción y extracción de crudos pesados y extrapesados en la Faja Petrolífera del Orinoco, es decir, crudos mayores a 28° API; tomando en consideración el yacimiento somero L-Pica01 ubicado en el campo Jusepín durante la búsqueda de nuevas oportunidades. La producción de este inició desde el año 1938 hasta el año 1989, del cual solo se ha extraído el 12% de sus reservas.

Adicionalmente realizar este trabajo provee ciertos obstáculos dados a la cantidad de información dispersa, y deteriorada referente a área en estudio por la madurez del yacimiento. Actualmente en la División Furrial no tienen mapas oficiales de la zona, tanto en las bases de datos corporativas (*SigeMap*) y operacionales (*OpenWorks*); la única data oficial disponible es lo que reposa en el libro de reservas.

En el desarrollo de este trabajo de grado se buscará unificar toda información disponible para elaborar los mapas estructurales del tope de la Formación La Pica y sus principales intervalos productores, los cuales servirán como punto inicial para el desarrollo de futuras evaluaciones sedimentológicas, petrofísicas y estratigráficas. A la vez que permitan revisar el modelo dinámico y con ello permitir definir planes de explotación.

1.2 Objetivos de la investigación

1.2.1 Objetivo general

Realizar la reinterpretación sísmico-estructural y estratigráfica, de la Formación La Pica en el Campo Jusepín, ubicado al norte del estado Monagas, en la Cuenca Oriental de Venezuela.

1.2.2 Objetivos específicos

1. Validar los topes estratigráficos de la Formación La Pica, a través de la correlación estratigráfica.
2. Determinar la continuidad lateral y vertical de los principales horizontes de la Formación La Pica, elaborando secciones estratigráficas.
3. Interpretar estructuralmente los principales horizontes asociados a la Formación La Pica, por medio de imágenes sísmicas en tiempo.
4. Definir la estructura de la Formación La Pica en el Campo Jusepín, elaborando el mapa estructural en base a la reinterpretación estratigráfica y estructural.

1.3 Justificación de la investigación

El yacimiento L-Pica 01, fue un yacimiento realmente llamativo desde su descubrimiento en el año 1938, sobre todo por tener la facilidad de producción de crudo liviano; sin embargo, durante el año 1989, se evidencia una fuerte declinación de la presión y descenso en las tasas de producción en condiciones

naturales del yacimiento en cuestión. Teniendo en cuenta esto, y al darse a conocer yacimientos más prospectivos, rentables y con mayor potencial de hidrocarburos, ocurre un cese de producción de la Formación La Pica en el campo Jusepín.

Hoy en día uno de los más grandes yacimientos petrolíferos en Venezuela, ha alcanzado su grado de madurez consiguiéndose extraer del mismo más del 80% de sus reservas; siendo este, uno de los mejores administrado a nivel mundial. PDVSA tiene como objetivo, incrementar la producción de hidrocarburos mayores a 28 grados API, llamando así la atención a la empresa petrolera aquellos yacimientos con reservas disponibles, como lo es el yacimiento L-Pica 01.

En vista de que se requiere apalancar la producción de la Formación La Pica en el campo Jusepín, se busca unificar toda aquella información que se encuentra dispersa y sin oficializar; para así conocer las profundidades en que se encuentran las arenas principales como Sigmoilina y Textularia; las cuales fueron en su tiempo, excelentes productoras. Además se requiere actualizar los mapas estructurales al tope de las unidades previamente citadas utilizando información sísmica.

1.4 Alcance de la investigación

La reinterpretación de la Formación La Pica se fundamenta en la evaluación estratigráfica de los pozos pertenecientes al campo Jusepín, de los cuales se fijan marcadores estratigráficos que definen la extensión areal y comportamiento de los cuerpos arenosos intraformacionales; junto a esto y la interpretación sismo-estructural a realizar, se obtendrán mapas estructurales del tope de la Formación La Pica, al tope de la arena Sigmoilina y al tope de la arena Textularia; siendo

estos de utilidad para la Gerencia de Yacimientos, al momento de cuantificar las reservas y evaluar la factibilidad de producción en dichos intervalos arenosos.

1.5 Limitaciones de la investigación

1. Acceso limitado a la información ubicada en el sótano del edificio principal de PDVSA-Maturín (ESEM); a causa del mal estado de Archivos, dificultando el proceso de recopilación de la misma.

2. Ausencia de información de algunos registros eléctricos en la base de datos de OpenWorks y Finder, limitando el proceso de correlación.

3. Ausencia de registros de Densidad y/o Sónico además de tablas Tiempo – Profundidad (TZ); ralentizando el inicio de evaluación sísmo-estructural en los pozos someros de Jusepín, los cuales no contaban con la tecnología necesaria para poder realizar dichos estudios por su antigüedad.

CAPÍTULO II

GENERALIDADES

2.1 Ubicación geográfica del área de estudio

El Campo Jusepín está ubicado al NO del estado Monagas, 30 Km al Oeste de la ciudad e Maturín, limita al Norte con el campo Chaguaramal y Orocuai, al Este con el campo Boquerón y al Sur por los campos El Corozo, Furrial y Muri. Abarca una extensión aproximada de 4500 km², en el borde Norte de la Subcuenca de Maturín, Cuenca Oriental de Venezuela (Figura 2.1) (PDVSA-INTEVEP, 1998).

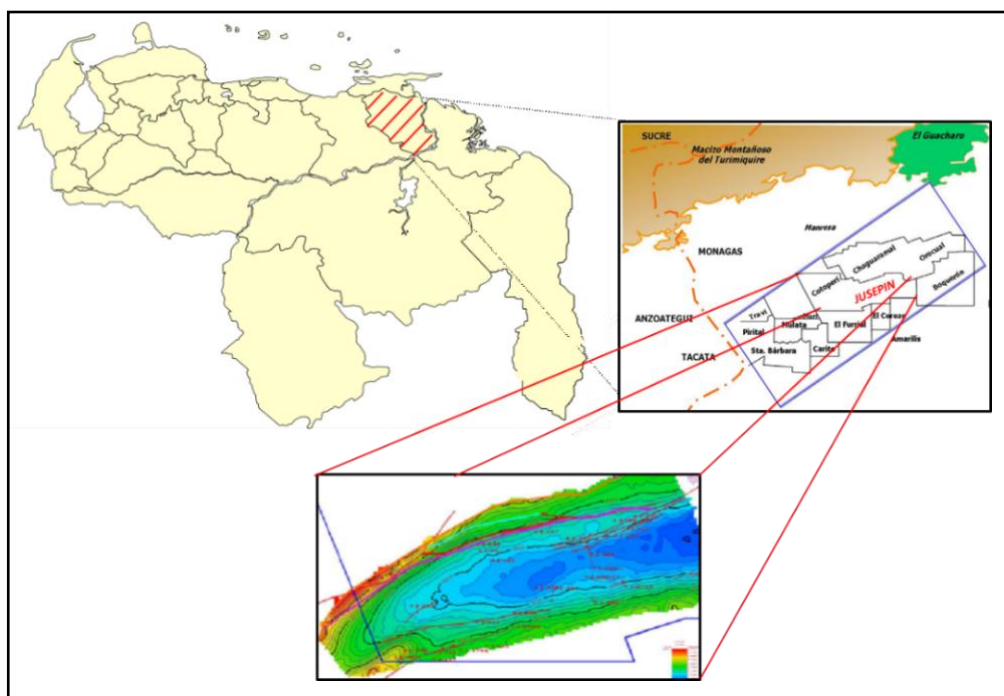


Figura 2.1 Ubicación relativa del campo Jusepín (Rodríguez y otros, 1998).

2.2 Vías de acceso

Las principales rutas de acceso: hacia el NE de la zona de estudio, la carretera que va desde la ciudad de Maturín; hacia el Norte la vía que comunica Aragua de Maturín – Guanaguana, La Toscana-Jusepín-Caicara de Maturín y El Tejero en dirección Oeste (Figura 2.2).

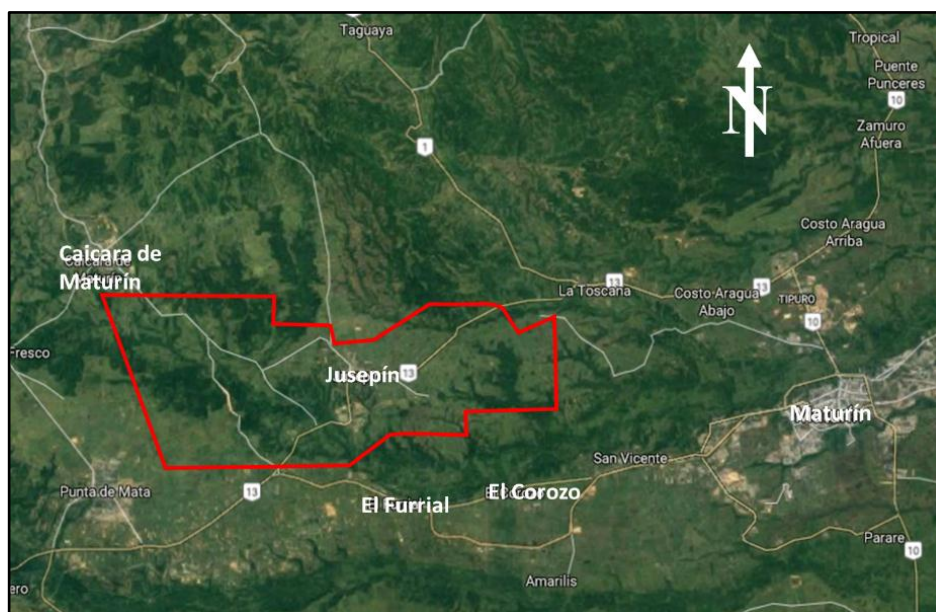


Figura 2.2 Ubicación del área en estudio (Google Maps, 2017).

Los accesos secundarios en el piedemonte de la Serranía son los caminos de siembra y carga de los campesinos de los poblados y los ríos Aragua, Río Chiquito, Punceres, Taguaya, Guayuta y sus diferentes quebradas afluentes; sin embargo el acceso mediante ríos es complicado por sus dimensiones y el tipo de vegetación.

2.3 Geología regional

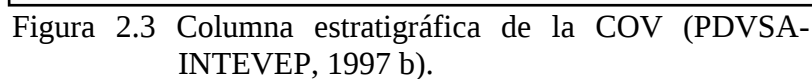
2.3.1 Cuenca Oriental de Venezuela

La zona de estudio se encuentra en la Cuenca Oriental de Venezuela (COV) que está localizada en la zona Centro-Este de Venezuela, formando una depresión topográfica y estructural, por su contenido de recursos de hidrocarburos se considera como la segunda cuenca más importante de Venezuela, solo sobrepasada por la del lago de Maracaibo (González de Juana y otros, 1980).

Esta cuenca tiene una longitud aproximada de 800 Km, en sentido Oeste-Este, una anchura promedio de 200 Km, de Norte a Sur y un área total aproximada de 165.000 Km², esta abarca los estados Guárico, Anzoátegui, Monagas, Delta Amacuro y una extensión menor del estado Sucre. Se encuentra limitada al norte por la Cordillera de La Costa, al sur por el río Orinoco, al este por la plataforma del delta del mismo río y al oeste por el Lineamiento de El Baúl (González de Juana y otros, 1980).

La Cuenca Oriental de Venezuela (COV), es una cuenca “Foreland” o “Antepaís”, borde Norte continental del cratón de Suramérica. Esta es estructural y estratigráficamente compleja, presenta fallamiento en dos líneas de corrimiento subparalelas: la situada al Noroeste constituye el Corrimiento Frontal de Guárico y la situada al Este de la depresión de Barcelona, el sistema de Corrimiento Frontal de Anzoátegui y Monagas (González de Juana y otros, 1980).

Estratigráficamente contiene 30.000 pies de sedimentos paleozoicos, cretácicos, terciarios y recientes. Por sus características tectónicas, estratigráficas y sedimentológicas, ha sido dividida en 2 subcuencas: Subcuenca del Guárico al Oeste y Subcuenca de Maturín al Este separadas por el Arco de Úrica. En el Eoceno Tardío-Mioceno Temprano el ambiente tectónico pasivo del Terciario



2.3.2 Subcuenca de Maturín

La Subcuenca de Maturín es una gran depresión asimétrica, limitada al Norte por el Piedemonte de la Serranía del Interior, al Sur por el curso del río Orinoco, al Oeste por la Falla de Úrica y al Este por la plataforma deltaica y el Golfo de Paria (González de Juana y otros, 1980).

El flanco Sur se caracteriza por un régimen tectónico extensivo, mientras que el flanco Norte se caracteriza por la presencia de estructuras compresivas, las cuales se asocian a la colisión entre la placa del Caribe y la placa Suramericana durante el oligoceno (Figura 2.4) (Quijada, 2011).

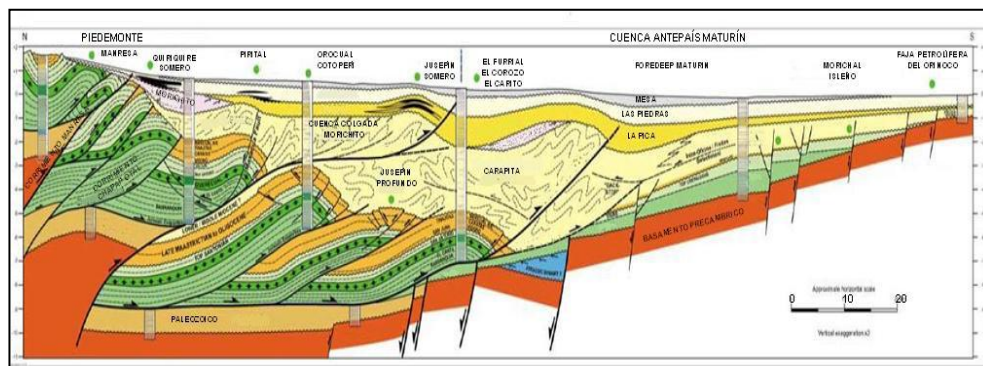


Figura 2.4 Corte estructural regional integrado del frente de montaña de la Serranía del Interior Oriental y Subcuenca de Maturín (Nely y Rives, 2001).

Constituye la principal unidad petrolífera de la Cuenca Oriental. Los principales campos petrolíferos, de oeste a este y en el norte de Monagas son: los del Área Mayor de Oficina, Quiamare, Jusepín, El Furrial, Orocal, Boquerón, Quiriquire y Pedernales. En su límite sur, la Subcuenca también incluye la Faja del Orinoco, con yacimientos neógenos y roca madre cretácica, con migración distante a lo largo y a través de la discordancia Cretácico-Neógeno y Basamento-Neógeno (portaldelpetróleo, 2009).

2.3.3 Diapirismo al Norte de Monagas

La megasecuencia Antepaís durante el Mioceno temprano al presente está caracterizada por grandes espesores de depósitos de lutitas de las Formaciones Carapita y La Pica los cuales fueron seguido por la deposición de sedimentos clásicos terrígenos de grano grueso derivados de la Serranía del Interior (Formaciones Las Piedras y Mesa) (Duerto, L. 2007).

El cinturón de pliegue Antepaís resultante es complejo y se compone de cuatro elementos estructurales; fallas lítricas, pliegues fallados, volcanes de lodo y un sistema extensional. Las fallas lítricas evolucionaron durante el primer episodio tectónico y afectaron los lutitas del Mioceno Temprano a Medio de la Formación Carapita en dos niveles; fallas lítricas inversas con vergencia hacia el sur (nivel inferior) y fallas lítricas extensionales con vergencia hacia el este (nivel superior). Los pliegues fallados formaron estructuras durante el segundo período de deformación, progresivamente de Oeste a Este. Los volcanes de lodo resultaron de la inyección de lodos fluidizados a través de fallas y evolucionaron simultáneamente con el cinturón de plegado (Duerto, L. 2007) (Figura 2.5).

2.4 Geología local

2.4.1 Campo Jusepín

El área Santa Bárbara-Jusepín está situada al Norte del Estado Monagas, 30 km al Oeste de Maturín. Comprende los campos Jusepín, Muri, Mulata, Santa Bárbara, Travieso, Mata Grande y Tacatá, con más de 45 kilómetros de extensión y 7 km de ancho (PDVSA-INTEVEP, 1998).

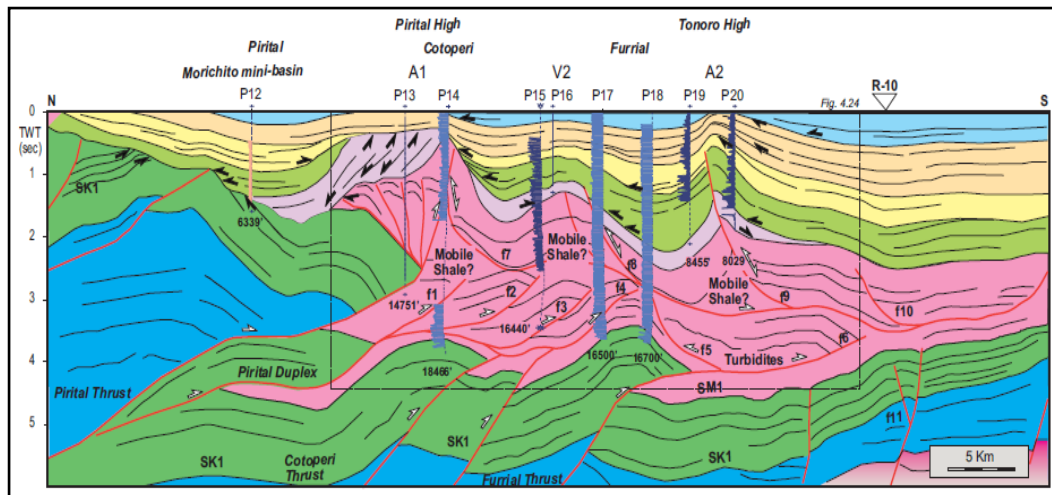


Figura 2.5 Interpretación sísmico-estructural de la Subcuenca de Maturín en el perfil sísmico R-3 (Duerto, L. 2007).

El Campo Jusepín fue descubierto por el pozo Jusepín-1 (J-1), perforado por la Standard Oil Company of Venezuela, en octubre de 1938, sobre un alto estructural vagamente señalado por estudios del sismógrafo de reflexión. Jusepín entró a producción en 1939 cuando se construyó el oleoducto hasta Caripito. Luego al Oeste de Jusepín, la Compañía Consolidada de Petróleo (Sinclair) perforó en 1941 el pozo productor Santa Bárbara No. 1 y en 1942 el pozo Muri No. 1. La perforación en la concesión Amana comenzó en 1941. La Mene Grande Oil Company inició la producción en 1943, la Venezuelan Atlantic Refining Company en 1945 y la Phillips Oil Company en 1946 (PDVSA-INTEVEP, 1998).

2.4.1.1 Estratigrafía del Campo Jusepín

La columna estratigráfica generalizada del Campo Jusepín está conformada por sedimentos que van desde una edad cretácica hasta el Plio-Pleistoceno con un espesor promedio de 17.000 pies. Está representada cronológicamente en forma ascendente, de las formaciones más viejas a la más jóvenes por las Formaciones San Antonio, San Juan, Vidoño, Caratas, Merecure, Carapita, La Pica, Las Piedras

y Mesa constituyen el relleno gradual de la Cuenca (Figura 2.6) (PDVSA-INTEVEP, 1998).

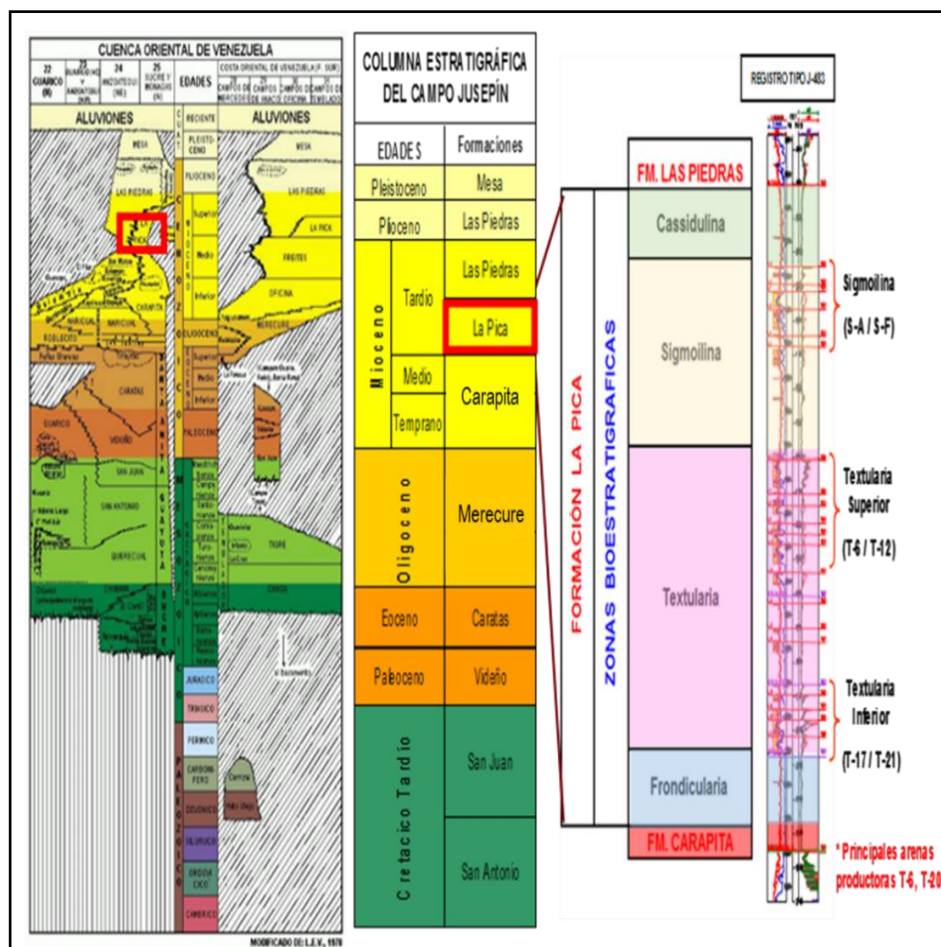


Figura 2.6 Columna estratigráfica para el Campo Josepín.

2.4.2 Formación La Pica

La Formación La Pica se extiende desde el área mayor de Santa Bárbara, al norte del estado Monagas hacia el este, pasando por el campo de Pedernales, hasta el campo Posa, en la parte sur central del golfo de Paria. Hacia el sur la formación llega hasta la porción norte de los campos del sur de Monagas (PDVSA-INTEVEP, 1997 b)

De Sisto estableció las zonas de correlación desde "A" hasta "F" en base a la morfología de las curvas de los registros eléctricos y a la litología. Según su correlación, las zonas "A" y "B" equivalen al intervalo superior de la formación, llamado informalmente Lutita Superior de La Pica o Sección Arenosa Joven de La Pica (Cassidulina). Las zonas "C" y "D" corresponden a la Zona de Sigmoidina, y las "E" y "F" a la Zona de Textularia. Según este autor, existen discordancias intraformacionales en el tope de las zonas "C" y "E" (Figura 2.7).

