



**DISEÑO DE UN PERFIL DE ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA LA
PRODUCCIÓN DE MAPAS ESTRUCTURALES A ESCALA 1:25.000**

DANIEL JOSÉ RIVERA HERNÁNDEZ

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

FACULTAD DE INGENIERÍA

INGENIERÍA CATASTRAL Y GEODESIA

BOGOTÁ D.C.

2020

**DISEÑO DE UN PERFIL DE ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA LA
PRODUCCIÓN DE MAPAS ESTRUCTURALES A ESCALA 1:25.000**

DANIEL JOSÉ RIVERA HERNÁNDEZ

DIRECTOR INTERNO:

MSc. CLAUDIA BERENICE ROJAS RINCÓN

DOCENTE

DIRECTOR EXTERNO:

MSc. GERMÁN GIOVANNI VARGAS VELÁSQUEZ

PROFESIONAL GIS, FRONTERA ENERGY CORPORATION

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

FACULTAD DE INGENIERÍA

INGENIERÍA CATASTRAL Y GEODESIA

BOGOTÁ D.C.

2020

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradezco a la gloriosa Universidad Distrital Francisco José de Caldas por abrirme las puertas del conocimiento de mi amada carrera y por brindarme los espacios y herramientas para alcanzar mis objetivos académicos, a los docentes y compañeros de carrera que me guiaron y acompañaron en el proceso de convertirme en profesional y por último a mi familia a quien le debo todo lo que soy y todo lo que seré.

Tabla de contenido

CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN	7
CAPÍTULO 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
CAPÍTULO 3. OBJETIVOS	10
3.1. OBJETIVO GENERAL	10
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
CAPÍTULO 4. JUSTIFICACIÓN	10
CAPITULO 5. ALCANCES Y LIMITACIONES	11
CAPÍTULO 6. MARCO DE REFERENCIA	12
6.1. MARCO CONCEPTUAL	12
6.2. MARCO LEGAL Y NORMAS TÉCNICAS	15
CAPÍTULO 7. METODOLOGÍA	18
CAPÍTULO 8. DESARROLLO	20
8.1. GENERALIDADES	22
8.1.1. <i>TÍTULO</i>	22
8.1.2. <i>FECHA DE REFERENCIA</i>	22
8.1.3. <i>RESPONSABLE</i>	22
8.1.4. <i>CATEGORÍA DEL TEMA</i>	23
8.1.5. <i>DESCRIPCIÓN INFORMAL DEL PRODUCTO</i>	23
8.1.6. <i>ABREVIATURAS</i>	24
8.2. CAMPO DE APLICACIÓN DE LA ESPECIFICACIÓN DEL CONJUNTO DE DATOS	25
8.2.1. <i>IDENTIFICACIÓN DEL CAMPO DE APLICACIÓN</i>	25
8.2.3. <i>NIVEL</i>	25
8.2.4. <i>NOMBRE DEL NIVEL</i>	25
8.2.5. <i>EXTENSIÓN</i>	26

8.2.6. COBERTURA	26
8.3. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO DE DATOS	26
8.3.1. TÍTULO	26
8.3.2. TÍTULO ALTERNATIVO	26
8.3.3. RESUMEN	27
8.3.4. PROPÓSITO	27
8.3.5. TIPO DE REPRESENTACIÓN ESPACIAL	27
8.3.6. REPRESENTACIÓN ESPACIAL	28
8.3.7. DESCRIPCIÓN GEOGRÁFICA	28
8.3.8. INFORMACIÓN SUPLEMENTARIA	28
8.4. ESTRUCTURA Y CONTENIDO DE LOS DATOS	29
8.4.1. ESQUEMA DE APLICACIÓN	29
8.4.2. CATÁLOGO DE OBJETOS	30
8.5. SISTEMA DE REFERENCIA	52
8.5.1. SISTEMA DE REFERENCIA ESPACIAL	52
8.5.2. SISTEMA DE REFERENCIA HORIZONTAL	52
8.5.3. SISTEMA DE REFERENCIA VERTICAL	53
8.6. CAPTURA DE LOS DATOS	54
8.6.1. DECLARACIÓN DE LA CAPTURA	55
8.7. MANTENIMIENTO DE LOS DATOS	55
8.7.1. FRECUENCIA DE MANTENIMIENTO Y ACTUALIZACIÓN	56
8.8. DISTRIBUCIÓN DEL PRODUCTO DE LOS DATOS	56
8.8.1. FORMATO DE DISTRIBUCIÓN	58
8.8.2. MEDIO DE DISTRIBUCIÓN	59
8.9. CALIDAD DE LOS DATOS	59
8.9.1. CONTORNOS ESTRUCTURALES	59
8.9.2. FALLA GEOLÓGICA	60
8.9.3. YACIMIENTO	61