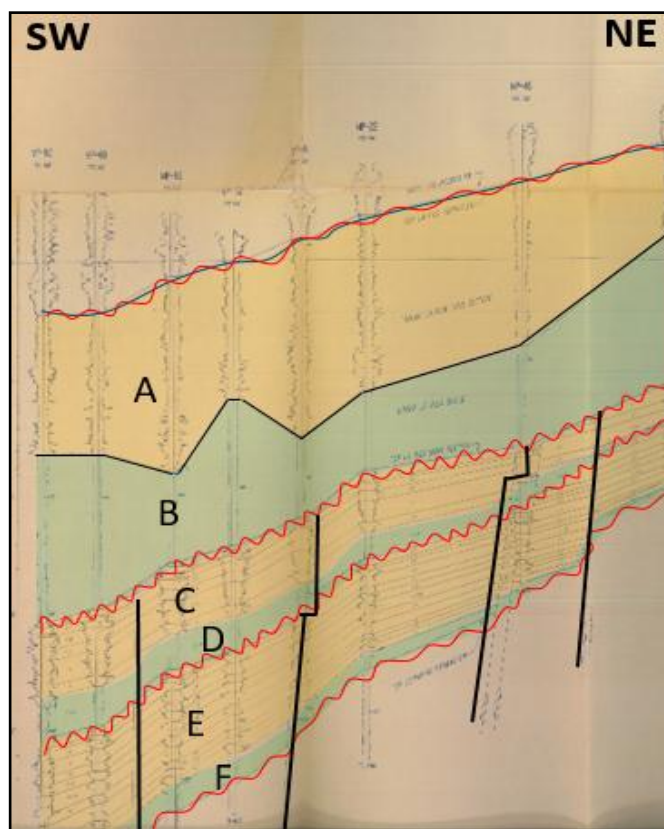


Figura 2.7 Zonas de correlación propuestas por De Sisto, J. (Modificado De Sisto, J. 1959).

De Sisto, J. (1959), describió la formación en el área mayor de Santa Bárbara, Monagas, mencionando las zonas de Sigmoidina (superior) y Textularia (inferior), entre las cuales habría una discordancia, y la correlaciona con las

unidades informales (Arenas W, C, T, P., etc). Para este autor, en el área mayor de Santa Bárbara la zona basal "F" es una cuña de lutitas grises, con algunas arenas y limolitas. La zona "E" está constituida por arenas friables de grano fino, que forman numerosos lentes separados por intervalos lutíticos. La zona "D" es también lutítica, con muy pocas arenas, mientras que la "C", presenta un desarrollo de areniscas similar al de la zona "E". La zona "B" es un intervalo lutítico, y la zona superior "A", consiste en limolitas, lutitas limosas y areniscas laminadas, de grano fino (PDVSA-INTEVEP, 1997 b).

La formación la pica es concordante sobre la formación Carapita y por debajo de la formación las piedras en la arte axial de la cuenca. En el flanco Sur también es concordante a veces sobre la Formación Freites. En el flanco Norte la unidad suprayace, a veces con fuerte discordancia angular, a capas delgadas y erosionadas de la parte superior de la Formación Carapita (González de Juana, y otros 1980).

El contenido faunal y la litología de La Pica, indican un ambiente marino somero cercano a la costa. Los eventos tectónicos contemporáneos con la sedimentación originaron una secuencia complicada de transgresiones y regresiones, y a las discordancias intraformacionales señaladas por De Sisto y Barnola (PDVSA-INTEVEP, 1997 b).

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1 Antecedentes de la investigación

De Sisto, J. (1959) en el Congreso Geológico Venezolano titulado como **“THE LA PICA FORMATION IN THE GREATER SANTA ANA BARBARA AREA, STATE OF MONAGAS, EASTERN VENEZUELA”**; presenta que el área productiva de la Formación La Pica, es un cinturón que se extiende desde Mata Grande hasta Jusepín, siendo los componentes litológicos de dicha Formación un miembro lutítico en la parte superior, dos zonas de areniscas conocidas como Sigmoilina y Textularia, respectivamente; y finalmente otro miembro de arcillas hacia su base. Se indicó el ambiente sedimentario al momento de su deposición, indicándose dos discordancias intraformacionales, una hacia el tope de la zona de Sigmoilina y otra la tope de Textularia; con ello se representó también una unidad arcillosa (C3-4) que ocurre entre las dos zonas anteriormente mencionadas.

El trabajo previamente citado representa el pilar fundamental para el desarrollo de este proyecto de investigación, puesto que se tomó el criterio de correlación empleado por De Sisto, J. (1959) para definir los topes estratigráficos de las unidades arenosas y arcillosas en cuestión en todo el campo Jusepín. Además de apoyarse en los análisis litológicos, sedimentológicos y descripciones de la geología local y regional del área en estudio.

Graterol, R. (2016) realizó su trabajo de grado titulado, **“CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DE LA FOMACIÓN LA PICA, EN EL ÁREA FLANCO NORTE, DEL CAMPO EL FURRIAL, ESTADO MONAGAS”**; en dicho trabajo, mediante la elaboración de mapas de paleoambiente,

se identificaron las facies de las arenas T1, T2 y T3 como barras litorales, determinando a su vez el ambiente de deposición, el cual corresponde a un ambiente marino somero cercano a la costa. Además se definió la estructura dominante como un sinclinal de rumbo SO-NE, afectada por sistemas de fallas normales e inversas.

Puesto que parte de la Formación La Pica atraviesa al Campo El Furrial y posteriormente al Campo Jusepín, se toma en consideración para el desarrollo de este trabajo de grado; las evaluaciones y análisis de facies, ambientes de sedimentación y rasgos estructurales y geológicos resaltantes mencionados en el trabajo de grado previamente citado.

3.2 Fundamentos teóricos

3.2.1 Resolución sísmica

La resolución es la capacidad de separar dos eventos que están muy juntos, a través de una ventana, que suele tomarse como la mitad de la anchura del lóbulo principal (Sheriff, R. 2002).

3.2.2 Resolución sísmica vertical

Se entiende como resolución sísmica vertical la menor distancia vertical entre dos interfaces litológicas que produce dos reflexiones discretas, las cuales pueden separarse visualmente. En sísmica la resolución vertical concierne al espesor mínimo de una capa, en la cual las reflexiones provenientes de su cima y de su base pueden ser identificadas (PDVSA-CIED, 1997 b). La resolución sísmica vertical se puede calcular mediante la ecuación 3.1.

$$RSV = \frac{V_{int}}{4f} \quad (3.1)$$

Dónde:

RSV = Resolución sísmica vertical

V_{int} = Velocidad intervállica

f = Frecuencia

3.2.3 Velocidad sísmica

La velocidad con la que viaja una onda acústica a través de un medio, es decir, distancia dividida por el tiempo de viaje. La velocidad sísmica puede ser determinada a partir de perfiles sísmicos verticales o a partir del análisis de velocidad de los datos sísmicos. Puede variar en sentido vertical, lateral y azimutal, en los medios anisotrópicos como las rocas, y tiende a incrementarse con la profundidad en la Tierra porque la compactación reduce la porosidad (Schlumberger, 2017)

3.2.3.1 Velocidad intervállica

La velocidad en que se propaga la onda sísmica a través de una capa o varias capas de rocas. Se indica con el símbolo V_{int} y se calcula generalmente a partir de los registros acústicos o a partir del cambio de la velocidad de apilamiento, entre los eventos sísmicos en una sección de trazas de punto medio común (Schlumberger, 2017).

Según C. Hewitt Dix (1955), se puede calcular la velocidad intervállica mediante la ecuación 3.2

$$V_{\text{int}} = \sqrt{\frac{t_2 (V_{\text{RMS}2})^2 - t_1 (V_{\text{RMS}1})^2}{(t_2 - t_1)}} \quad (3.2)$$

Dónde:

V_{int} = velocidad intervállica

t_1 = tiempo de viaje hasta el primer reflector

t_2 = tiempo de viaje hasta el segundo reflector

$V_{\text{RMS}1}$ = velocidad media cuadrática hasta el primer reflector

$V_{\text{RMS}2}$ = velocidad media cuadrática hasta el segundo reflector

3.2.4 Longitud de onda

La distancia existente entre puntos análogos en un tren de onda, medida en dirección perpendicular al frente de onda. En los datos sísmicos, la longitud de onda es la velocidad sísmica dividida por la frecuencia. Puede expresarse matemáticamente según la ecuación 3.3 (Schlumberger, 2017).

$$\lambda = \frac{V_{\text{int}}}{f} \quad (3.3)$$

Dónde:

λ = longitud de onda

V_{int} = velocidad intervállica

f = frecuencia

3.2.5 Atributo sísmico

Una propiedad cuantificable de los datos sísmicos, tal como la amplitud, el echado, la frecuencia, la fase y la polaridad. Los atributos pueden ser medidos en un instante de tiempo o a lo largo de una ventana de tiempo, y pueden medirse en una sola traza, en un conjunto de trazas o en una superficie interpretada de los datos sísmicos. El análisis de atributos incluye la evaluación de diversos parámetros de yacimientos, entre los que se encuentran los indicadores de hidrocarburos, mediante técnicas tales como la variación de la amplitud con el desplazamiento (AVO) (Schlumberger, 2017).

3.2.5.1 Varianza

Representa la diferencia entre una similitud suavizada y un valor local, lo que es equivalente a un filtro paso alto de similitud. La aplicación de este atributo es para indicar anomalías locales, con respecto a un fondo promedio suavizado (Blash, J. 2012)

Según Tamayo, Y y otros (2013) La varianza es la medida del ancho de la probabilidad de distribución de una variable muestreada al azar, la cual es posible calcular mediante la ecuación 3.4.

$$\sigma^2(t, d_{\text{máx}}) = \frac{1}{2} \sum_{k=t-N/2}^{t+N/2} (G_k - G_{k+d})^2 \quad (3.4)$$

Donde es la medida de la distribución para N muestras, centradas a un tiempo t con una ventana de búsqueda de $\pm d$. El resultado varía entre 0 (total similitud) y 1 (máxima varianza).

3.3 Definición de términos básicos

3.3.1 Registro de pozos

Constituyen un conjunto de mediciones realizadas en el subsuelo mediante herramientas introducidas en el pozo, elaboradas con la finalidad de obtener información sobre las diferentes propiedades físicas y químicas presentes en las rocas (porosidad, permeabilidad, etc.) (PDVSA-INTEVEP, 1997 a).

3.3.2 Correlación

Puede ser definida como la determinación de unidades estratigráficas o estructurales equivalentes en tiempo, edad, o posición estratigráfica, con el propósito de preparar mapas del subsuelo y secciones (Tearpock, J. y Bischke, E. 2002).

3.3.3 Discordancia

Es una superficie de erosión o de no sedimentación separando estratos jóvenes de estratos más antiguos, donde existen evidencias de una erosión subaerea (y en algunas áreas erosión marina) o exposición subaerea, con un hiato significativo (Liner, C. 2004).

3.3.4 Sección estratigráfica

Son aquellas que muestran en el plano vertical las características litológicas, de facies y de espesor de la roca. Las secciones paralelas a la dirección de la sedimentación permiten observar la continuidad de los eventos sedimentológicos, mientras que en dirección perpendicular a la sedimentación permiten visualizar los diferentes cuerpos sedimentarios y su relación (Tearpock, J. y Bischke, E. 2002).

3.3.5 Sección estructural

Las secciones estructurales son elaboradas para estudiar problemas estructurales relacionados con las formaciones geológicas del subsuelo (geometría de las fallas y pliegues). Además ilustran rasgos estructurales como buzamientos, fallas y pliegues (Boggs, S. 1995).

3.3.6 Diapirismo

Es una intrusión, lateral o vertical, de material dúctil en los estratos superpuestos (Jackson and Talbot, 1991). La intrusión se origina a través de las rocas más densas debido a las fuerzas de flotabilidad asociadas con tipos de rocas de densidad relativamente baja, tales como la sal, la lutita, y el magma caliente, que forman diapiros. A causa de este empuje y la penetración de las capas de rocas suprayacentes, los diapiros pueden formar anticlinales, domos salinos y otras estructuras con capacidad de entrapamiento de hidrocarburos (Figura 3.1) (Schlumberger, 2017).

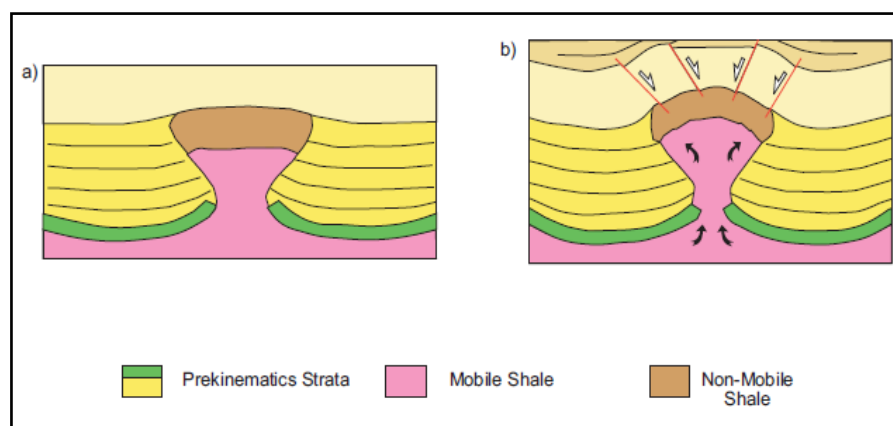


Figura 3.1 Fase de rejuvenecimiento seguida de una fase pasiva debido a un episodio de contracción, a) antes de la contracción b) después de la contracción (Duerto, L. 2007).

3.3.7 Ondícula sísmica

Una ondícula es un pulso unidimensional, considerada como respuesta básica de un reflector (Sheriff, R. 2002). Esta se origina como un paquete de energía desde la fuente, teniendo un origen específico en tiempo, y retorna a los receptores como una serie de eventos distribuidos en tiempo y energía. Las ondículas solo decaen debido a un proceso de pérdida de energía como calor durante el proceso de propagación. Esto se hace más notable a altas frecuencias, ya que la ondícula tiende a mantener menores altas frecuencias en relación a las bajas frecuencias (Schlumberger, 2008).

3.3.8 Calibración sísmica – pozo

Consiste en ajustar cualitativamente la información sísmica de pozo (sismogramas sintéticos) con la sísmica de superficie, con la finalidad de identificar y establecer marcadores sísmicos, elegir los reflectores a seguir en la interpretación, y realizar pequeños ajustes a la curva tiempo-profundidad asociada al pozo en estudio (Regueiro, J. 2007).

3.3.9 Tiros de verificación (Check Shots)

Es un tipo de registro que se utiliza para la medición del tiempo de viaje de las ondas sísmicas desde la superficie hasta una profundidad conocida. La velocidad de las ondas P de las formaciones encontradas en el pozo puede ser medida directamente bajando un geófono hasta cada formación de interés generando un pulso de energía en la superficie y grabando la señal resultante de la misma (Sheriff, R. 2002).

3.3.10 Sismograma sintético

El sismograma sintético se conoce como el amarre de los datos de pozo que están en profundidad con los datos sísmicos en tiempo, además permite entender todos los factores que causan las reflexiones sísmicas, los cuales pueden estar asociados a distintos contrastes de impedancia u otros cambios en el subsuelo (Yilmaz, O. 2000).

Los sismogramas sintéticos se generan a través de la convolución de la serie de reflectividad con una ondícula conocida (Schlumberger, 2008).

3.3.11 Curva Tiempo – Profundidad (T-Z)

Es una curva donde se encuentra graficado el tiempo de reflexión contra la profundidad en un pozo (Sheriff, 2002). En específico una función de velocidades usada para convertir los valores en tiempo obtenidos en secciones sísmicas con su correspondiente profundidad. Cada segmento de una curva T-Z se encuentra representado por una relación empírica donde T representa el tiempo en milisegundos y Z la profundidad en pies (Schlumberger, 1989).

3.3.12 Mapa estructural

Es la proyección en el plano horizontal del tope o la base de un cuerpo de arena o nivel estratigráfico de interés y nos muestra la relación especial del nivel estratigráfico mapeado con la distribución de fluidos dentro del yacimiento (PDVSA-CIED, 1997 a).

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA DE TRABAJO

4.1 Tipo de investigación

Arias, F. (2012), considera que “la investigación descriptiva consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento. Los resultados de este tipo de investigación se ubican en un nivel intermedio en cuanto a la profundidad de los conocimientos se refiere”.

Según el criterio previamente dicho, se describe esta investigación de tipo descriptiva, ya que mediante el análisis e interpretación del comportamiento de los registros eléctricos y trazas sísmicas, se busca la reinterpretación sísmico-estructural y estratigráfica de la Formación La Pica en el Campo Jusepín.

4.2 Diseño de la investigación

Según Arias, F. (2012) el diseño de la investigación “es la estrategia general que adopta el investigador para responder al problema planteado”.

4.2.1 Investigación documental

“Es un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios, es decir, los obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales: impresas, audiovisuales o electrónicas. Como en toda investigación, el propósito de este diseño es el aporte de nuevos conocimientos” (Arias, F. 2012).

Se considera la presente investigación como documental, ya que se basa en la búsqueda de toda información existente posible sobre el tema en cuestión, ya sea material impreso o digital que aporten al avance del proceso de investigación, para luego ser analizados e interpretados en la evaluación sísmica, estructural y estratigráfica.

4.3 Población de la investigación

“La población, o en términos más precisos población objetivo, es un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación” (Arias, F. 2012).

Para el desarrollo de esta investigación se toma como población de investigación todos los pozos comprendidos dentro del Campo Jusepín, los cuales son quinientos nueve (509) pozos y parte de los pozos del Campo Santa Bárbara que son veintiún (21) pozos, siendo así un total de quinientos treinta (530) pozos tomados en cuenta como población.

4.4 Muestra de la investigación

“La muestra es un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible” (Arias, F. 2012).

En este estudio la muestra está representada por ciento ochenta y nueve (189) pozos estratégicamente seleccionados; de los cuales ciento sesenta y ocho (168) pertenecen al Campo Jusepín, y veintiuno (21) al Campo Santa Bárbara; dichos pozos proporcionaron información para el desarrollo del trabajo de investigación.

4.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Según Arias, F. (2012) “Se entenderá por técnica, el procedimiento o forma particular de obtener datos o información”, mediante este procedimiento se obtendrá información la cual debe ser almacenada con algún instrumento”. Para este autor “Un instrumento de recolección de datos es cualquier recurso, dispositivo o formato (en papel o digital), que se utiliza para obtener, registrar o almacenar información”.

4.5.1 Técnicas de recolección de datos

4.5.1.1 Revisión bibliográfica

“Consiste en conocer y explorar el conjunto de fuentes bibliográficas que resulten de utilidad (libros, artículos científicos, revistas, publicaciones, boletines diversos y trabajos de grado) vinculados con el tema de estudio” (Sabino, C. 2002).

Dicha etapa consiste en la revisión de material sobre el tema en estudio, con el objetivo de ampliar los conocimientos referentes al área en estudio y desarrollar esta investigación en base a determinados criterios. La fuente de dicha información puede provenir, ya sea de material físico como: libros, trabajos de grados, congresos geológicos, carpetas de pozos revisados en las instalaciones de la Biblioteca “Brígido Natera” ubicada en las instalaciones del edificio sede de Petróleos de Venezuela (PDVSA) Maturín; y material digital como: páginas webs, libros online y registros eléctricos, etc.

4.5.1.2 Entrevista informal

Sabino, C. (1992) considera que “La entrevista informal se reduce a una simple conversación sobre el tema de estudio, donde lo importante es hacer hablar al

entrevistado de modo de obtener un panorama de los problemas más salientes, de los mecanismos lógicos y mentales del respondiente, de los puntos básicos para él”.

En este apartado se realizan preguntas referentes al tema en estudio al personal de la Gerencia de Desarrollo de Yacimientos de PDVSA; ya sea a Geólogos o Ingenieros, con el fin de obtener información la necesaria, para impulsar el desarrollo de este trabajo de investigación.

4.5.2 Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos a utilizar para el desarrollo de este estudio, consta del empleo de cuestionarios, lápices, resaltadores, pendrive, gomas de borrar, impresoras, hojas de papel, internet, manejo de *software* como *Microsoft Word*, *Microsoft Excel*, *OpenWorks* como base de datos operativa, *Finder* y *LogDB*, estos últimos como bases de datos corporativas; además de carpetas de pozos, mapas del zona en estudio e intervalos de interés, registros en físicos y digital.

4.6 Etapas de la investigación

A manera de identificar las etapas del proyecto se elaboró un flujograma, con el fin de representar de forma visual la secuencia de las mismas, y así mantener el orden el cumplimiento de los objetivos planteados (Figura 4.1).

4.6.1 Elaboración de base de datos

Con el objetivo de unificar toda aquella información dispersa referente al área en estudio se procedió a la elaborar una base de datos digital la cual permitió el manejo y control de la información durante el desarrollo de este proyecto de

investigación, por ende durante esta etapa se recopiló, validó y digitalizó información.

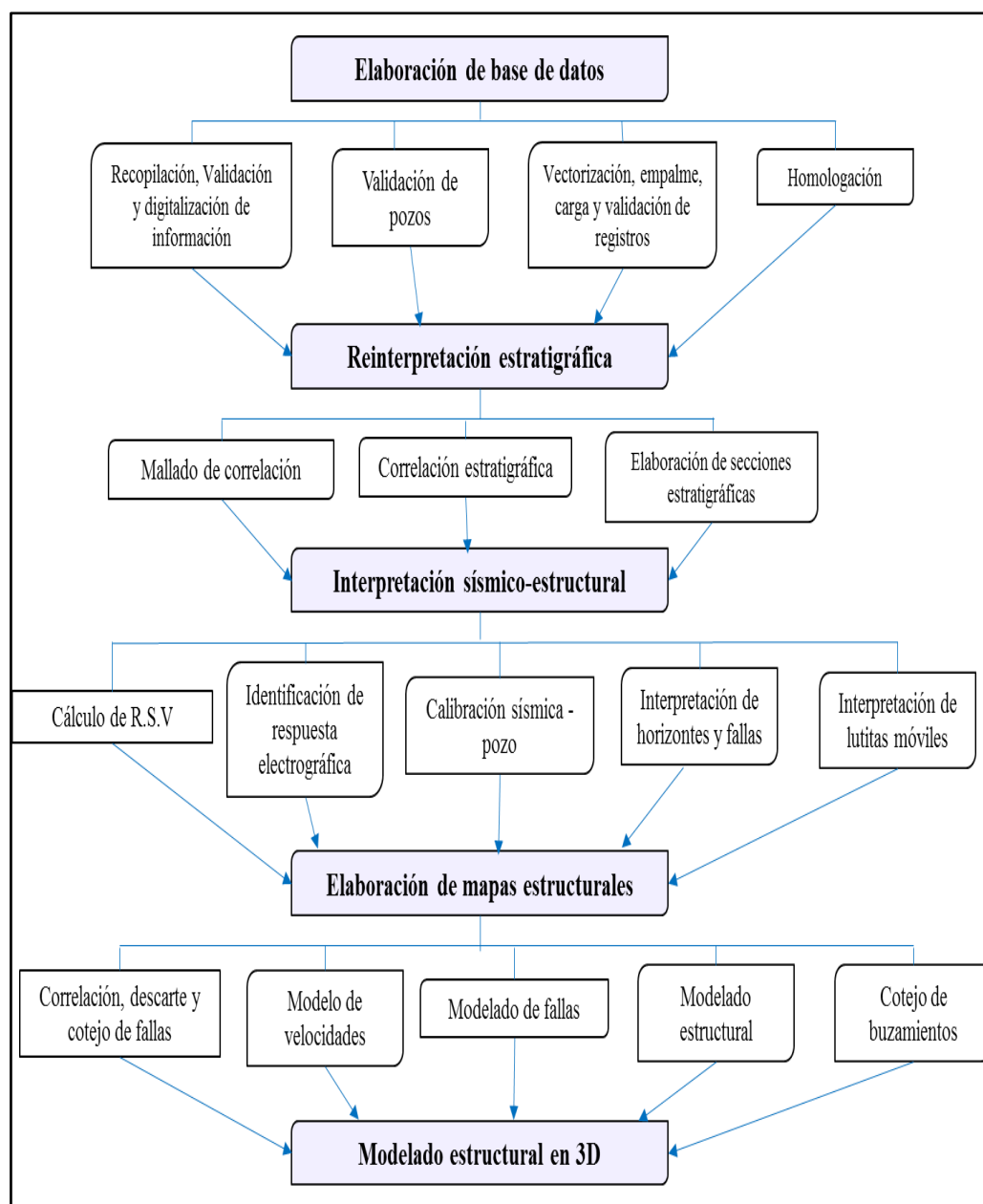


Figura 4.1 Flujograma de la metodología

4.6.1.1 Recopilación y validación de información

Esta etapa se basó en la revisión de material físico y digital con información referente al área en estudio.

Se revisó información proveniente de libros, congresos, trabajos de grados, carpetas de pozos tomando características como información geológica y de fluidos; páginas webs, informes técnicos realizados por PDVSA-INTEVEP, registros eléctricos, carpetas de pozos y manuales sobre manejo de softwares; con la finalidad de ampliar los conocimientos para este estudio, además de fijar bases y criterios respaldados para el desarrollo del mismo.

4.6.1.2 Digitalización de información

A pesar de haber en las bases de datos corporativas (*SigeMap*) y operacionales (*OpenWorks*) mapas del objetivo en estudio; éstas, no se encuentran oficializadas. Se decidió digitalizar mapas y secciones estructurales elaboradas por compañías como Shell y Creole, recopilados durante la etapa de elaboración de base de datos, con el fin de obtener los rasgos estructurales principales y prominentes de los mismos y así verificar una correspondencia con estos, los mapas previamente interpretados no oficializados y los mapas estructurales obtenidos como producto final del desarrollo de este trabajo de grado.

Se digitalizaron los mapas y secciones estructurales empleando los softwares *NeuraMap* y *NeuraView* respectivamente (Figura 4.2).

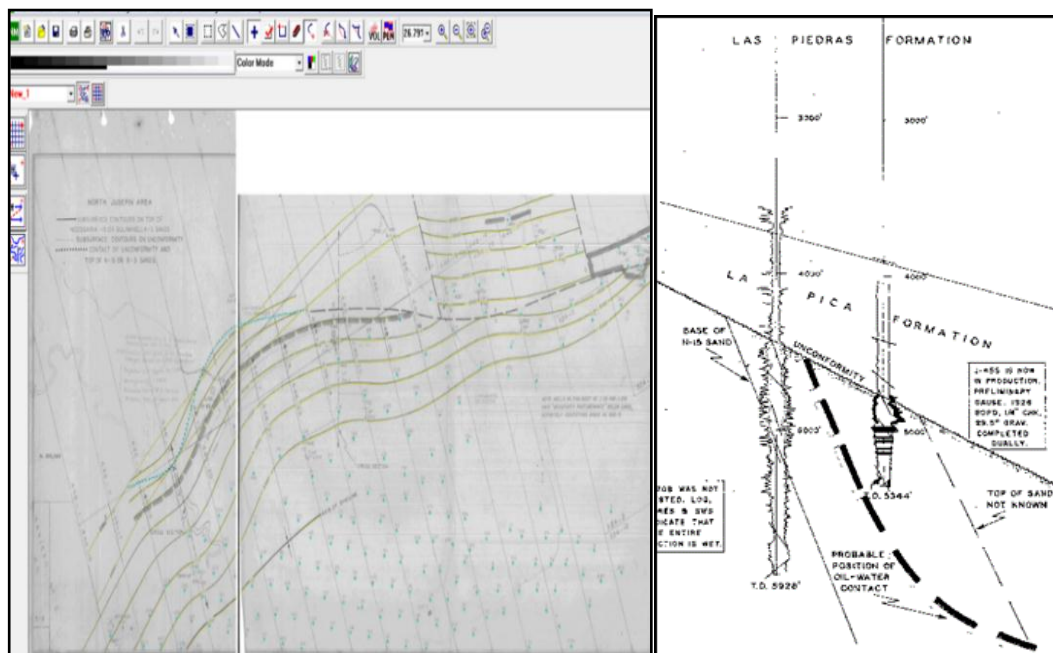


Figura 4.2 Digitalización de mapa estructural Nodosaria-15 y sección estructural mediante los softwares NeuraMap y NeuraSection.

4.6.1.3 Validación de pozos

Durante la etapa de recopilación de información, se ubicó una sección estructural de la Formación La Pica interpretada por John De Sisto (1959) en el área mayor de Santa Bárbara; este documento sirvió como pilar para la reinterpretación estratigráfica del trabajo de grado en cuestión.

En la Figura 4.3, se puede observar la ubicación de la sección estructural interpretada por John De Sisto, atravesando está el Campo Mulata y terminando próxima a la poligonal del Campo Jusepín.

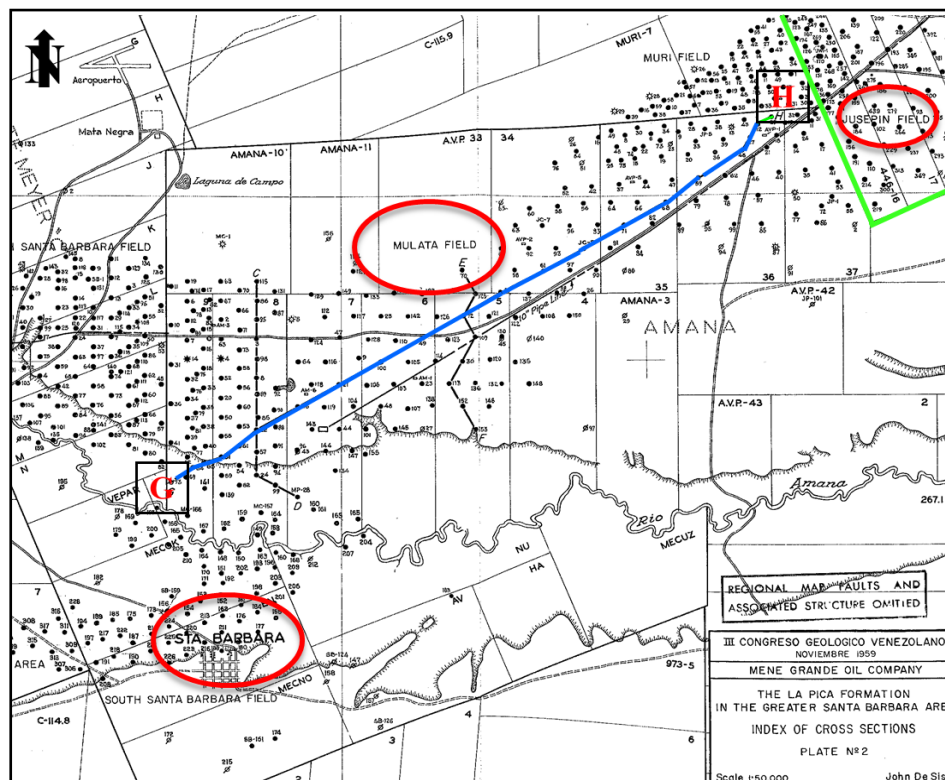


Figura 4.3 Mapa índice de secciones, ubicación de la sección estructural G-H (De Sisto, J. 1959).

Se procedió primeramente a ubicar los pozos de la sección estructural, solapando el mapa base de la sección y el mapa base oficial de los pozos al Norte de Monagas, con soporte del software *SigMap* (Figura 4.4).

Luego de compararlos por su ubicación, posterior a esto se obtuvieron los archivos .las de los pozos en cuestión a través de las bases de datos operativas como *Finder* y corporativas como *LogDB* y validar las respuestas electrográficas. Se evidenció a través de esto, el cambio de nomenclatura de un conjunto de pozos denominados MC a MP (Tabla 4.1).

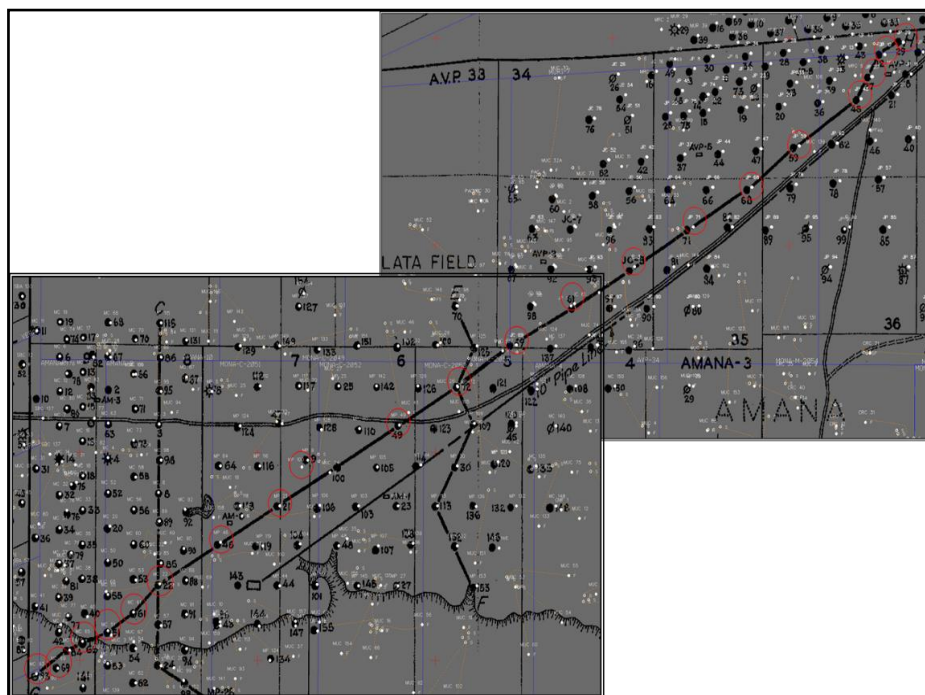


Figura 4.4 Solapado de mapas bases, software SigeMap.

Tabla 4.1 Cambio de nomenclatura en los pozos de la sección G-H

Nomenclatura Inicial	Nomenclatura Actual
MP 93	MC 93
MP 69	MC 69
MP 65	MC 65
MP 51	MC 51
MP 61	MC 61
MP 22	MC 22

4.6.1.4 Vectorización de registros eléctricos

Debido a que en la base de datos de *OpenWorks* se evidenció una ausencia de 30 registros eléctricos, se procedió a ubicar los mismos en las bases de datos corporativas como *Finder* y *LogDB*. En vista de no encontrarse los registros vectorizados dentro de estas bases de datos, se emprendió un proceso de

Vectorización de los mismos en conjunto con el apoyo de la Gerencia de Operaciones del Dato a través del software *NeuraLog* (Figura 4.5).

Los registros requeridos en formato .tiff de abren con el software *NeuraLog*, en donde se procede así a vectorizar las curvas requeridas; previamente ya generado el Grid escalado del registro y seguidamente añadido el nombre de la curva requerida (Figura 4.6). Posterior a esto, se exporta la curva en formato .las para así ser validada con la ayuda del petrofísico.

4.6.1.5 Empalme de registros eléctricos

Se exportaron de la base de datos de *OpenWorks* a través del software *FTP*, las corridas originales de los registros eléctricos en formato ASCII. Se empalmaron mediante el software *Interactive Petrophysics* (Figura 4.7) las curvas previamente exportadas de la base de datos de *OpenWorks* y anteriormente vectorizadas, de forma tal que su empalme corresponda al comportamiento original de la curva. Cabe destacar que ninguna curva fue reescalada durante el desarrollo de este proyecto.

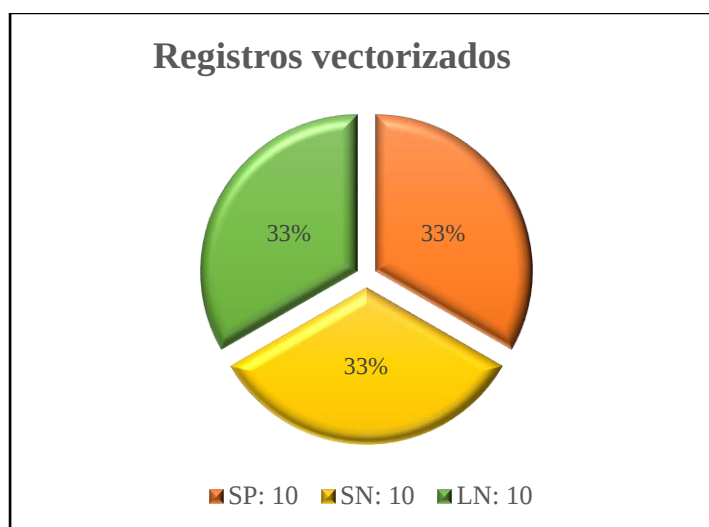


Figura 4.5 Porcentaje de registros vectorizados

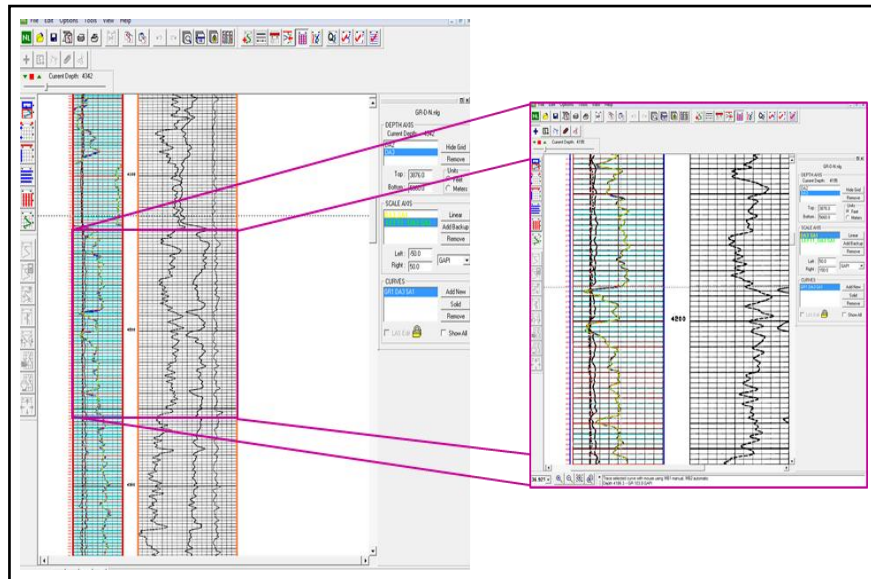


Figura 4.6 Vectorización de registros mediante el software NeuraLog.

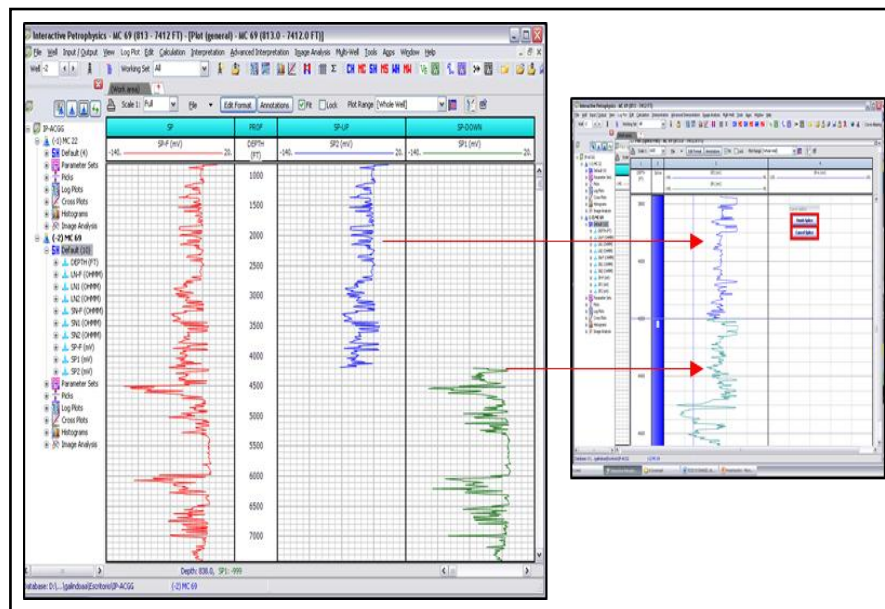


Figura 4.7 Empalme de registros eléctricos a través de Interactive Petrophysics.

Un total de 22 registros eléctricos fueron empalmados a través del software Interactive Petrophysics y la aplicación MathPack perteneciente a la suite de OpenWorks (Figura 4.8).

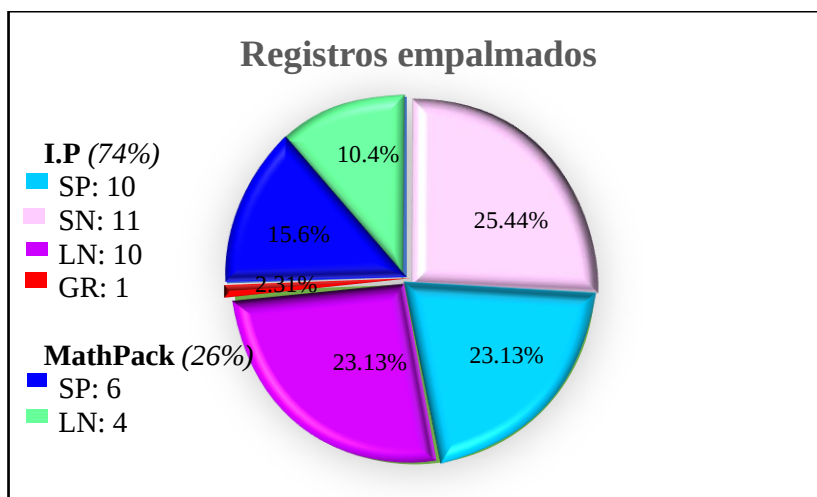


Figura 4.8 Desglose de curvas empalmadas a través de los softwares Interactive Petrophysics y la aplicación MathPack.

4.6.1.6 Carga y validación de registros eléctricos

Para el desarrollo de este proyecto se requirieron pozos pertenecientes al área mayor de Santa Bárbara, los cuales no estaban dentro del proyecto de Jusepín. Se procedió a crear los pozos requeridos en del proyecto *JUSEPINW* dentro de la suite de *OpenWorks*, teniendo a la mano la data general oficial suministrada por la Gerencia de Operaciones del Dato.

Una vez empalmadas y validadas las curvas requeridas se procede a importarlas de nuevo a *OpenWorks* mediante *FTP* por medio del módulo *Data Import* de la suite de *OpenWorks*. Se cargaron un total de 46 registros eléctricos (Figura 4.9).

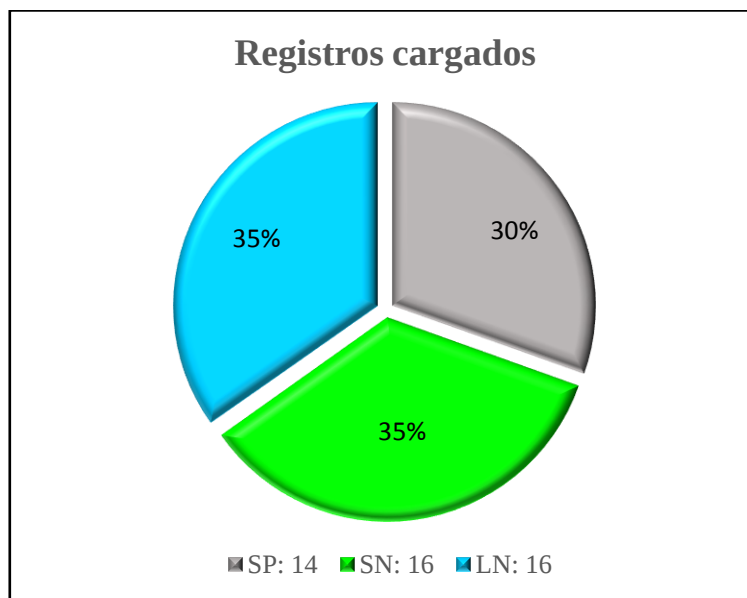


Figura 4.9 Porcentaje de registros eléctricos cargados a la suite de OpenWorks.

A causa de que la mayor parte de los pozos utilizados durante el desarrollo de este estudio no poseían registros conductivos o no estaban cargados en la base de datos de *OpenWorks*, se procedió a calcular las curvas conductivas necesarias a través del módulo *MathPack* de la aplicación *PetroWorks*, utilizando la siguiente syntax (4.1):

$$\text{"CILD"} = 1000 / \text{"ILD"}; \quad (4.1)$$

Dónde:

CILD = Curva de conductividad a generar

ILD = Curva de resistividad profunda

4.6.1.7 Homologación

Los intervalos arenosos pertenecientes a los Miembros Sigmoilina y Textularia de la formación La Pica, están identificados con una nomenclatura diferente que depende de la compañía que interpretó la en su tiempo, dicha formación (ver tabla de homologación en la Figura 4.10).

En vista de que se está siguiendo el criterio de correlación por John De Sisto en el área mayor de Santa Bárbara, se buscó la nomenclatura utilizada de esta tablas de homologación recopiladas durante el proceso de recolección y validación de información, sin embargo; es importante resaltar que no se lograron definir los equivalentes correspondientes identificados por el intérprete antes mencionado.