8.9.4. PROSPECTO.....	61
8.9.5. CONTACTO.....	62
8.9.6. CONTORNO DE AREA NETA	63
8.9.7. ÁREA CONTRATADA	63
8.9.8. ÁREA DE EVALUACIÓN.....	64
8.9.9. ÁREA DE EXPLORACIÓN	65
8.9.10. ÁREA DE EXPLOTACIÓN.....	65
8.9.11. CAMPO COMERCIAL	66
8.9.12. POZO EN SUPERFICIE	66
8.9.13. POZO EN FONDO	67
8.9.14. TRAYECTORIA.....	68
8.9.15. PROGRAMA SÍSMICO 2D.....	69
8.9.16. PROGRAMA SÍSMICO 3D.....	69
8.9.17. ANALISIS TOPOLÓGICO.....	70
8.9.18. ANALISIS POSICIONAL.....	70
8.10. HISTORIA	72
8.11. REPRESENTACIÓN.....	74
8.12. METADATOS	77
8.12.1. INFORMACIÓN DEL METADATO.....	78
CAPÍTULO 9. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	78
9.1. RECOMENDACIONES	80
CAPÍTULO 10. CONCLUSIONES.....	82
REFERENCIAS	83

CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN

La creación de productos geográficos está estrictamente ligado a las necesidades del consumidor, por lo cual, se cometen u omiten errores técnicos que impiden el uso o la actualización adecuada de estos productos por otros actores en diversas circunstancias, con la justificación de reutilizar esta información. Por lo que la captura, el procesamiento, y la distribución de los datos deben tener una guía de cómo realizarse para garantizar un mínimo de elementos necesarios que le dan seguridad al usuario para usarlos con la calidad requerida y atendiendo el propósito para el cual fue diseñado. Así pues, una especificación técnica es un documento que permite describir de forma detallada las características que debe poseer un producto geográfico permitiendo su correcta elaboración, evaluación y disposición de manera estandarizada (ICDE, 2018), para que el producto pueda ser reutilizado por la comunidad en situaciones específicas; es decir, el propósito original de un producto de datos espaciales puede servir para crear o complementar otro producto de carácter temático.

La industria petrolera colombiana ha tenido un auge importante a partir del siglo XX superando innumerables obstáculos que van desde la búsqueda y la exploración de hidrocarburos hasta su explotación y comercialización a diversos países en Asia, Europa y América. (Mayorga García, 2008). En este sector, tácitamente, el petróleo constituye uno de los pilares fundamentales al tener gran impacto en los mercados locales e internacionales, generando rentas, empleos, avances científicos y tecnológicos, y otros beneficios derivados de las oportunidades que otorga el descubrimiento de yacimientos convencionales en las áreas de influencia, que constitucionalmente pertenecen al estado (López, Montes, Garavito y Collazos, 2013).

A través de concesiones, el estado colombiano permite que empresas privadas exploren determinadas áreas de alta prospectividad, donde se intuye hay presencia de hidrocarburos, a cambio de ejecutar inversiones para desarrollar la actividad extractiva y el pago de regalías al estado. (ANH, 2004). Este potencial petrolero del país atrae y ubica a importantes empresas del sector como: Ecopetrol, Frontera Energy, Gran Tierra, Geopark, Parex Resources, entre otras; quienes llevan a cabo actividades de exploración y producción de petróleo y gas de tal manera que se satisfaga la demanda energética del país.