Se definió la columna estratigráfica utilizada en este proyecto, en orden de sedimentación, como la zona de Frondicularia, conjunto de intervalos arenosos y lutíticos del Mb. Textularia, zona lutítica SC3-4 del Mb. Sigmoilina, conjunto de intervalos arenosos y lutíticos del Mb. Sigmoilina y la Zona de Cassidulina; escogiendo como topes operacionales para el Mb. Sigmoilina S3 y para el Mb. Textularia T6, según la nomenclatura utilizada por P.D.V.S.A EYP ORIENTE actualmente (Figura 4.10).

Correspondiendo las zonas de correlación definidas por De Sisto, J con la columna estratigráfica establecida en este estudio (Figura 2.7 y Tabla 4.2).

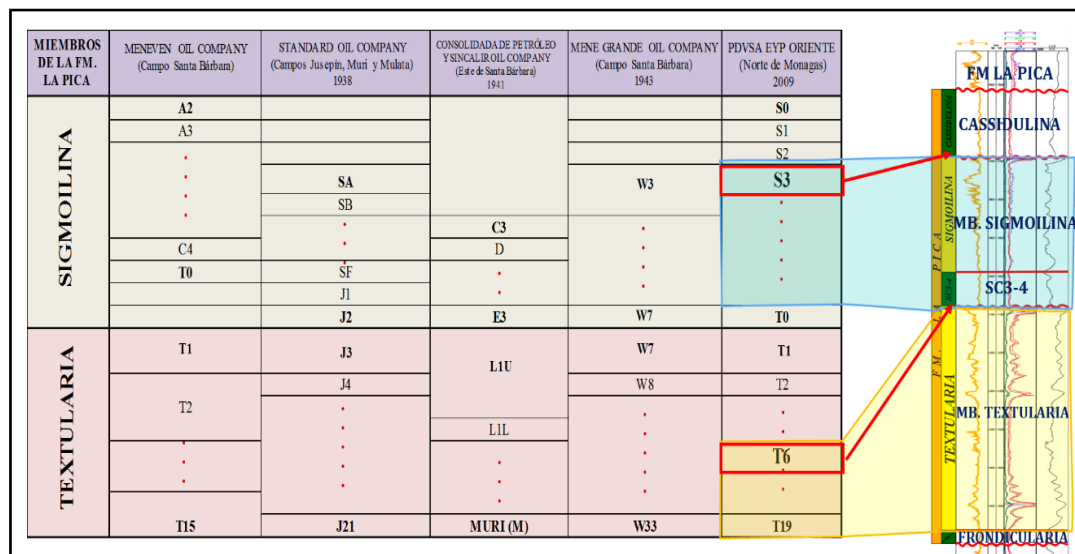


Figura 4.10 Homologación para la Formación La Pica y columna estratigráfica interpretada.

Tabla 4.2 Zonas equivalentes interpretadas

Zonas de correlación (De Sisto, J.)	Columna estratigráfica utilizada
Zona B	Cassidulina
Zona C	MB. Sigmoilina
Zona D	SC3-4
Zona E	MB. Textularia
Zona F	Frondicularia

4.6.2 Reinterpretación estratigráfica

La reinterpretación estratigráfica se basó según la correlación definida por De Sisto, J. (1959) en el Congreso Geológico Venezolano; donde dicho autor correlacionó la Formación La Pica en el área mayor del campo Santa Bárbara, (Figura 4.11).

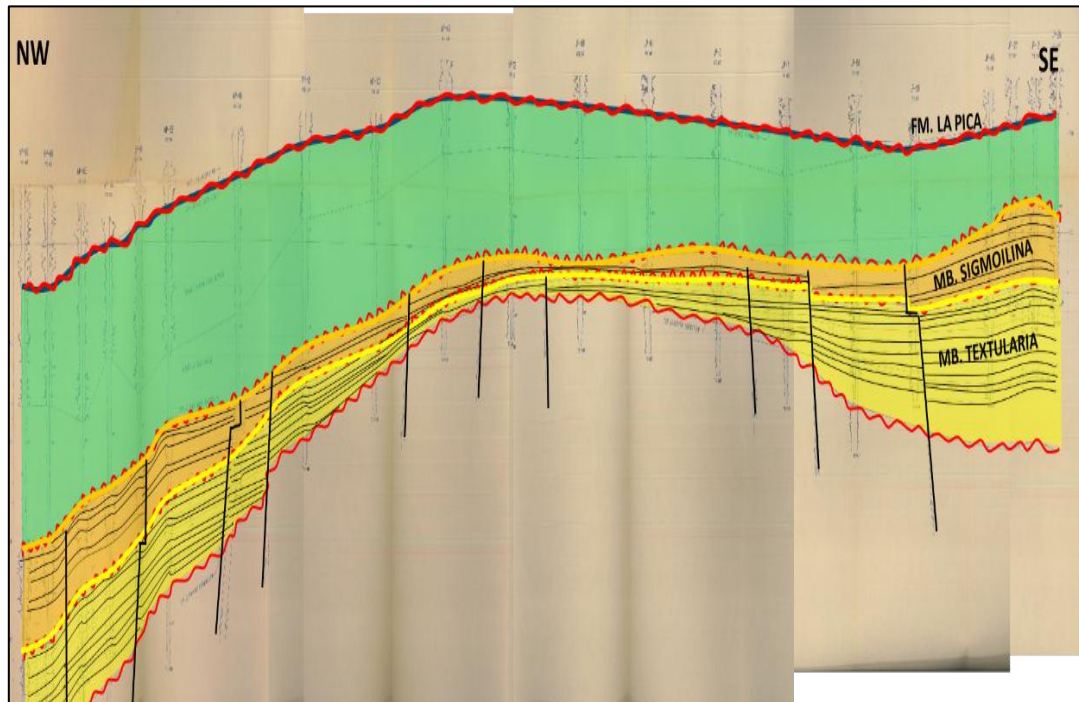


Figura 4.11 Sección estructural G-H de la Formación La Pica en el área mayor de Santa Bárbara (Modificado De Sisto, J. 1959).

4.6.2.1 Mallado de correlación

Para la realización del mallado de correlación se tomó en cuenta las posiciones estratégicas de los pozos del Campo Jusepín; tomando como punto de amarre línea de sección interpretada por John De Sisto, que inicia en el Campo Santa Bárbara (color rojo) y su prolongación atravesando longitudinalmente el Jusepín (color azul). Posterior a esto se generó un mallado detallado con líneas de sección paralelas y perpendiculares a la sedimentación con el fin de abarcar toda el área del Campo Jusepín (color verde) (Figura 4.12).

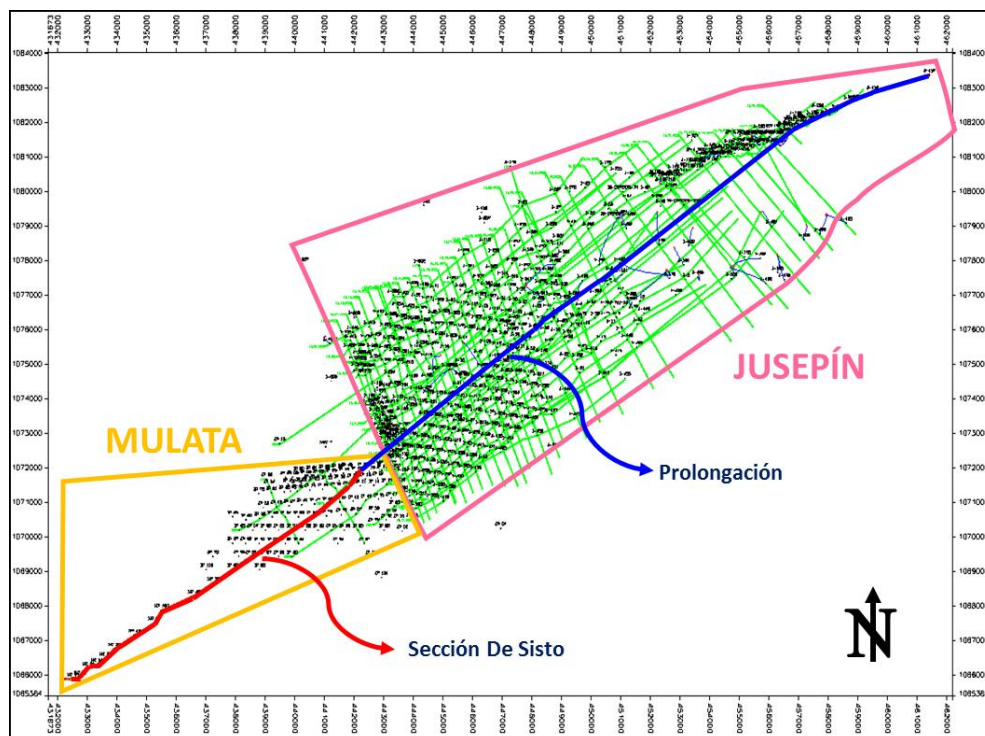


Figura 4.12 Mallado de correlación Campo Josepín.

El mallado de correlación se elaboró mediante *MapView* contenido dentro de la aplicación de *StratWorks* de la suite de *OpenWorks*, generando primero las líneas de sección sobre el mapa y posterior a esto se crearon las proyecciones de los pozos deseados para cada línea de sección.

4.6.2.2 Correlación estratigráfica

Se arrastró el criterio de correlación propuesto por De Sisto, J (1959) siguiendo las respuestas electrográficas de los registros eléctricos en el Campo Josepín.

El proceso de correlación se llevó a cabo mediante *Correlation* de la aplicación *StratWorks* de la suite *OpenWorks*; desplegando las proyecciones de las líneas de sección trazadas según el mallado de correlación y se interpretaron los topes estratigráficos de la Formación La Pica, tope y base del conjunto de arena de los Miembros Sigmoilina y Textularia, intervalo lutítico entre estos dos miembros y tope de la Formación Carapita (Figura 4.13 y Tabla 4.3).

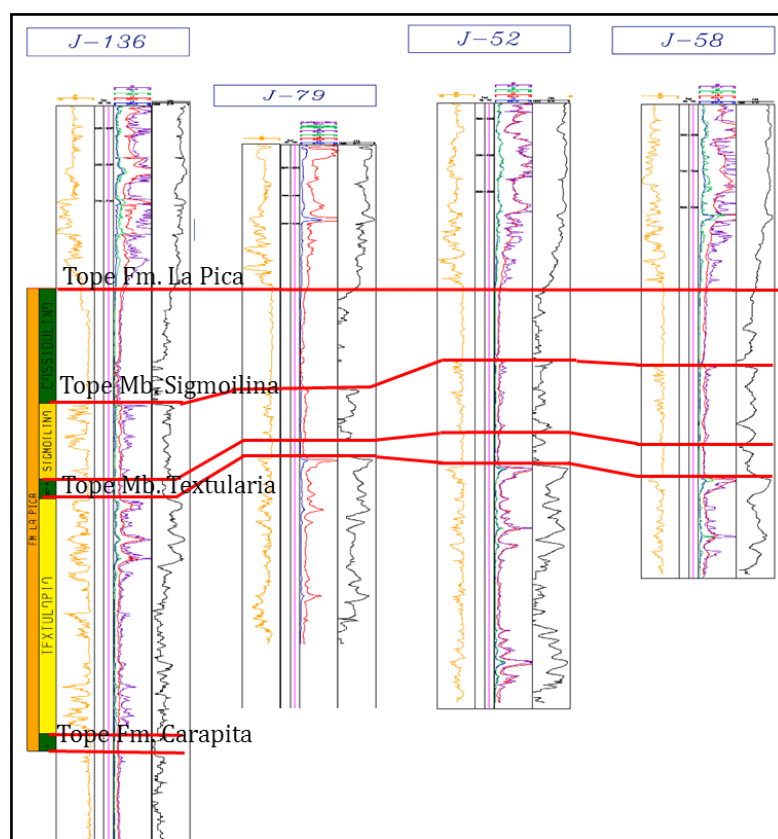


Figura 4.13 Correlación estratigráfica.

Tabla 4.3 Topes estratigráficos interpretados.

M01_LA_PICA_FM	M03_TEXTULARIA_MB
M02_SIGMOILINA_MB	M03_TEXTULARIA_B_MB
M02_SIGMOILINA_B_MB	M31_CARAPITA_FM

4.6.2.3 Elaboración de secciones estratigráficas

Se eligieron las líneas de sección mejor posicionadas según el mallado de correlación; obteniendo así secciones estratigráficas en sentido a la sedimentación y perpendicular a esta, que atravesaran el centro del campo y sus extremos, con el fin de determinar la variación lateral y vertical de los miembros en estudio. Las secciones estratigráficas se realizaron mediante *CrossSection* perteneciente a la aplicación de *StratWorks* de la suite de *OpenWorks*, tomando como marcador estratigráfico el tope de la Formación La Pica [M01_LA_PICA_FM].

4.6.3 Interpretación sísmico-estructural

4.6.3.1 Cálculo de resolución sísmica vertical

En vista de que la interpretación estructural se realiza en dominio Tiempo, es necesario generar un modelo de velocidades que permita la transformación del mismo al dominio profundidad. Con el fin de calcular la resolución sísmica vertical, que definirá el modelo de velocidades, primeramente se localizaron 3 pozos representativos que estuviesen ubicados al Oeste (1), Este (3) y la parte central (2) del Campo Jusepín (Figura 4.14) eligiendo los pozos J-487, J-502 y J-478 respectivamente; de los cuales dichos pozos debían poseer registro Sónico (DTC/DTCO) dentro del intervalo de interés, es decir toda la Formación La Pica.

Para el cálculo de la RSV es necesario determinar las frecuencias máximas y mínimas, velocidades interválicas, longitud de onda y por último la resolución sísmica vertical según la ecuación 3.1.

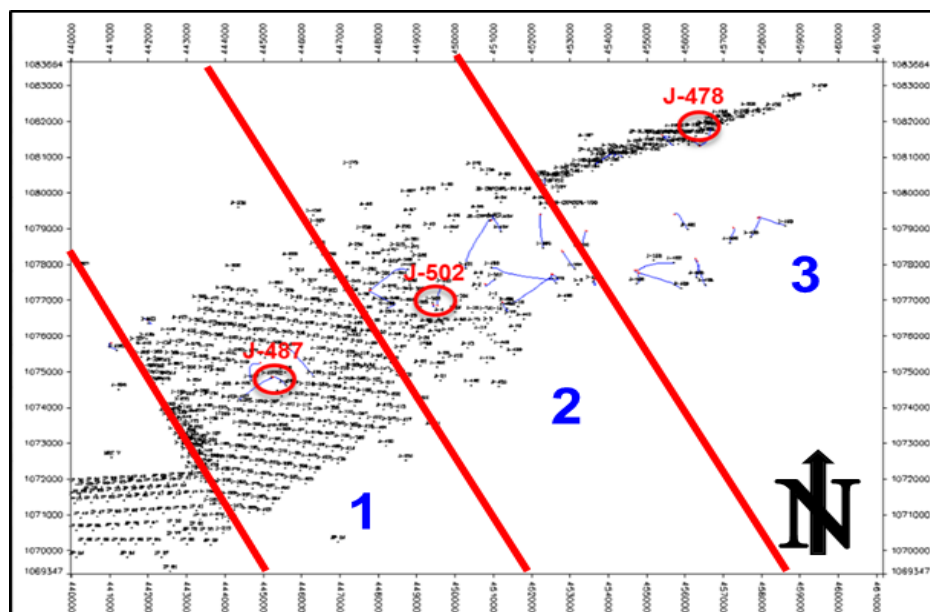


Figura 4.14 Ubicación relativa e los pozos escogidos para el cálculo de resolución sísmica vertical.

❖ Estimación de velocidades interválicas: Como la velocidad es el inverso de la lentitud, para cada uno de los pozos representativos, se graficó mediante el software Microsoft Excel el inverso de los valores del registro sónico respectivo para cada pozo, y se tomó una velocidad promedio dentro del rango del intervalo a estudiar, es decir, la Formación La Pica (Figura 4.15).

❖ Estimación de frecuencias: Se ubicó para cada uno de los tres pozos establecidos una línea sísmica que pasara por los mismos, una vez establecido esto mediante la aplicación *PostStack* de OpenWorks se desplegó cada una de las líneas sísmicas en ventanas de tiempos comprendidos para la formación la pica según las zonas escogidas, de aproximadamente 600ms a 1400 ms; mostrando así el espectro de frecuencia correspondiente al intervalo de interés, como se muestra en la siguiente Figura 4.16.

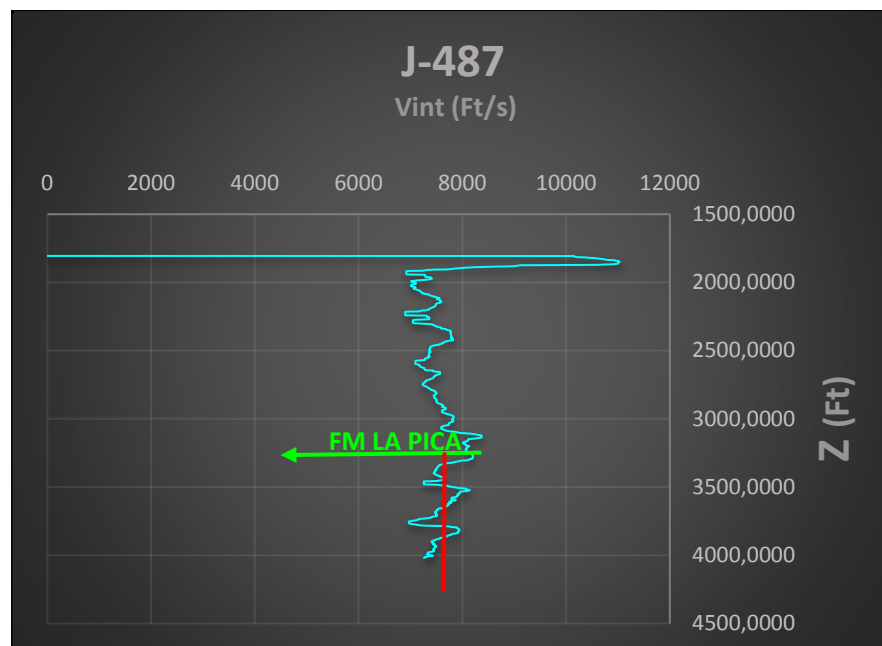


Figura 4.15 Registro sónico del pozo J-487.

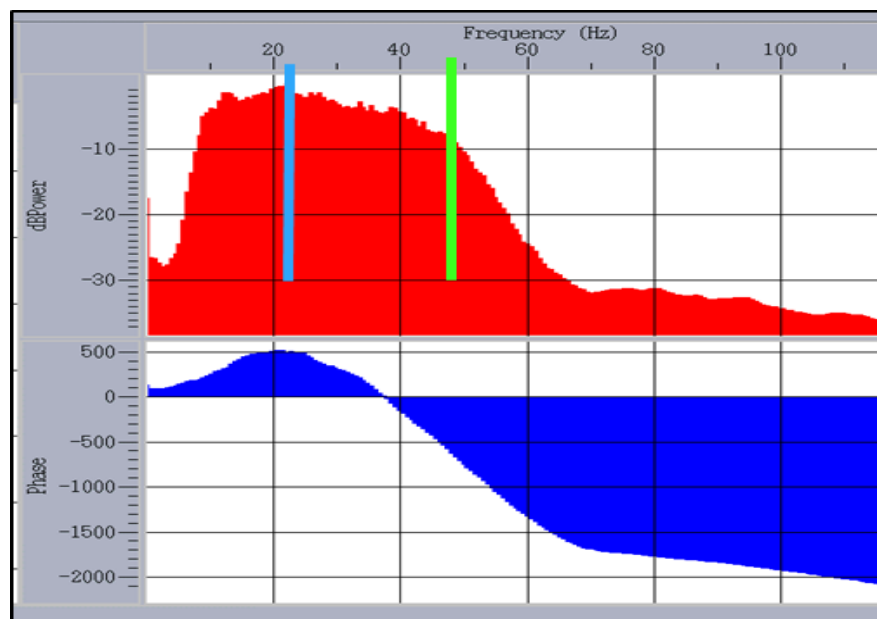


Figura 4.16 Espectro de frecuencia para la línea sísmica 2232.

En la Tabla 4.4, se pueden apreciar los pozos elegidos para la estimación de frecuencia, la zona correspondiente y la línea sísmica desplegada para cada pozo.

Tabla 4.4 Ubicación de pozos y líneas sísmicas para el cálculo de frecuencias.

Pozo	Ubicación en campo	Línea Sísmica
J-487	Zona oeste	2232
J-502	Zona central	2462
J-478	Zona este	2849

❖ Cálculo de longitud de onda: Una vez obtenido las frecuencias máximas y mínimas, y las velocidades interválicas respectivas a la formación en estudio en cada uno de los tres pozos representativos; se determina la longitud de onda máxima y mínima para cada pozo, mediante la ecuación 3.3. Finalmente, obtenido esto se determina la RSV.

4.6.3.2 Identificación de respuesta electrográfica

Antes de proseguir a la calibración de pozos, es necesario conocer cómo responden los cambios de velocidades interválicas en cada superficie de interés, tope de la Formación La Pica, Sigmoilina y Textularia; para determinar esto se compararon los registros de densidad y sónico de diferentes pozos, y se identificó el comportamiento característico para las superficies de interés de la Formación La Pica (Figura 4.17).

4.6.3.3 Calibración sísmica-pozo

Una buena interpretación sísmica inicia con un buen y consistente amarre de la sísmica de superficie y la información sísmica del pozo, para esto es necesario realizar la calibración sísmica-pozo y definir la ondícula o reflector a seguir durante

la interpretación. Con la finalidad de definir la ondícula a interpretar se generó un sismograma sintético a partir del registro Sónico y de Densidad del pozo en cuestión.

Mediante la aplicación *SynTool* de la suite de *OpenWorks* se llevó a cabo la generación de sismogramas sintéticos a través de los registros anteriormente mencionados; esta aplicación calcula y genera de forma muy rápida la serie de coeficientes de reflexión y las convoluciona con la ondícula generada, obteniendo lo que denominamos como sismograma o traza sintética (Figura 4.17).

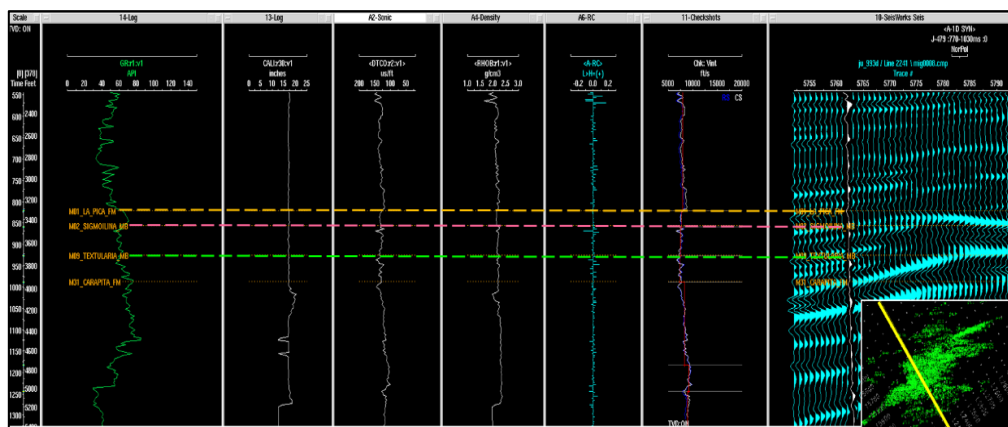


Figura 4.17 Sismograma sintético generado para el pozo J-479.

Una vez generado el sismograma se procede a calibrar la sísmica-pozo; en esta etapa se validan las respuestas electrográficas de los registros de densidad y sónico con el registro caliper, para así discretizar las lecturas confiables en los topes de interés. Posterior a esto se extrae la ondícula en rangos dentro de nuestros intervalos de interés y se verifica que el espectro de frecuencia no sea irregular, luego se despliega el perfil sísmico y a este se le sobrepone la ondícula previamente extraída. Se calibra dicha ondícula con el perfil sísmico, implementando *Shifts* para mover la ondícula hacia arriba o abajo, respetando claro las lecturas confiables según el registro caliper y las respuestas características según la litología. Se siguió para el

tope de la Formación La Pica una ondícula negativa mientras que para los Miembros Sigmoilina y Textularia se siguieron ondículas positivas como se muestra en la Figura 4.18.



Figura 4.18 Ondículas representativas para los horizontes de interés

Se generaron sismogramas sintéticos para los pozos J-479, J502 y J-485 (Figura 4.19).

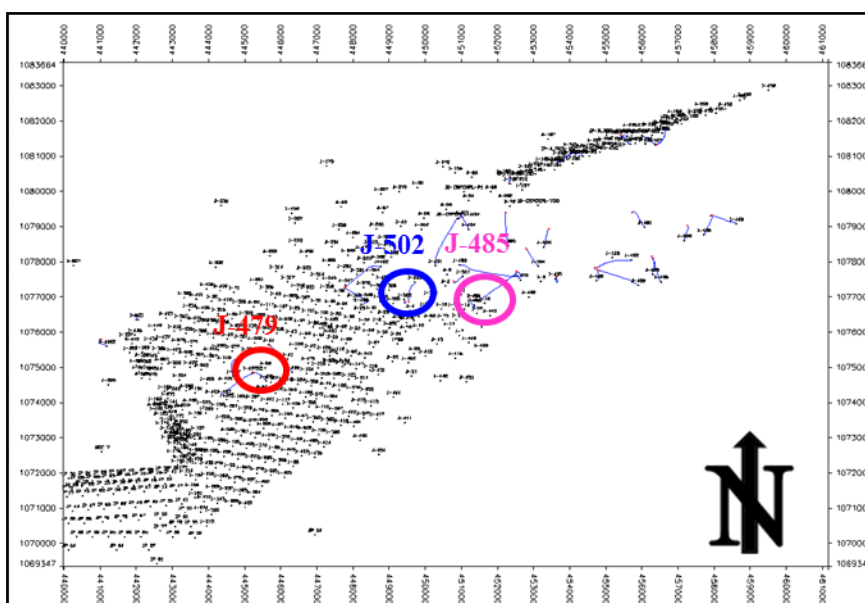


Figura 4.19 Ubicación de los sismogramas sintéticos generados para los pozos J-479, J-502 y J-485.

Posterior a la calibración sísmica-pozo se guarda la traza como una tabla T-Z para ser utilizada y asignada a pozos vecinos a este que necesiten ser calibrados a la hora de la interpretación, sin embargo a medida de que la interpretación avanza y se va alejando del pozo, no es recomendable utilizar esta calibración para los demás pozos y aún más si el reflector se pierde, en estos caso se generaron nuevos sismogramas y se calibraron la sísmica-pozo para estas nuevas zona. En la Tabla 4.5, se cuantifica la cantidad de pozos calibrados y sismogramas sintéticos generados.

Tabla 4.5 Sismogramas sintéticos generados

Pozo	Sismograma sintético	Nº Pozos calibrados
J-479	SINTÉTICO_J-479	104
J-502	SINTÉTICO_J-502	29
J-485	SINTÉTICO_J-485	54

Además se validaron las tablas Tiempo-Profundidad originales en los pozos pertenecientes al campo Jusepín. se observó que el comportamiento de la pendiente de estas en los intervalos donde se presencia la Formación La Pica es constante (Figura 4.20) por lo que existe una buena correlación de estas tablas con los pozos al nivel del intervalo de interés.

4.6.3.4 Interpretación de horizontes y fallas

Se realizó la interpretación sísmico-estructural 3D/2D de los horizontes La Pica, Sigmoilina y Textularia a través del módulo *SeisWorks* de la suite de *OpenWorks*, siguiendo los reflectores correspondientes a cada horizonte una vez calibrado los pozos en dominio tiempo a través del perfil sísmico, según los topes estratigráficos previamente interpretaos durante la correlación (Figura 4.21).

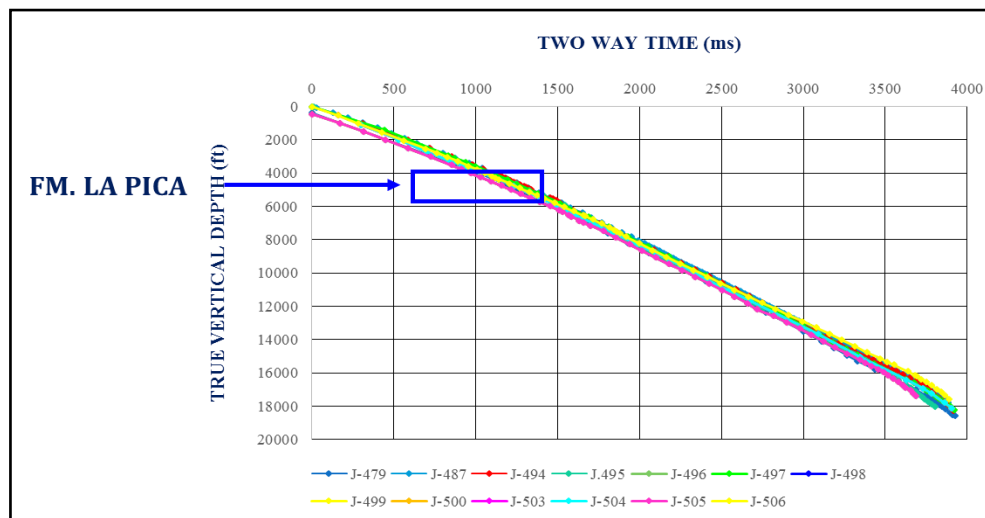


Figura 4.20 Valores de Tiempo-Profundidad originales en el Campo Jusepín.

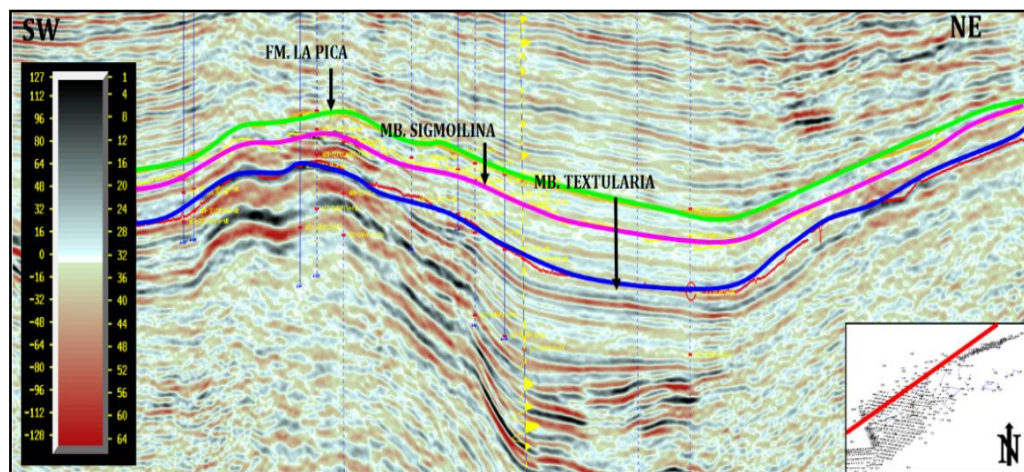


Figura 4.21 Perfil sísmico de la traza 5800 con el software OpenWorks.

La interpretación en dominio tiempo se realizó con un mallado detallado de 10x10 (Figura 4.22). Simultáneo a la interpretación de los horizontes en dominio tiempo se interpretaron los planos de fallas asociados a la Formación La Pica, utilizando atributos sísmicos como ayuda auxiliar para definir el buzamiento de los mismos (Figura 4.23).

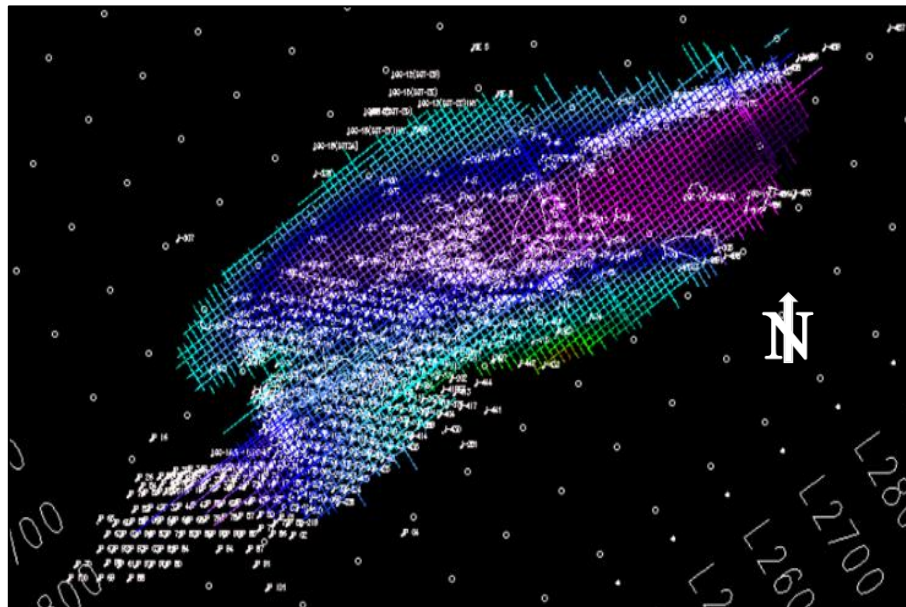


Figura 4.22 Mallado de interpretación.

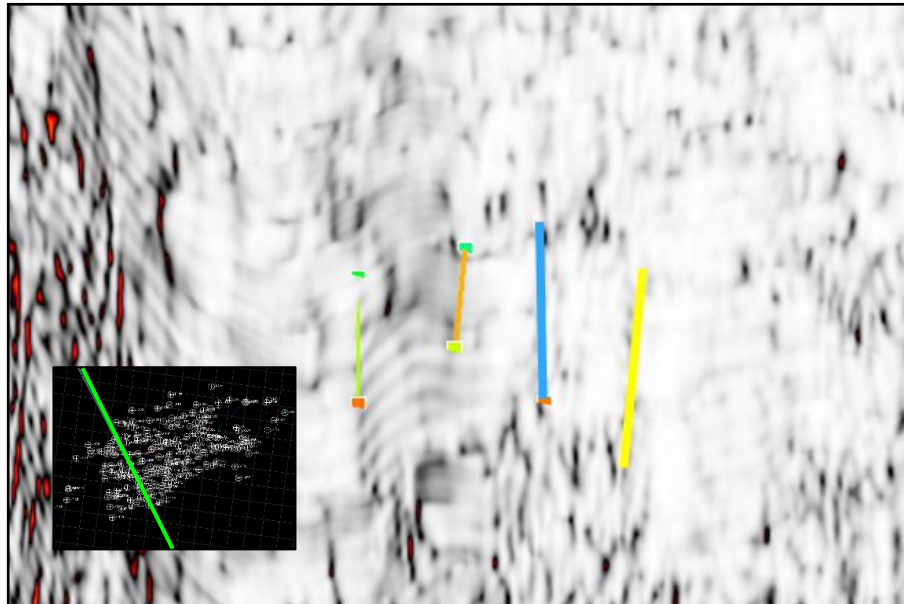


Figura 4.23 Interpretación de planos de fallas empleando el atributo sísmico Varianza.

4.6.3.5 Interpretación de lutitas móviles

Se observaron intrusiones de lutitas móviles, durante la interpretación sísmico-estructural de los horizontes de interés, al Suroeste del campo Jusepín, estas provienen desde la Formación Carapita generando esfuerzos compresivos que deforman a los estratos suprayacentes (Figura 4.24).

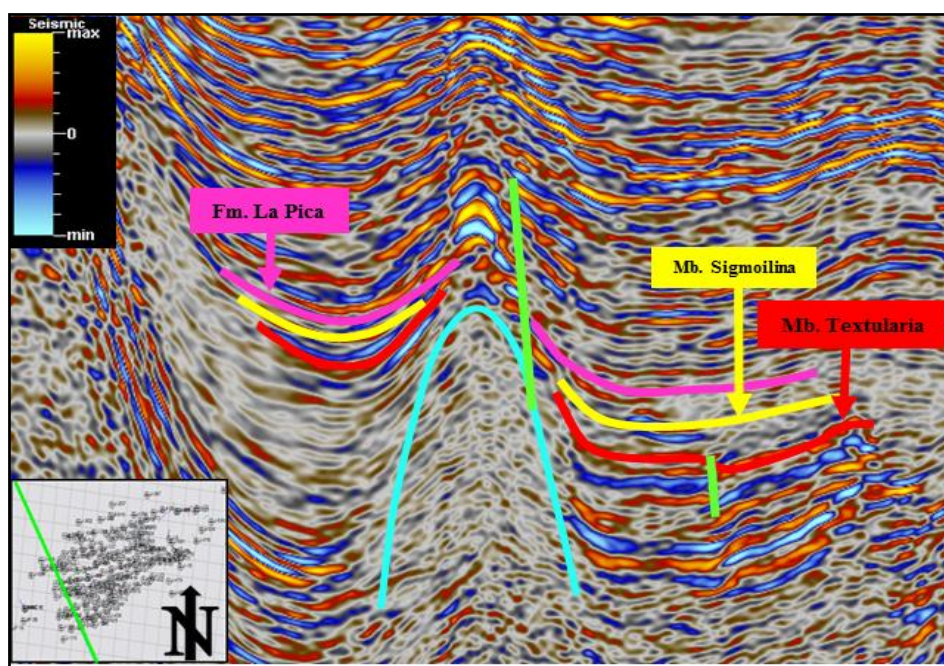


Figura 4.24 Perfil sísmico en dominio tiempo al Sur del Campo Jusepín, tomado con Petrel.

4.6.4 Elaboración de mapas estructurales

Con el objetivo de generar los horizontes del tope de la Formación La Pica, Miembro Sigmoilina y Textularia, se procede a exportar de la base de datos de *OpenWorks* todos los datos necesarios para la elaboración de los mismos; como el cabezal de todos los pozos en estudio, data dirección de los pozos nivel profundo,

topes estratigráficos interpretados, planos de fallas y horizontes interpretados en dominio tiempo, tablas tiempo-profundidad asignadas a los pozos calibrados durante la interpretación además de un fragmento del cubo sísmico utilizado durante la interpretación (mig0008) en formato SEG-Y desde 0-2000ms.

Se generaron los mapas del tope de la Formación La Pica, Miembro Sigmoilina y Textularia utilizando los topes estratigráficos y horizontes previamente interpretados (Figura 4.25).

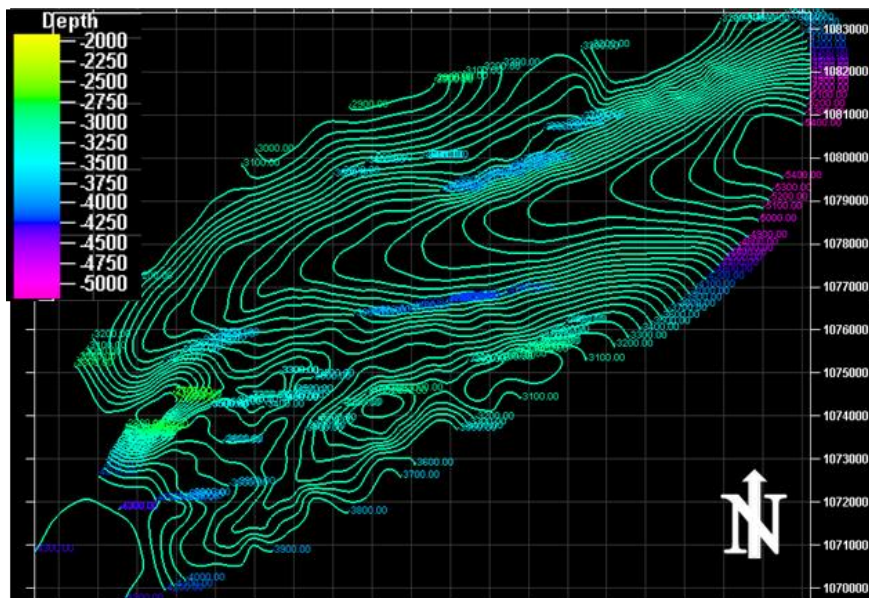


Figura 4.25 Mapa estructural generado mediante el software Petrel

4.6.4.1 Correlación, descarte y cotejo de fallas

En vista de que se interpretaron los planos de fallas en el software *OpenWorks* de forma intermitente o por partes, se procedió a correlacionar los planos de fallas interpretados según sus buzamientos, dirección, inclinación; con el objetivo de obtener planos de fallas más consistentes y prolongados, además de simplificar y

mejorar la calidad de los mapas estructurales como producto final (Figura 4.26). Durante este mismo proceso se descartaron planos de fallas de menor alcance y prolongación.

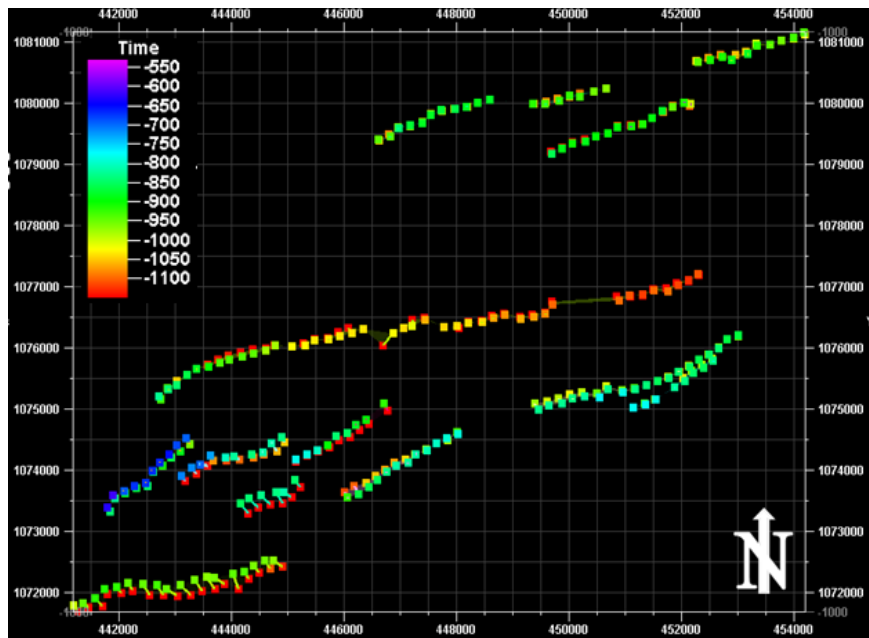


Figura 4.26 Mapa de plano de fallas final en 3D.

Una vez definidos los planos de fallas, se cotejaron estos con los planos de fallas de los mapas de estudios anteriores de las arenas T6 y T9 del miembro Textularia en el Campo Jusepín (Figura 4.27), observando que estos eran mucho más prolongados que los interpretados durante el desarrollo de este proyecto, se les hizo seguimiento a aquellos correspondientes con los interpretados en este estudio, considerando claro está, la interpretación de los perfiles sísmicos.

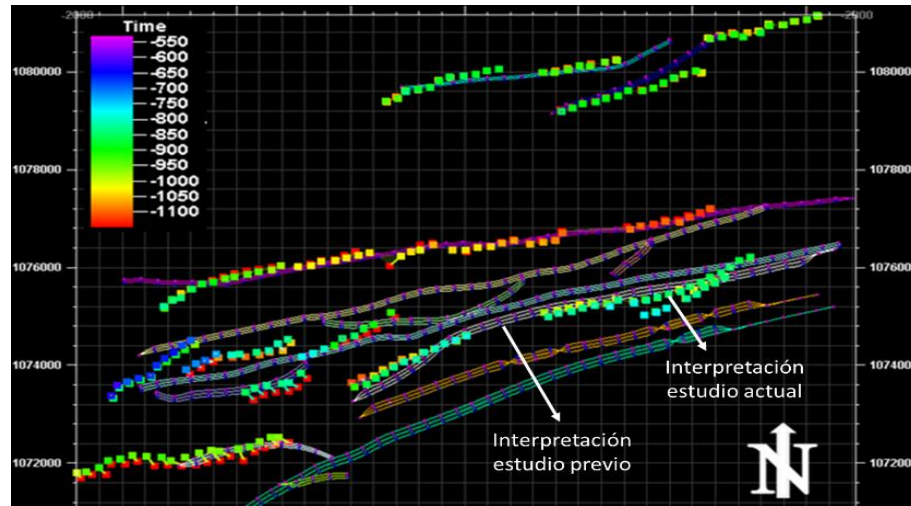


Figura 4.27 Cotejo de plano de fallas

4.6.4.2 Modelo de velocidades

Se generó un modelo de velocidades en el software *Petrel* con el objetivo de transformar aquella data en dominio tiempo a profundidad, para ello se utilizó como input las tablas tiempo-profundidad asignadas a los pozos calibrados más las velocidades interválicas de los horizontes interpretados. Generado el modelo de velocidades se llevó a dominio profundidad los planos de fallas finales.

4.6.4.3 Modelado de fallas

Una vez transformados los planos de fallas en dominio profundidad, se procedió a crear un nuevo modelo estructural que permitirá el modelado de las mismos (Figura 4.28). Se pasaron los planos de fallas al modelo activo con la opción “*convert to faults in fault model*”, y estos se modelaron haciendo uso de pilares lístricos en forma tal que se respete el comportamiento original. Se mantuvo una geometría lineal respetando las características de las fallas interpretadas y se verificó la continuidad de las mismas a través de toda la superficie afectada evitando cortes parciales en las estructuras.