En este sentido, Frontera Energy Corporation es una multinacional de origen canadiense con operaciones en Colombia, Perú, Guyana y Ecuador, con un portafolio diversificado de activos de más de 30 bloques, cuya estrategia está enfocada en el crecimiento sostenible en producción y acumulación de reservas a través de la adquisición de áreas prospectivas, que para el contexto colombiano son administradas por la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) y regulado por el Ministerio de Minas y Energía, ente gubernamental encargado de coordinar, ejecutar y controlar las políticas gubernamentales en materia de recursos Minero-Energéticos. Toda la información generada u obtenida de las actividades E&P, en el marco de los contratos firmados entre el estado colombiano representado por la ANH y la operadora, se cataloga, almacena y administra en un banco de información petrolera conocido como EPIS (Exploration & Production Information Service) el cual recepciona, verifica, y carga toda la información análoga y digital sobre la exploración y producción de hidrocarburos, incluyendo los servicios de suministro para el desarrollo y seguimiento de los contratos petroleros. (ANH, 2014)

Por lo anterior, el presente documento pretende definir el diseño de un perfil de especificación técnica para la producción y distribución de mapas estructurales a escala

1:25.000, resaltando la importancia de disponer un estándar cartográfico que reúna las necesidades de los clientes y los requerimientos mínimos que deben cumplir los productores de este tipo de documentos cartográficos aplicados a la geología y geofísica del petróleo.

CAPÍTULO 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Anexo 2 del Manual de entrega de información técnica de exploración y producción (MEITEP) establece los lineamientos acerca de cómo las compañías operadoras deben entregar la información técnica¹ a la ANH, de los productos cartográficos derivados de los procesos de exploración y producción de hidrocarburos, destacando el sistema de referencia espacial, el tipo de coordenadas referidas al datum MAGNA SIRGAS, la información de metadatos geográficos mínimos, la muestra gráfica del conjunto de datos y la metodología con la que se entrega la información cartográfica. (Resolución 183, 2013)

Para todos estos elementos existen documentos de referencia los cuales han sido previamente estudiados y diseñados para garantizar la calidad de la información. No obstante, para muchos de los procesos derivados de exploración y producción petrolífera, se debe anexar mapas estructurales, derivados de los estudios geológicos y geofísicos que se realizaron previamente en la zona de estudio, con el objetivo de conocer la estructura del subsuelo y a su vez la posible existencia de hidrocarburos.

¹ Se entiende por información técnica, aquella información adquirida o generada en el desarrollo de las actividades de evaluación, exploración y producción de hidrocarburos, en el marco de los contratos de exploración y producción (E&P) firmados con la ANH.

Dichos mapas estructurales no tienen una norma específica para su producción, es decir, un conjunto de elementos mínimos previamente definidos que permita crearlos, proveerlos y usarlos de manera idónea de conformidad a su propósito, estableciendo los requisitos y las expectativas exigidas por parte de clientes y productores. (NTC 5662, 2010)

CAPÍTULO 3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL.

Diseñar un perfil de una especificación técnica para la elaboración de mapas estructurales a escala 1:25.000 aplicando la norma ISO 19131, que garantice los elementos mínimos para su correcta producción y fácil utilización.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- ✓ Identificar el conjunto de los datos que conforman la especificación para mapas estructurales y definir el modelo de datos.
- ✓ Describir los elementos de calidad que aplican para los mapas estructurales a escala 1:25.000
- ✓ Redactar un documento que describa el perfil de una especificación técnica, detallando los procedimientos requeridos en la elaboración de mapas estructurales a escala 1:25.000

CAPÍTULO 4. JUSTIFICACIÓN.

Los requisitos y las expectativas de los clientes o usuarios deben verse reflejadas en un documento cuyo contenido describa detalladamente los elementos y parámetros mínimos

que deben contener los anexos cartográficos, que se entregarán tanto a usuarios privados como a entes regulatorios tales como ANH o el Servicio Geológico Colombiano (SGC) a través de su dependencia adscrita EPIS; utilizando un modelo de datos que permita la caracterización de todos los objetos geográficos y un debido formato de entrega que permita la visualización, descripción y la correcta interpretación del conjunto de los datos que componen un mapa estructural.

La existencia de una especificación técnica para la elaboración de mapas estructurales no sólo es beneficioso para Frontera en términos de las consideraciones y exigencias técnicas requeridas para su elaboración, y en los procedimientos a ser aplicados, sino en general para toda la industria de los hidrocarburos, al tener un documento estandarizado donde se establece claramente las necesidades y expectativas de los clientes o usuarios que utilizan con frecuencia este tipo de mapas, y las reglas mínimas necesarias para quienes los elaboran, en áreas de ofrecer productos cartográficos de calidad e interoperables entre dichas organizaciones.

CAPITULO 5. ALCANCES Y LIMITACIONES.