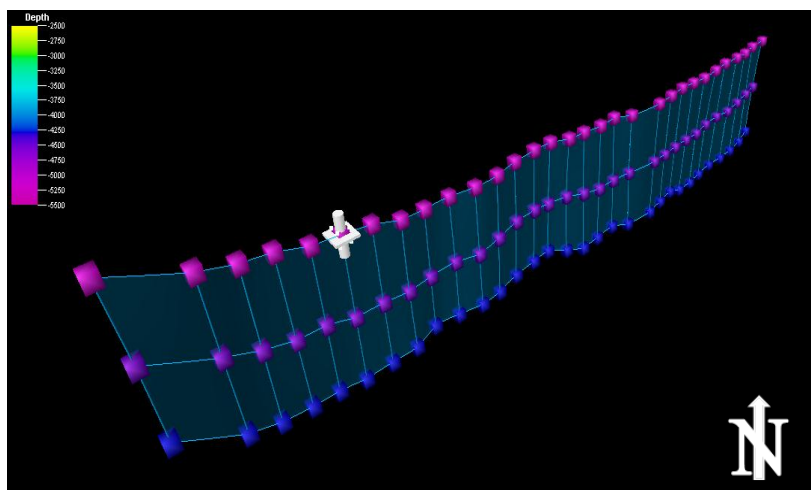


Figura 4.28 Modelado de plano de fallas.

4.6.4.4 Modelado estructural

Posterior al modelado de fallas se procedió a modelar los horizontes del tope de la Formación La Pica [M01_LA_PICA_FM], Miembro Sigmoidina [M02_SIGMILINA_MB] y Miembro Textularia [M09_TEXTULARIA_MB] en dominio profundidad, para esto le generó a cada superficie u horizonte interpretado un *gridding* con las los planos de fallas correspondientes. Luego de estos se generó en cada *gridding* el horizonte correspondiente a cada superficie, tomando como input principal los topes estratigráficos y horizontes interpretados en dominio profundidad (Figura 4.29).

Finalizado la generación del horizontes se procedió al suavizado del mismo respetando los valores de los topes estratigráficos e interpretaciones sísmicas y al mismo tiempo se modelan los desplazamientos de las fallas (Figura 4.30) asociadas a cada horizonte generado, de forma tal que el salto se mantenga constante durante todo el trayecto del plano de falla.

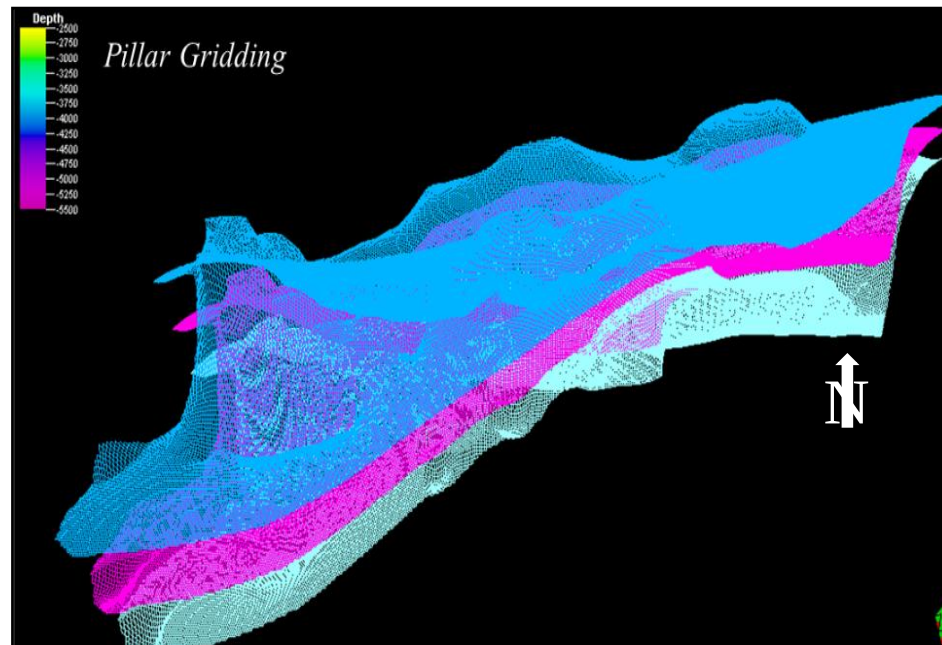


Figura 4.29 Pillar Gridding de la superficie interpretada a modelar.

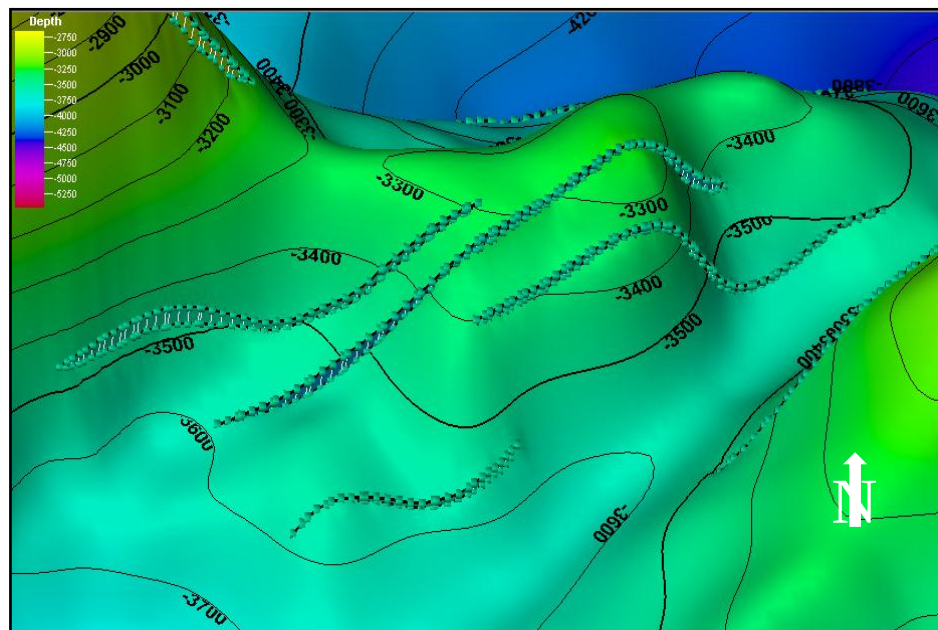


Figura 4.30 Suavizado de horizontes y modelado de desplazamientos de fallas.

4.6.4.5 Cotejo de buzamientos mediante registros Dipmeter

Se compararon los ángulos de buzamientos y azimuts reflejados por los registros Dipmeters con los resultantes en cada superficie interpretada utilizando los atributos aplicados para superficies en el software *Petrel* (Figura 4.31).

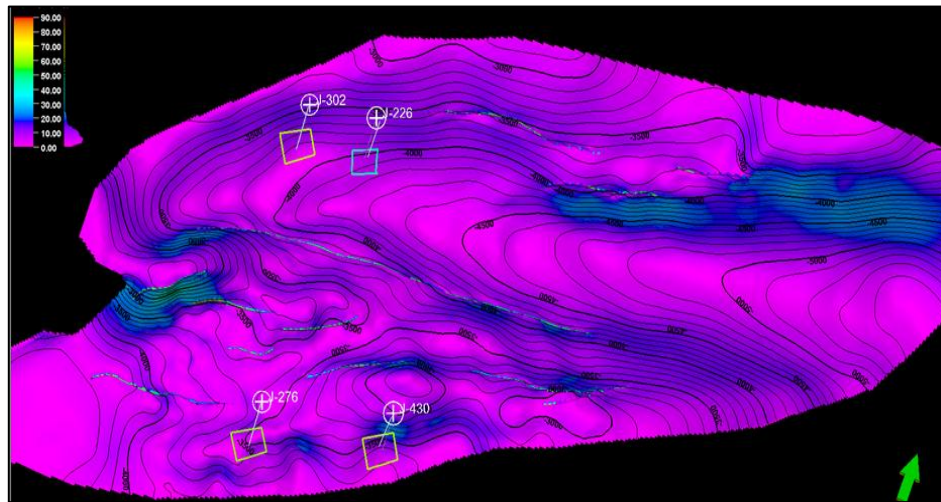


Figura 4.31 Cotejo de buzamientos en el Mb. Textularia (Petrel)

4.6.5 Modelado estructural en 3D

El modelado estructural se llevó a cabo generando primeramente los horizontes intermedios ya interpretados entre las superficies de interés, como se muestra en la Figura 4.32. Los horizontes intermedios generados son:

1. Base de las arenas del Miembro Sigmoilina [M02_SIGMOILINA_B_MB].
2. Base de las arenas del Miembro Textularia [M09_TEXTULARIA_B_MB].
3. Tope de la Formación Carapita [M31_CARAPITA_FM].

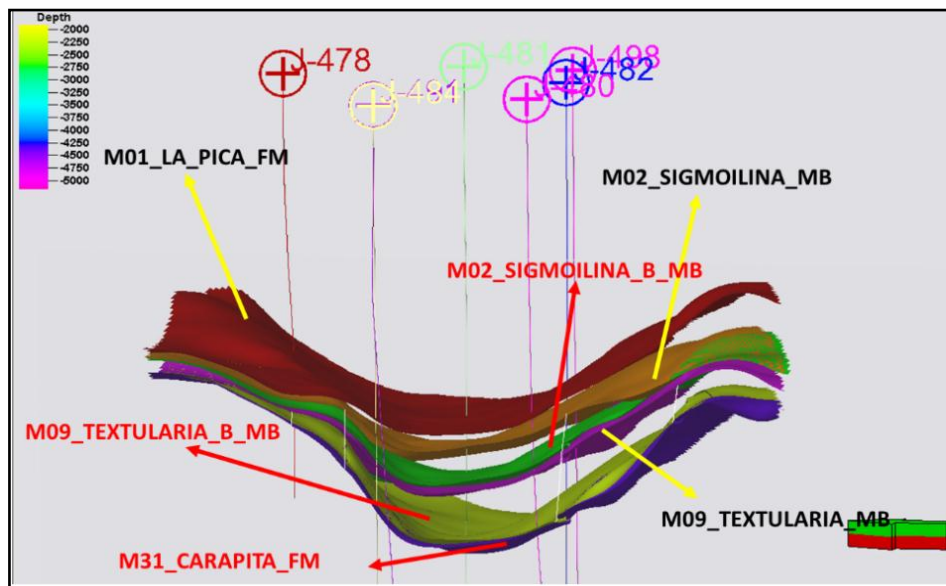


Figura 4.32 Vista transversal de los horizontes generados

Posterior a esto, se generaron las zonas entre los intervalos de cada horizonte obtenido (Figura 4.33), con el fin de obtener la vista estratigráfica en 3D de toda la Formación La Pica en el Campo Jusepín. Las zonas generadas son:

1. Cassidulina: Entre el tope de la Formación La Pica al tope del Miembro Sigmoilina.
2. Sigmoilina: Desde el tope del Miembro Sigmoilina a la base del conjunto de arenas del Miembro Sigmoilina.
3. SC3-4: Desde la Base del conjunto arenoso del Miembro Sigmoilina al tope del Miembro Textularia.
4. Textularia: Desde el tope del Miembro Textularia a la base del conjunto de arenas del Miembro Textularia.

5. Frondicularia: Desde la Base del conjunto arenoso del Miembro Textularia al tope de la Formación Carapita.

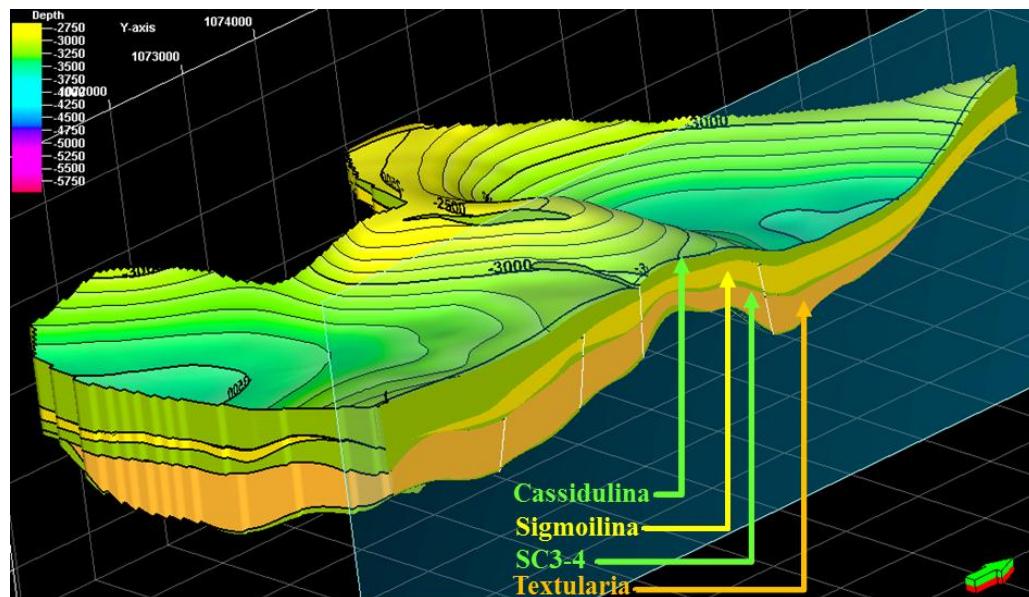


Figura 4.33 Vista en 3D de zonas intermedias generadas.

CAPÍTULO V

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

5.1 Topes estratigráficos validados

Se validaron un total de 6 topes estratigráficos interpretados durante el proceso de correlación, siendo estos el tope de la Formación La Pica, tope y base del conjunto de arena de los Miembros Sigmoilina y Textularia e intervalo lutítico entre estos dos miembros y tope de la Formación Carapita, según el criterio arrastrado de John De Sisto (1959) en el área mayor de Santa Bárbara utilizando la nomenclatura descrita en el capítulo 4 de este proyecto.

La profundidad de los topes reinterpretados no varió considerablemente respecto a los previamente existentes a este estudio. Respecto al tope estratigráfico del tope de la Formación La Pica, existe una diferencia que varía alrededor de 15-50 pies como máximo. Para el tope estratigráfico del Miembro Sigmoilina, se evidenciaron diferencias que fluctuaron entre 5-20 pies de diferencia; sin embargo para el Miembro Textularia se evidenciaron diferencias entre los topes validados para este Miembro de 3-15 pies.

5.2 Continuidad lateral y vertical de los principales horizontes de la Formación La Pica

Con la finalidad de estudiar la continuidad lateral y vertical de la Formación La Pica a detalle, se realizaron 23 líneas de sección en sentido Suroeste-Noreste, es decir, en sentido a la dirección de sedimentación, y 37 líneas de sección en sentido Noroeste-Sureste a manera de abarcar por completo toda el área del Campo Jusepín.

De todas las secciones interpretadas, se observa una acreción en sentido Oeste-Este en los Miembros Sigmoilina y Textularia, cuyos mayores espesores se evidencian hacia la parte Central-Oeste del Campo Jusepín. Se observó, adicional a esto, acuñamientos de los miembros en cuestión en dirección Noroeste-Sureste, debido al espacio de acomodo disponible durante la sedimentación, proporcionado por la configuración de la cuenca. Todo esto permite inferir que el sentido de sedimentación es SW-NE, cuyo aspecto se demostrará a continuación con 7 secciones estratigráficas; 3 en dirección Suroeste-Noreste y 4 en dirección Noroeste-Sureste, las cuales son regionales y representativas de la continuidad de las superficies de interés en toda la extensión del campo Jusepín.

5.2.1 Sección estratigráfica A-A'

La sección estratigráfica A-A' (Anexo 1) tiene un sentido SW-NE, esta sección atraviesa parte del Campo Mulata hasta el Campo Jusepín, está representada por los pozos JP-59, JP-29, JP-178, J-397, J-129, J-502, J-468, J-454, J-456; siendo los pozos JP pertenecientes al Campo Mulata y los J pertenecientes al Campo Jusepín. Esta sección tiene una longitud de 21276 metros, en donde se señalan la extensión areal de la Formación La Pica, resaltando la presencia de los principales horizontes los cuales son los miembros Sigmoilina y Textularia.

En la sección estratigráfica A-A' utilizando como marcado estratigráfico el tope de la Formación La Pica, se observan discordancias regionales en los topes de la Formación, Sigmoilina, Textularia y el tope de la Formación Carapita. Hacia el SW se observa continuidad lateral de los miembros en cuestión, e incluso en la parte central de la misma se evidencia un incremento de espesor de 130' y 330', en los conjuntos de arenas pertenecientes a los miembros Sigmoilina y Textularia respectivamente; mientras que hacia el NE se presencia un acuñamiento de los intervalos anteriormente mencionados producto del acomodamiento de sedimentos

regido por la geometría de la cuenca; la cual hacia el NE se encuentra limitada por el alto estructural de Jusepín.

5.2.2 Sección estratigráfica B-B'

La sección estratigráfica B-B' (Anexo 2) con dirección NW-SE, está compuesta por los pozos J-330, J-225, J-85, J-317, J-284 y J-155; cuya extensión abarca 10436 metros del Campo Jusepín. En esta sección se aprecia una continuidad lateral de los miembros de interés en la parte central del campo. Además se evidencia acuñaamiento hacia los extremos SW y NE, con espesores que disminuyen hacia el SW 200'-395' y al NE 285'-365' en lo conjuntos de arenas de los miembros Sigmoidina y Textularia respectivamente. Estos acuñaamientos se rigen por la geometría de la cuenca durante la sedimentación, limitada hacia el Norte por el alto estructural de Jusepín y hacia el Oeste por la presencia de lutitas móviles.

5.2.3 Sección estratigráfica C-C'

La sección estratigráfica C-C' cuya longitud es de 14043 metros, mostrada en el Anexo 3, está representada por los pozos J-369, J-400, J-389, J-375, J-420, J-508 y J-481, cuya dirección va desde SW al NE siguiendo el sentido del aporte de sedimentos para la Formación La Pica. En esta sección el Miembro Sigmoidina no presenta un buen desarrollo lateral en el Campo Jusepín, puesto que solo se puede observar la presencia del mismo hacia el NE de la sección, mientras que se encuentra ausente al SW. Referente al Miembro Textularia, se observa continuidad de este, a lo largo de toda la sección, sin embargo, existe un aumento de espesor de 265' hacia el NE de la sección.

5.2.4 Sección estratigráfica D-D'

La sección estratigráfica D-D' de sentido NW-SE, está representada por los pozos J-448, J-386, J-376, J-232, J-131, J-151, J-156, J-219; abarcando una longitud de 5591' a través del campo Jusepín. Se observa continuidad lateral del Miembro Sigmoidina hacia el NW de la sección, sin embargo hacia el SE se observa un acúñamiento del mismo, producto de la limitación de la cuenca por el alto estructural Amarilis. Referente al Miembro Textularia, este presenta un buen desarrollo de las arenas al SE de la sección, además de un incremento de espesor en la parte central de la misma de unos 300' aproximadamente; hacia el NW se presencia un acúñamiento del mismo hacia la zona donde se haya la presencia de las lutitas móviles de la Formación Carapita (Anexo 4).

5.2.5 Sección estratigráfica E-E'

Los pozos J-218, J-323, J-463, J-103, J-419 y J-375 comprenden la sección estratigráfica E-E' (Anexo 5), la cual abarca una longitud de 5267 metros. Se observa continuidad lateral de los miembros; Sigmoidina hacia el NW de la sección presenta incrementos de espesor y el Miembro Textularia acúñamientos hacia esa dirección. Hacia el SE, se evidencia acúñamiento del Miembro Sigmoidina, además de una continuidad lateral e incremento de espesor del Miembro Textularia.

5.2.6 Sección estratigráfica F-F'

La sección estratigráfica F-F' (Anexo 6) de sentido NW-SE, está conformada por los pozos J-138, J-127 y J-508, abarcando una longitud a través del campo Jusepín de unos 3751 metros. Se observa continuidad lateral de los Miembros Sigmoidina y Textularia, con aumentos de espesores de 163' y 515' respectivamente hacia el SE.

5.2.7 Sección estratigráfica G-G'

Esta sección comprende los pozos J-253 y J-256, ambos separados a una distancia de 192 metros dentro del campo Jusepín, la dirección de la sección es de NW al SE, permitiendo observar continuidad lateral de los Miembros Sigmoidal y Textularia a lo largo de toda la sección, además de presentar aumentos de 105' y 43' de espesor respectivamente (Anexo 7).

5.3 Interpretación sísmico-estructural los principales horizontes asociados a la Formación La Pica

5.3.1 Resolución sísmico vertical

De acuerdo a las resoluciones sísmicas máximas y dominantes, previamente calculadas en la zona Oeste, Central y Este del campo; se calculó el promedio de estas, las cuales se tomaron en cuenta como la Resolución Sísmico Vertical promedio (RSV), para todo el Campo Jusepín (Tabla 5.1). Con ello se infirió que el espesor mínimo posible de interpretar, según el promedio de la RSV dominante calculada, es de 43.54 pies.

Tabla 5.1 Resolución sísmica vertical promedio de la Formación La Pica.

Pozo	Ubicación en campo	Vint. (pies/s)	Fdom (Hz)	Fmax (Hz)	RSVdom (pies)	RSVmax (pies)
J-487	Zona oeste	8014.45	45.90	20.10	43.65	99.68
J-502	Zona central	8435.95	43.00	21.40	49.05	98.55
J-478	Zona este	7582.65	50.00	11.40	37.91	166.99
RSV Prom.					43.54	121.74

5.3.2 Interpretación estructural

El comportamiento de la Formación La Pica en el campo Jusepín, por lo general representa a una estructura de suaves cambios; sin embargo, hacia las zonas NE y S-SW del campo se evidenciaron comportamientos más abruptos en la estructura interpretada; estos son producto de dos altos estructurales que limitan y configuran la geometría de la cuenca en donde se depositó la Formación la Pica. En la Figura 5.1, se muestran estos rasgos estructurales mencionados mediante perfiles sísmicos interpretados durante este proyecto, indicados con flechas.