El presente proyecto se ha planteado con el propósito de generar una serie de parámetros, reglas y elementos mínimos que permitan crear un producto cartográfico que facilite el mapeo e interpretación de la estructura del subsuelo al tope de una formación geológica de particular interés, en donde una compañía dedicada a la industria del *Oil & Gas* lleva a cabo una serie de operaciones dirigidas a explorar y descubrir yacimientos petroleros.

Con los directores interno y externo de la pasantía acordada con la empresa Frontera Energy Colombia Corp. Se decidió realizar un perfil inicial que sirva como base para una

especificación completa para la elaboración de mapas estructurales; debido a la falta de tiempo y de capacitación académica en la elaboración de productos cartográficos, no es posible realizar a tiempo todos los elementos que plantea la norma internacional (ISO 19131) como indispensables para presentar una especificación técnica completa. Por lo tanto, se excluye del presente proyecto el componente referido a la evaluación de la calidad de los datos, al ser una de las secciones más elaboradas que debe contener un documento oficial; el componente referido al perfil del metadato, ya que existen otras normas que hablan sobre la correcta elaboración de este apartado y se excluye también información sobre la representación de los datos que se utilizará en la elaboración del producto.

Según la “Política de seguridad de la información” en la normatividad interna de la compañía, se prohíbe estrictamente difundir información confidencial, por lo tanto, no se incluirá información privada perteneciente a Frontera Energy Colombia o a alguna otra compañía operadora que haya participado en el sector energético, en el presente documento sin los debidos permisos y lineamientos exigidos.

CAPÍTULO 6. MARCO DE REFERENCIA

6.1. MARCO CONCEPTUAL.

Mapa estructural: Es un mapa temático que describe el subsuelo en una formación geológica específica, a través de las curvas de contornos representando las estructuras geológicas en un rango de profundidad específico (capas de roca, formaciones, yacimientos, pliegues y fallas)

Contornos estructurales: Líneas que representan un valor de profundidad constante con respecto a un plano de referencia.

Falla geológica: Deformación de las rocas caracterizada por presentar una discontinuidad en la capa de las rocas, cuando son sometidas a grandes esfuerzos. Es una fractura en la corteza terrestre donde los bloques rocosos se mueven en direcciones opuestas. (ANH, 2009)

Hidrocarburo: Fruto de la transformación de la materia orgánica depositados en grandes cantidades en el subsuelo enterrado bajo grandes y pesadas capas de sedimentos, como resultado de procesos fisicoquímicos bajo condiciones de presión y altas temperaturas a lo largo de millones de años. (ANH, 2009)

Yacimiento: Cuerpo de roca del subsuelo que exhibe un grado suficiente de porosidad y permeabilidad para almacenar y transmitir fluidos. (Oilfield Glossary, 2020)

Pozo: Es una obra ingenieril encaminada a contactar un yacimiento con la superficie.

Trayectoria de Pozo: Es el camino que sigue el pozo desde la superficie hasta el objetivo final.

Exploración Sísmica: Método geofísico para determinar la profundidad, forma y disposición de las diferentes unidades litológicas o capas de la tierra, mediante la detección de ondas acústicas producidas por una fuente artificial como vibro o sismigel, propagadas a través del subsuelo en función de la elasticidad de las capas. Se detectan en la superficie tras reflejarse o refractarse mediante unos sensores conocidos como geófonos, su finalidad es localizar las rocas porosas que puedan almacenar hidrocarburos (ANH, 2009). Con la información obtenida por esta técnica, utilizada

principalmente en la prospección de hidrocarburos, es posible obtener datos del tipo de roca, espesor de las formaciones geológicas y ubicación de discontinuidades. Por lo cual, es bastante útil en la delimitación de fallas geológicas, determinar la geometría y disposición de las rocas en el subsuelo, así como los límites de formaciones o estratos y sus profundidades, y particularmente útil en el mapeo de la morfología de los entrapamientos de hidrocarburos. Existen fundamentalmente dos métodos de captura: Sísmica 2D y Sísmica 3D, que una vez adquirida, procesada e interpretada, por ejemplo mediante una sección sísmica interpretada es posible identificar secuencias de unidades litológicas afectadas por plegamiento y fallamiento, son el insumo principal para la elaboración de mapas estructurales medidos en tiempo (TWT/en unidades de milisegundos) o en profundidad (TVDs en unidades de pies) al tope de una formación geológica productora de hidrocarburos o con alto potencial de producirlo.