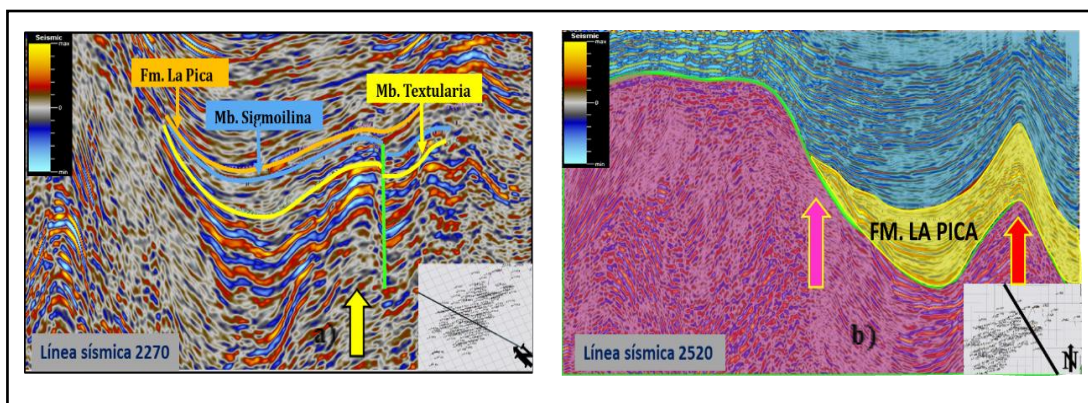


Figura 5.1 Rasgos estructurales en la Formación La Pica. a) presencia de lutitas móviles. b) alto estructural de Jusepín (flecha rosada), alto estructural de Amarilis (Flecha roja).

5.3.2.1 Sección sísmica H-H'

La sección sísmica H-H' (Anexo 8), está representada los pozos J-488, J-344, J-185, J-187 y J-293, abarcando entre estos una distancia de 5214 metros. Para esta sección se muestran interpretaciones que van desde los -700ms a -1150ms, se evidencia la presencia de tres fallas de tipo normal buzantes al SE de la sección, desplazando los cuerpos hacia esta misma dirección; además de buenos contrastes de

impedancia e incremento de amplitud de onda en las zonas inferiores de la Formación La Pica como las del Miembro Textularia, a diferencia de las zonas suprayacentes como las del Miembro Sigmoilina y la zona de Cassidulina. El seguimiento de la ondícula en la zona de Textularia se realiza con mayor facilidad que los seguimientos en las zonas de Sigmoilina y Cassidulina. En dicha sección se evidencia cierta deformación provocada por la compresión de la lutitas móviles (Flecha blanca) de la Formación Carapita, además del confinamiento de la cuenca originado por el Alto estructural de Jusepín (Flecha azul) al NW.

5.3.2.2 Sección sísmica I-I'

La sección sísmica I-I' (Anexo 9), está representada los pozos COT-2, J-284, J-4 y J-13, teniendo entre estos una distancia de 7663 metros. Se muestran interpretaciones desde los -600ms a -1350ms cuyas mayores amplitudes y contrastes de ondas se evidencian en la zona de Textularia, sin embargo, se observa de igual forma buena continuidad en los reflectores a seguir facilitando el proceso de interpretación. Se interpretaron, para esta ventana en tiempo, tres falla de tipo normal, dos buzando hacia el NW de la sección y otra al SE de la misma, desplazando los cuerpos en sentido de sus respectivos buzamientos. En la sección I-I' se evidencia la geometría de una cuenca en la interpretación realizada para la Formación La Pica, cuya configuración proviene del confinamiento generado por el alto estructural de Jusepín observado al NW de la sección (Flecha Azul) y el alto estructural de Amarilis señalado al SE (Flecha Roja).

5.3.2.3 Sección sísmica J-J'

La sección sísmica J-J' (Anexo 10), está representada por los pozos J-344 y J-185, abarcando entre estos 413 metros de la sección. Al igual que las secciones anteriores se evidencian mejores contrastes de impedancia y mayores amplitudes de

ondas hacia la zona de Textularia, sin embargo la continuidad de los reflectores se dificulta hacia esta zona, se observa un buzamiento en la estructura hacia el SE de la sección. Continua hacia esta zona mostrándose la geometría de la cuenca confinada por los altos estructurales indicados anteriormente (Alto de Jusepín flecha azul y alto de Amarilis flecha roja); aunque la acción de parte del alto de Amarilis disminuye hacia esta zona puesto que disminuye la prolongación del mismo.

Según la interpretación sísmica realizada en este proyecto, se definieron 12 fallas de tipo normales, producto de la relajación entre las placas del Caribe y Suramericana, de las cuales solo se cotejaron 5, interpretadas por estudios anteriores (Figura 5.2).

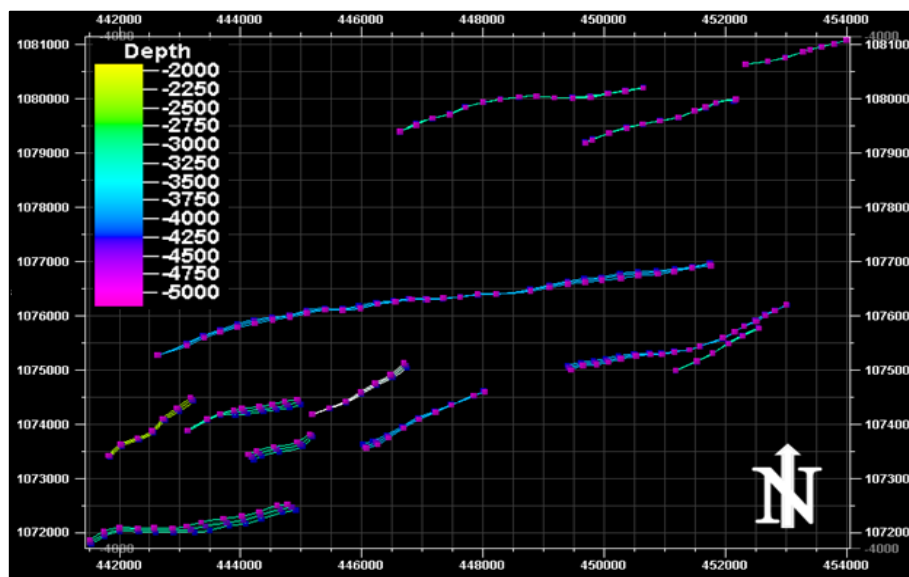


Figura 5.2 Trazas de fallas cotejadas 3D (Petrel)

Los planos de fallas interpretadas tienen una dirección SW-NE con buzamientos máximos de 89° y buzamientos promedios de 55° (Tabla 5.2), y saltos de 20' a 50'. La mayor acumulación de fallas se observan en zonas de depresión en los flancos de la estructura interpretada.

Tabla 5.2 Listado de fallas

FALLA	BUZmáx	BUZprom	AZmax	AZprom
F100	45.64	69.16	174.37	115.96
F102	88.00	38.80	157.40	70.88
F117	89.92	67.53	359.80	252.65
F119	89.76	52.86	339.78	213.84
F123	89.98	58.50	359.20	240.17
F134	89.74	63.45	334.48	200.13
F139	89.96	64.65	350.51	176.27
F141	89.94	61.03	358.52	210.37
F142	89.92	42.34	352.16	146.37
F200	80.26	54.32	185.37	142.77
F300	80.08	56.35	161.10	103.42
F600	87.83	67.41	183.29	140.41

5.4 Definición de la estructura de la Formación La Pica en el Campo Jusepín.

La estructura de la Formación La Pica se definió según el modelo estructural interpretado, como un pliegue sinclinal, con eje axial de dirección SW-NE y flancos de buzamientos suaves. La configuración de la cuenca está limitada hacia el Norte del campo Jusepín por el alto estructural de Jusepín, hacia el Sur por el alto estructural de Amarilis y hacia el Oeste por la deformación proveniente de las lutitas móviles de la Formación Carapita. La cuenca se fue rellenando progresivamente durante el proceso de sedimentación, el cual es en sentido SW-NE; depositándose primero Frondicularia (el cual no se logra apreciar debido a la escala de la imagen y su ángulo), para luego dar paso a la deposición del Miembro Textularia, como se puede observar en la Figura 5.3.

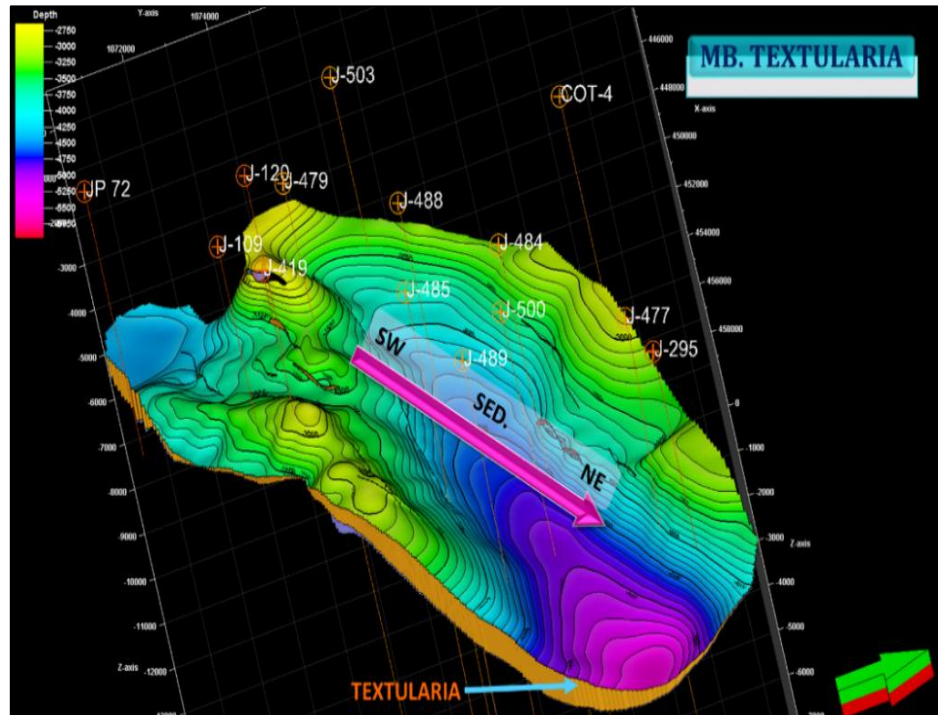


Figura 5.3 Modelo estructural 3D, Miembro Textularia.

El acomodo de sedimentos para el Miembro Textularia representa una estructura con buzamientos mayores a las sedimentaciones posteriores, como se puede apreciar en la Figura 5.3 y en el mapa estructural del tope de Textularia (Anexo 13). Una vez que se comienza a sedimentar el Miembro Sigmoilina, se observa el cambio a pendientes más suaves como se muestra en la Figura 5.4 y en el mapa estructural del Tope del Miembro Sigmoilina (Anexo12).

De igual forma ocurre al depositarse la zona de Cassidulina, cuyo tope es el tope de la Formación La Pica (Anexo 11), evidenciándose una estructura con buzamientos menores a los horizontes mencionados anteriormente (Figura 5.5).

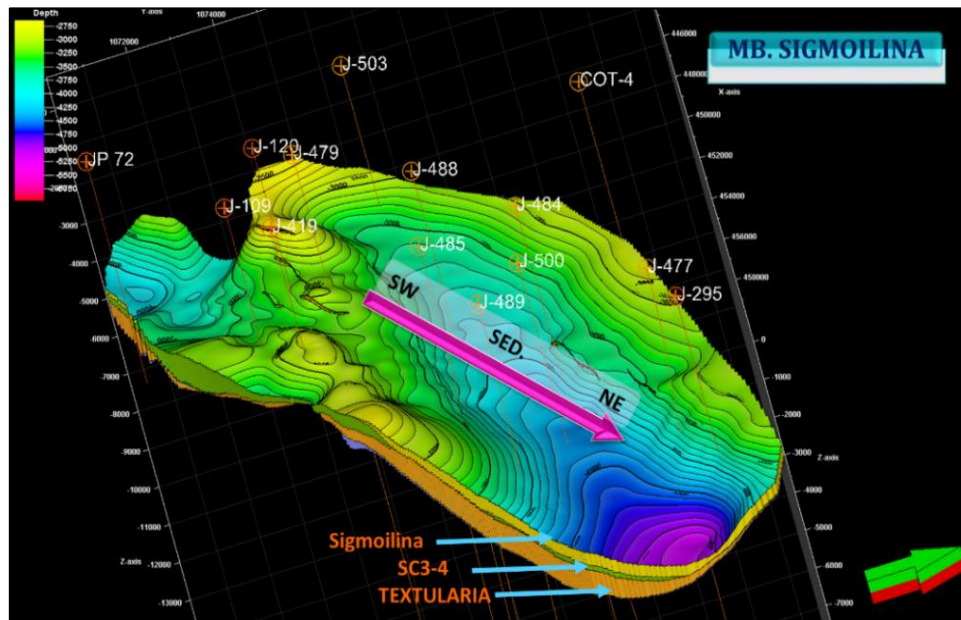


Figura 5.4 Modelo estructural 3D, miembros Sigmoidina y Textularia.

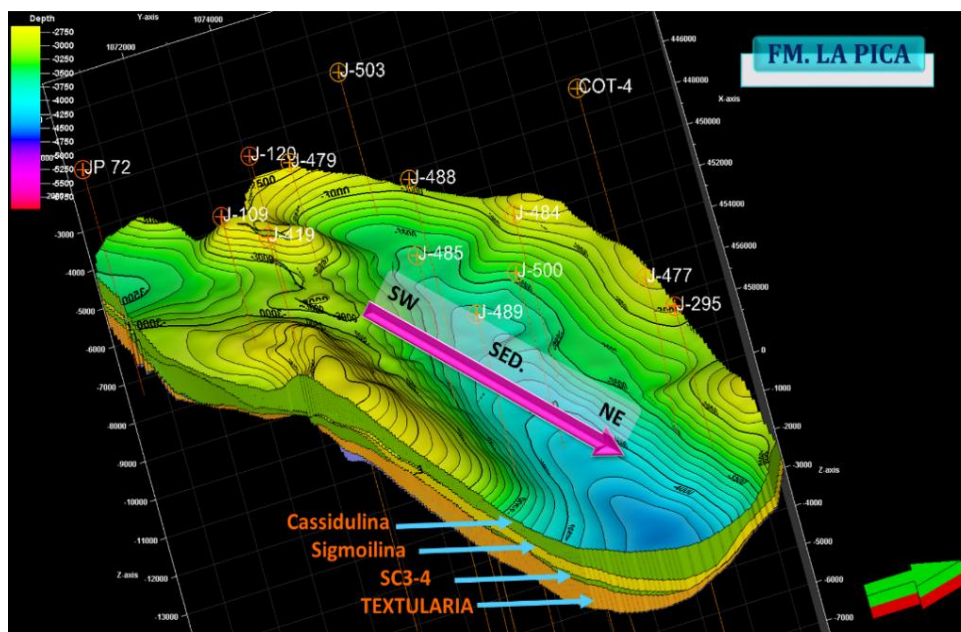


Figura 5.5 Modelo estructural 3D, Formación La Pica.

El flanco Norte y Sur de la cuenca presentan un buzamientos de 7° a 30° dependiendo del intervalo de interés. En la Tabla 5.3, se muestran los buzamientos para el tope de la Formación La Pica, para los miembros Sigmoilina y Textularia.

Tabla 5.3 Buzamientos de los horizontes de interés.

Superficie	Flanco Norte		Flanco Sur	
	Buzamiento			
	Promedio	Máximo	Promedio	Máximo
Formación La Pica	7,15° SE	17,35° SE	7,87° S	24,56° S
Miembro Sigmoilina	8,18° SE	29,48° SE	6,21° SE	23,23° SE
Miembro Textularia	10,06° SE	29,13° SE	7,55° S	30,35° S

5.4.1 Cotejo de buzamientos en la estructura

5.4.1.1 Miembro Sigmoilina

Se cotejaron los buzamientos de las capas del Miembro Sigmoilina con los valores arrojados por los registros Dipmeters tomados en los pozos J-302 y J-330 localizados en el área indicada en la Figura 5.6.

Los buzamientos interpretados presentan una diferencia respecto a los buzamientos medidos para el área alrededor del pozo J-302 de 4.07° y 2.5° para el pozo J-330 (Tabla 5.4).

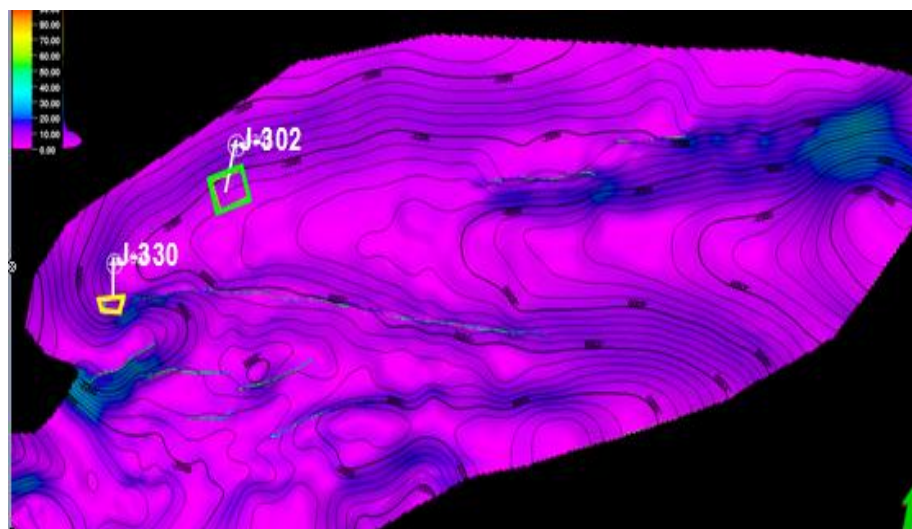


Figura 5.6 Mapa estructural del Miembro Sigmoidina, atributo de buzamiento (Petrel).

Tabla 5.4 Relación de buzamientos en Sigmoidina.

Pozo	Buzamiento Interpretado	Buzamiento Dipmeter
J-302	8,93°	13°
J-330	11,42°	14°

5.4.1.2 Miembro Textularia

Se cotejaron los buzamientos de las capas del Miembro Textularia con los valores arrojados por los registros Dipmeters tomados en los pozos J-302, J-226, J-276, J-430 localizados en el área indicada en la Figura 5.7.

Los buzamientos interpretados presentan una diferencia respecto a los buzamientos medidos alrededor del área de los pozos J-226, J-276, J-302 y J-430 de 4.36°, 4.44°, 2.36° y 1.54° respectivamente (Tabla 5.5).

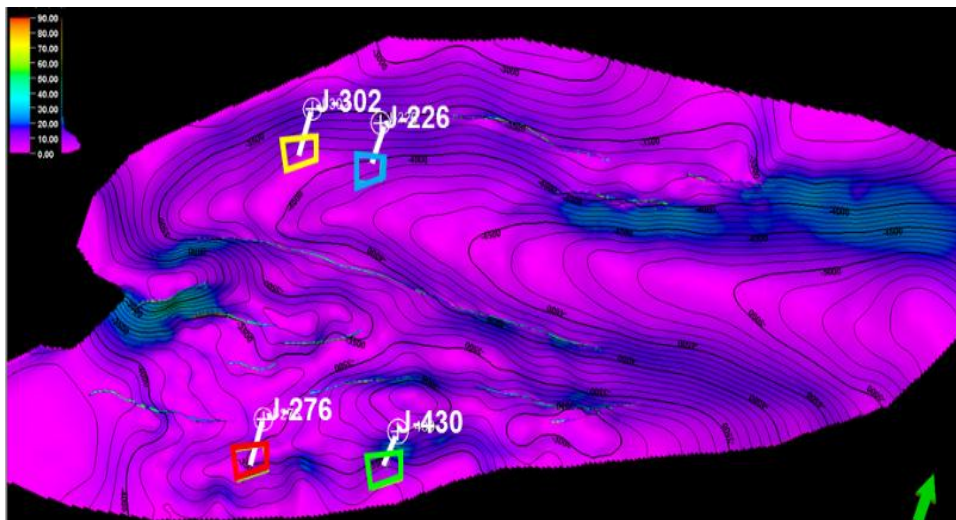


Figura 5.7 Mapa estructural del Miembro Textularia, atributo de buzamiento (Petrel).

Tabla 5.5 Relación de buzamientos en Textularia.

Pozo	Buzamiento Interpretado	Buzamiento Dipmeter
J-226	9,64°	14°
J-276	10,56°	15°
J-302	12,16°	14.5°
J-430	16,54°	15°

5.4.2 Corte longitudinal A-A'

En el corte estructural A-A' realizado en todo el centro del eje del sinclinal interpretado, muestra el buen desarrollo de los miembros de la Formación La Pica, en el centro de la estructura, observándose también acuñamientos hacia el SW y NE del corte longitudinal.

Es importante recalcar que la Formación La Pica se depositó en un sistema complejo de transgresiones y regresiones; a grueso modo en el corte estructural A-A' se puede observar el efecto progradante que rigió la sedimentación del Miembro Textularia, posterior a esto se evidencia un efecto transgresivo con la sedimentación del intervalo lutítico SC3-4, entre el tope del Miembro Textularia y el Miembro Sigmoidina. Suprayacente se observa a grueso modo el desarrollo del Miembro Sigmoidina, por efecto de una progradación, y encima de este se observa la zona de Cassidulina que representa el intervalo lutítico, indicando la última transgresión que caracteriza el tope de la Formación La Pica y fin de su sedimentación, y así dar paso a la sedimentación de la Formación Las Piedras (Figura 5.8).

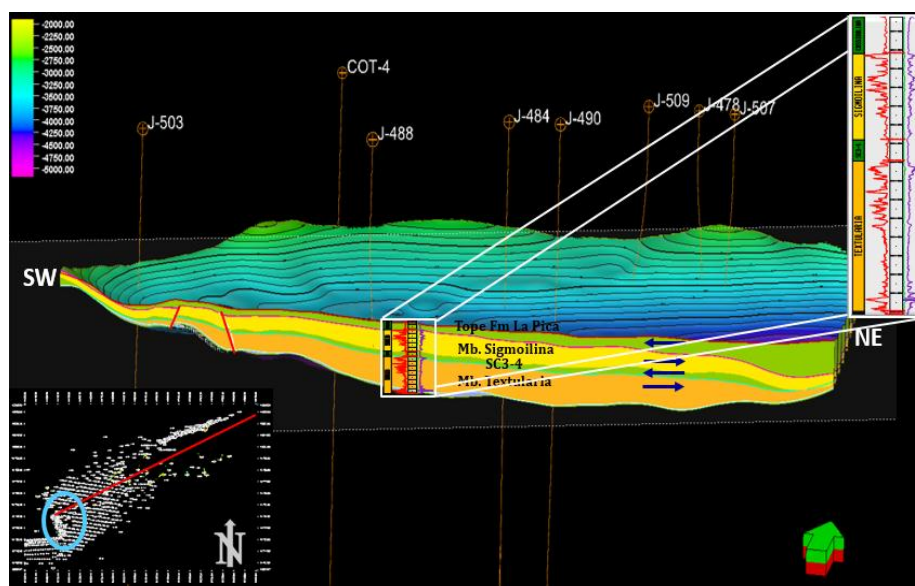


Figura 5.8 Corte estructural A-A'.

5.4.3 Corte estructural transversal B-B'

El eje del sinclinal interpretado actualmente está confinado por el alto de Jusepín hacia el Norte y el alto de Amarilis hacia el Sur; sin embargo, posterior a la

sedimentación ocurrió una deformación en la estructura producto de la compresión de la lutitas móviles provenientes de la Formación Carapita; esta deformación concreta la geometría del sinclinal hacia la zona Oeste del campo Jusepín, post-depositación, como se aprecia en la Figura 5.9. También se observan mayores desarrollos hacia el Sur del campo en el Miembro Textularia, debido a disponibilidad de espacio para el acomodo de los sedimentos, previo a la deformación antes mencionada.

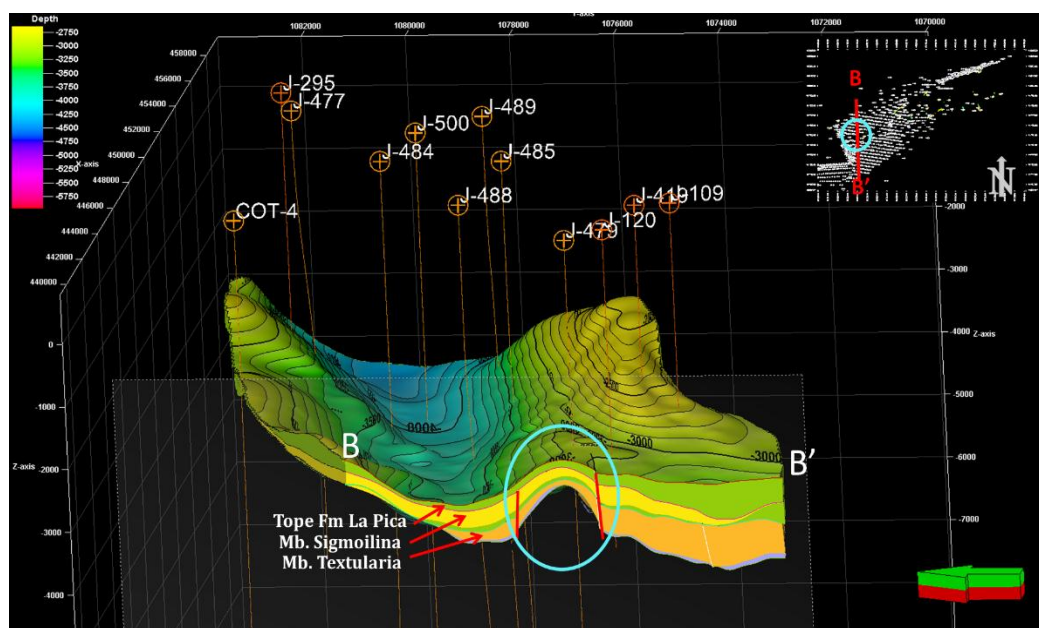


Figura 5.9 Corte estructural B-B'.

5.4.4 Corte estructural transversal C-C'

El eje del pliegue sinclinal se profundiza hacia el NE del Campo Jusepín, encontrándose en éste, desarrollos considerables de la formación en cuestión; sin embargo, se agudiza del mismo modo la pendiente en los flancos de la estructura, mostrando acuñamientos en dirección Norte-Sur (Figura 5.10).

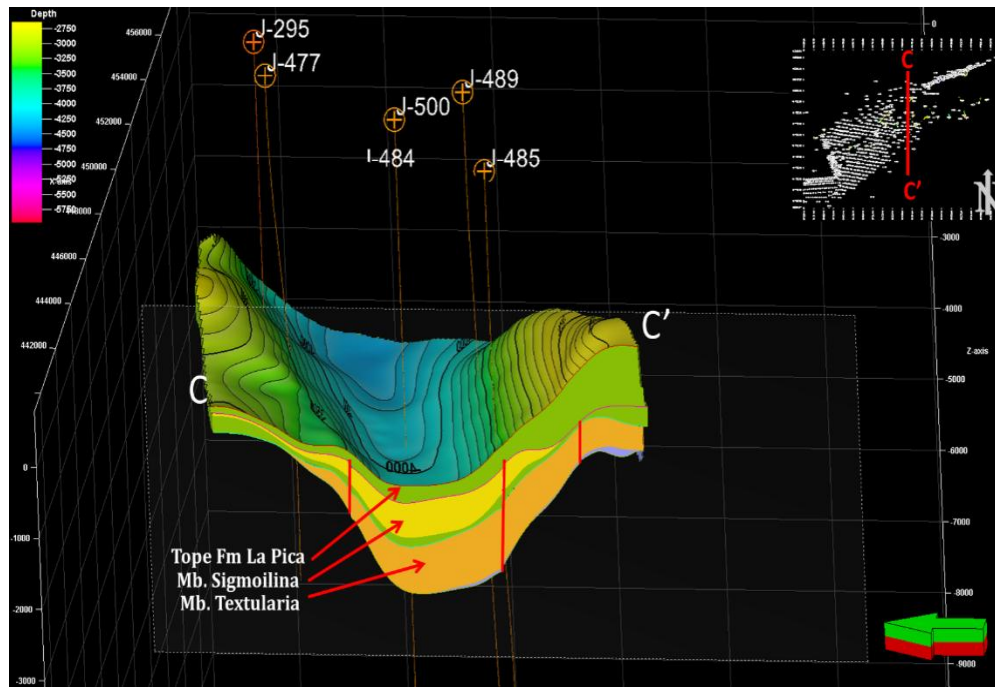


Figura 5.10 Corte estructural C-C'.

5.4.5 Corte estructural transversal D-D'

Hacia la zona Sureste del campo se evidencia disminución en la extensión del alto estructural Amarilis que delimita la cuenca, por lo que se observa desarrollo de la Formación La Pica hacia el Sur del campo Jusepín.

No obstante prevalece el acúñamiento de la misma hacia el Norte del campo, debido la presencia del alto estructural de Jusepín que limita la cuenca, como se observa en el corte estructural D-D' (Figura 5.11).

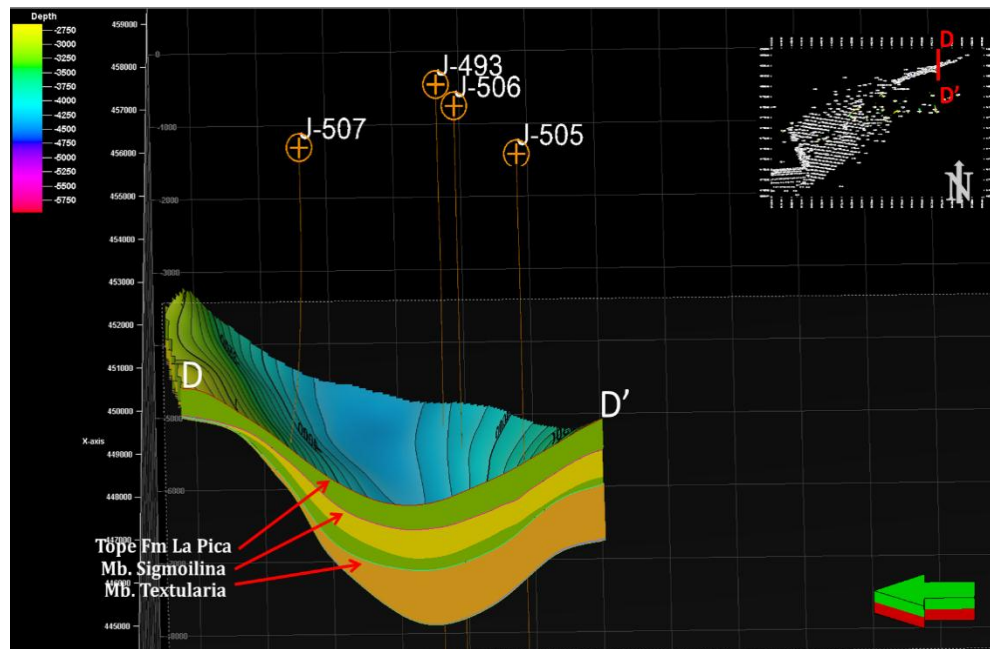


Figura 5.11 Corte estructural D-D'.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. Las profundidades interpretadas para el tope de la Formación La Pica varía entre 15-50 pies respecto a los valores interpretados previos a este estudio; de igual forma para el tope del Miembro Sigmoilina oscilan entre 5-20 pies de diferencia y mientras que para el Miembro Textularia se evidenciaron variaciones de 3-15 pies de profundidad. Los topos estratigráficos validados son:

- a. M01_LA_PICA_FM
- b. M02_SIGMOILINA_MB
- c. M02_SIGMOILINA_B_MB
- d. M09_TEXTULARIA_MB
- e. M09_TEXTULARIA_B_MB
- f. M31_CARAPITA_MB.

2. De acuerdo a los registros electrográficos se evidencia una continuidad lateral en la zona Oeste - Central el campo Jusepín, además de un incremento de espesor de 130' y 330' para Sigmoilina y Textularia respectivamente, evidenciado por los pozos J-397, J-129, J-317, J-85 y J-284, con esto se estima que pudiese haber una mayor capacidad de almacenamiento de hidrocarburos en estas zonas.

3. Se evidenciaron acñamientos de los Miembros Sigmoilina y Textularia hacia el Norte, Noreste y Sur del campo Jusepín en sentido NW-SE, originados por la configuración de la cuenca al momento de sedimentación, disminuyendo espesores que van desde 350' a espesores alrededor de 70'.

4. Hacia el Sur de campo Jusepín se observó un aumento de desarrollo en el miembro Textularia, con espesores que varían de 600' - 400'.

5. El modelo estructural de la Formación La Pica se basa en un pliegue Sinclinal asimétrico, con eje de dirección Oeste-Este y flancos de bajos buzamientos hacia el Sur-Sureste.

6. Se determinaron 10 fallas de tipo normal dentro de las cuales 5 cotejaron en parte con las interpretaciones de estudios anteriores.

Recomendaciones

1. Oficializar los topes estratigráficos validados en este estudio y cargarlos en la base de datos corporativas.

2. Validar los registros vectorizados en este estudio, para posteriormente cargarlos en la base de datos corporativas.

3. Validar los registros pertenecientes a la base de datos de OpenWorks contra los registros físicos a la hora de caracterizar a nivel petrofísico la Formación La Pica; puesto que muchos de estos se encuentran desfasados.

4. Establecer la homologación definitiva para los intervalos arenosos dentro de los Miembros de la Formación La Pica, con el objetivo de establecer el alcance de estos a través del campo y reforzar el modelo estratigráfico de la Formación.

5. Toma de registros Gamma Ray, ILD, Densidad, Neutrón y CheckShots hacia la zona Oeste del campo Jusepín.

6. Reprocesar el cubo sísmico cuyo objetivo principal sean los intervalos someros con el fin de mejorar la calidad de las imágenes sísmicas y futuras interpretaciones en los intervalos arenosos dentro de cada Miembro de la Formación.

7. Buscar mejores oportunidades hacia las zonas Oeste y Central del Campo Jusepín donde se evidenciaron los mejores desarrollos de cuerpos arenosos y respuestas electrográficas.

8. Utilizar este estudio en futuras estimaciones y cálculo de reservas de la Formación La Pica en el Campo Jusepín; además de caracterizaciones sedimentológicas, petrofísicas y definición planes de explotación hacia la zona Oeste y Central del campo Jusepín.

REFERENCIAS

Arias, F. (2012) **EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**. Editorial Episteme. Caracas, Venezuela, pp 21-31.

Blash, J. (2012) **ATRIBUTO DE SUAVIZADO ESTRUCTURAL**. 30 de Mayo del 2017, [<https://www.coursehero.com/file/p7ddjmg0/El-atributo-de-suavizado-estructural-puede-usarse-para-iluminar-puntos-planos/>]

Boggs, S. (1995) **PRINCIPLES OF SEDIMENTOLOGY AND STRATIGRAPHY**. Amsterdam, pp 44.

De Sisto, J. (1959) **THE LA PICA FORMATION IN THE GREATER SANTA ANA BARBARA AREA, STATE OF MONAGAS, EASTERN VENEZUELA**. III Congreso Geológico Venezolano (pp. 7-15). Venezuela: Mene Grande Oil Company.

Duerto, L. (2007) **SHALE TECTONICS, EASTERN VENEZUELAN BASIN**. The University of London. Department of Geology. London, England, pp-99-241.

Google Maps (2017) 01 de Agosto del 2017, [<https://www.google.co.ve/maps/dir///@9.7681729,-63.5291953,49225m/data=!3m1!1e3>].

González de Juana, C.; Iturralde de Arozena, J.; Picard, X. (1980) **GEOLOGÍA DE VENEZUELA Y SUS CUENCAS PETROLÍFERAS**. Tomos II, editorial Foninves, Caracas, Venezuela, pp 1031

Graterol, R. (2016) **CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DE LA FOMACIÓN LA PICA, EN EL ÁREA FLANCO NORTE, DEL CAMPO EL FURRIAL, ESTADO MONAGAS**. Universidad de Oriente, Núcleo Bolívar, Escuela de Ciencias de la Tierra, Ciudad Bolívar, Venezuela; Trabajo de grado no publicado, pp 48-93.

Hewitt, C. (1955) **SEISMIC VELOCITIES FROM SURFACE MEASUREMENTS**. Society of Exploration Geophysicists, Pasadena, California. pp 68-89.

Jackson, M. y Talbot, C. (1991) **A GLOSSARY OF SALT TECTONICS**. Geological Circular - Texas, University, Bureau of Economic Geology.

Liner, C. (2004) **ELEMENTS OF 3D SEISMOLOGY**. Segunda edición, Editorial PennWell. P 608.

Petróleos de Venezuela S.A. - Centro Internacional de Educación y Desarrollo (PDVSA-CIED). (1997 a) **MAPAS GEOLOGICOS DEL SUBSUELO**. Segunda Versión, pp 23.

Petróleos de Venezuela S.A. - Centro Internacional de Educación y Desarrollo (PDVSA-CIED). (1997 b) **SÍSMICA PARA INGENIEROS Y GEÓLOGOS DE YACIMIENTO**. Maturín, Venezuela. pp 68.

Petróleos de Venezuela S.A. - Instituto Tecnológico Venezolano del Petróleo (PDVSA-INTEVEP). (1997 a) **CÓDIGO GEOLÓGICO DE VENEZUELA**. 20 de Marzo de 2017, [<http://www.pdvsa.com/lexico/utilid/glosario/glosario.htm>].

Petróleos de Venezuela S.A. - Instituto Tecnológico Venezolano del Petróleo (PDVSA-INTEVEP). (1997 b) **LÉXICO ESTRATIGRÁFICO DE VENEZUELA**. 30 de Marzo de 2017, [<http://www.pdv.com/lexico/l32w.htm>].

Petróleos de Venezuela S.A. - Instituto Tecnológico Venezolano del Petróleo (PDVSA-INTEVEP). (1998) **CÓDIGO ESTRATIGRÁFICO DE VENEZUELA**. 30 de Marzo de 2017, [<http://www.pdv.com/léxico/o2w.htm>].

Portal Del Petróleo (2009) **SUBCUENCA DE MATURÍN**. 25 de Mayo del 2017, [<http://www.portaldelpetroleo.com/2009/06/subcuenca-de-maturin.html>].

Quijada, M. (2011) **CARACTERIZACIÓN SEDIMENTOLÓGICA, ESTRUCTURAL Y ESTRATIGRÁFICA, DE LAS ARENAS P2 Y P3 DEL ACUÍFERO PROFUNDO PERTENECIENTE A LA FORMACIÓN LAS PIEDRAS DEL CAMPO JUSEPÍN, DEL DISTRITO EL FURRIAL, ESTADO MONAGAS**. Universidad de Oriente, Núcleo Bolívar, Escuela de Ciencias de la Tierra, Ciudad Bolívar, Venezuela; Trabajo de grado no publicado, pp 5-40.

Regueiro, J. (2007) **SÍSMICA PARA INGENIEROS Y GEOLOGOS, EL MÉTODO SISMICO DE REFLEXIÓN**. Inédito, pp 78.

Rodriguez, F. y Pizarro, J. (1988) **ESTUDIO DE ALMACENAMIENTO DE GAS EN LA ARENA J-6 DEL YACIMIENTO LA PICA-1 DEL CAMPO JUSEPIN**. Lagoven. Departamento de Producción División Oriente, Maturín, Venezuela, pp 5.

Sabino, C. (1992) **EL PROCESO DE LA INVESTIGACIÓN**. Editorial Panapo, Caracas, Venezuela, pp 114.

Sabino, C. (2002) **EL PROCESO DE LA INVESTIGACIÓN**. Editorial Panapo Caracas, Venezuela, pp 6.

Sheriff, R. (2002) **ENCYCLOPEDIA OF EXPLORATION GEOPHYSICS**. 4th edición, Society of Exploration Geophysicists, Tulsa. E.E.U.U. pp 42-57.

Schlumberger. (1989) **PRINCIPIOS / APLICACIONES DE LA INTERPRETACIÓN DE REGISTROS**. Schlumberger Educational Services, México 1989, Capítulo 1, 2, pp 1-17.

Schlumberger. (2008) **OILFIELD GLOSSARY**. 19 de Marzo de 2017, [<http://www.glossary.oilfield.slb.com/Terms/.aspx>].

Schlumberger. (2017) **OILFIELD GLOSSARY**. 30 de Mayo de 2017, [<http://www.glossary.oilfield.slb.com/Terms/.aspx>].

Tamayo, Y.; Veiga, C.; Domínguez, A. (2013) **EVALUACIÓN PRELIMINAR DE LA APLICABILIDAD DE LOS ATRIBUTOS SÍSMICOS GEOMÉTRICOS EN EL YACIMIENTO DE PUERTO ESCONDIDO**. VIII Congreso Cubano de Geofísica. Cuba, Ciudad Habana.

Tearpock, D. y Bischke, R. (2002) **APPLIED SUBSURFACE GEOLOGICAL MAPPING**. Prentice-Hall PTR, New Jersey, USA, pp 60-76.

Yilmaz, O. (2000) **SEISMIC DATA ANALYSIS: PROCESSING, INVERSION AND INTERPRETATION OF SEISMIC DATA (2DA. ED)**. Tulsa: Society of Exploration Geophysics, pp 56.

ANEXOS

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 1/6

Título	REINTERPRETACIÓN SÍSMICO-ESTRUCTURAL Y ESTRATIGRÁFICA, DE LA FORMACIÓN LA PICA EN EL CAMPO JUSEPÍN UBICADO AL NORTE DEL ESTADO MONAGAS, EN LA CUENCA ORIENTAL DE VENEZUELA
Subtítulo	

Autor(es)

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail	
GALINDO G., ADRIANA C.	CVLAC	
	e-mail	adriana_cgg@hotmail.com
	e-mail	
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	

Palabras o frases claves:

Reinterpretación sísmico-estructural y estratigráfica
Formación La Pica
Miembro Sigmoilina
Miembro Textularia
Secciones estratigráficas
Secciones sísmicas
Mapas estructurales

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 2/6

Líneas y sublíneas de investigación:

Área	Subárea
Ciencia de la Tierra	Ingeniería Geológica

Resumen (abstract):

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 3/6

Contribuidores:

Apellidos y Nombres	ROL / Código CVLAC / e-mail	
Rivadulla, Rosario	ROL	CA ☐ AS ☐ TU ☒ JU ☐
	CVLAC	3.825.175
	e-mail	rosariorivadulla@gmail.com
	e-mail	
Monteverde, Francisco	ROL	CA ☐ AS ☐ TU ☐ JU ☒
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	
Sandoval, Berenice	ROL	CA ☐ AS ☐ TU ☐ JU ☒
	CVLAC	8.884.428
	e-mail	beresandoval@hotmail.com
	e-mail	
	ROL	CA ☐ AS ☐ TU ☐ JU ☐
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	

Fecha de discusión y aprobación:

Año	Mes	Día
2017	10	31

Lenguaje Spa

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 4/6

Archivo(s):

Nombre de archivo
Tesis- Reinterpretación sísmico-estructural y estratigráfica.docx
Tesis- Reinterpretación sísmico-estructural y estratigráfica.pdf

Caracteres permitidos en los nombres de los archivos: **A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 _ - .**

Alcance:

Espacial: _____ (Opcional)

Temporal: _____ (Opcional)

Título o Grado asociado con el trabajo:

Ingeniero Geólogo

Nivel Asociado con el Trabajo: Pre-Grado

Pre-grado

Área de Estudio:

Departamento de Ingeniería Geológica

Otra(s) Institución(es) que garantiza(n) el Título o grado:

Universidad de Oriente

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 5/6



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
CONSEJO UNIVERSITARIO
RECTORADO

CUN°0975

Cumaná, 04 AGO 2009

Ciudadano
Prof. JESÚS MARTÍNEZ YÉPEZ
Vicerrector Académico
Universidad de Oriente
Su Despacho

Estimado Profesor Martínez:

Cumplo en notificarle que el Consejo Universitario, en Reunión Ordinaria celebrada en Centro de Convenciones de Cantaura, los días 28 y 29 de julio de 2009, conoció el punto de agenda **"SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICAR TODA LA PRODUCCIÓN INTELECTUAL DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UDO, SEGÚN VRAC N° 696/2009"**.

Letdo el oficio SIBI – 139/2009 de fecha 09-07-2009, suscrita por el Dr. Abul K. Bashirullah, Director de Bibliotecas, este Cuerpo Colegiado decidió, por unanimidad, autorizar la publicación de toda la producción intelectual de la Universidad de Oriente en el Repositorio en cuestión.

Comunicación que hago a usted a los fines consiguientes.

UNIVERSIDAD DE ORIENTE	
SISTEMA DE BIBLIOTECA	
RECIBIDO POR	<i>[Firma]</i>
FECHA	5/8/09
HORA	5:30

Cordialmente,

[Firma]
JUAN A. BOLANOS CURVELO
Secretario

C.C: Rectora, Vicerrectora Administrativa, Decanos de los Núcleos, Coordinador General de Administración, Director de Personal, Dirección de Finanzas, Dirección de Presupuesto, Contraloría Interna, Consultoría Jurídica, Director de Bibliotecas, Dirección de Publicaciones, Dirección de Computación, Coordinación de Teleinformática, Coordinación General de Postgrado.

JABC/YGC/maruja

Apartado Correos 094 / Telfs: 4008042 - 4008044 / 8008045 Telefax: 4008043 / Cumaná - Venezuela

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 6/6

Artículo 41 del REGLAMENTO DE TRABAJO DE PREGRADO (vigente a partir del II Semestre 2009, según comunicación CU-034-2009) : "Los Trabajos de Grado son de la exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente, y sólo podrán ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quien deberá participarlo previamente al Consejo Universitario, para su autorización."

AUTOR 1

AUTOR 2

TUTOR

JURADO

JURADO