Catálogo de Objetos: Representación abstracta y simplificada de la realidad en una estructura que organiza los tipos de objetos espaciales, sus definiciones y características. (NTC 5662, 2010)

Modelo de datos Geográfico: Representación estructurada del mundo real en forma clara, organizada y útil para diversas aplicaciones geográficas. (NTC 5662, 2010)

Dato Geográfico: Información espacial sobre un elemento ubicado sobre la superficie terrestre. (NTC 5662, 2010)

Objeto Geográfico: Representación abstracta y simplificada de la realidad en una estructura que organiza los tipos de objetos espaciales, sus definiciones y características. (NTC 5662, 2010)

Producto Geográfico: Grupo de datos relacionados, que se obtienen o generan, a partir de unas especificaciones técnicas previamente determinadas. (NTC 5662, 2010)

Especificación Técnica de Productos: Descripción detallada de una serie de datos o conjunto de datos con información adicional que permite crearlos, proveerlos y usarlos. (NTC 5662, 2010)

Vector: Representación gráfica de la realidad por medio de líneas, puntos y polígonos manteniendo relaciones geométricas de los elementos. (NTC 4611, 2011)

Raster: Representación gráfica y continua de la realidad por medio de celdas regulares (generalmente cuadrícula) en una matriz. Cada una de las celdas representa un atributo por medio de un valor. (NTC 4611, 2011)

Grid: Red de líneas paralelas y perpendiculares superpuestas en un mapa y utilizadas como referencia.

Proyección Cartográfica: Conjunto de transformaciones métricas definidas para representar la superficie de la Tierra sobre un plano. (NTC 5662, 2010)

Calidad: Conjunto de propiedades y características de un producto que le otorgan su aptitud para satisfacer necesidades establecidas e implícitas. (NTC 5043, 2010)

Elemento de Calidad: Componente cuantitativo que describe la calidad de un conjunto de datos geográficos y forma parte de un Informe de calidad. (NTC 5043, 2010)

6.2. MARCO LEGAL Y NORMAS TÉCNICAS

El presente documento se encuentra sustentado bajo la normatividad que se mencionará a continuación, para cumplir con los objetivos mencionados se tendrá como base las normas

internacionales ISO y las normas técnicas colombianas que se refieren a la producción de especificaciones técnicas para productos cartográficos y a la elaboración de metadatos. Además, se necesitarán plantillas y guías publicadas por el ICDE, circulares y resoluciones expedidas por la Agencia Nacional de Hidrocarburos, el Servicio Geológico Colombiano y el Ministerio de Minas y Energía, que se encuentran como actores regulatorios de las empresas que se dedican a la exploración y producción de hidrocarburos.

- ✓ ISO 19131: Describe los principales parámetros para la producción de especificaciones técnicas de datos geográficos de manera que sean de fácil uso y comprensión, basados en los conceptos de otras normas ISO 19100. (ISO 19131, 2009)
- ✓ IOS 19106: Pretende juntar distintos conceptos derivados de una o varias normas para definir el alcance de la función promovida en dicho perfil y los requisitos específicos para la producción de un producto geográfico. (ISO 19106, 2004)
- ✓ NTC 5662: Esta norma técnica colombiana tiene como objetivo proporcionar ayuda en la creación de especificaciones técnicas de productos de datos geográficos, definiendo los requisitos de los clientes y las expectativas de los productores, estableciendo una guía con la cual se pueda generar productos de calidad. (NTC 5662, 2010)
- ✓ NTC 4611: Esta norma técnica colombiana permite describir totalmente los datos geográficos de manera que los usuarios puedan entender las limitaciones y puedan evaluar la aplicabilidad de los datos, aunque no estén familiarizados con estos. (NTC 4611, 2011)

- ✓ MEITEP: El manual de entrega de información técnica de Exploración y Producción establece las normas y procedimientos para la entrega a la ANH a través del EPIS, de la información técnica, adquirida o generada por las actividades de evaluación, exploración y producción de hidrocarburos en el país. (Resolución 183, 2013)

- ✓ GUIA DE IMPLEMENTACIÓN DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE PRODUCTOS DE DATOS GEOGRÁFICOS: Establece un documento creado por la ICDE (Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales) que identifica los conceptos, estructura, elementos y contenido que se deben tener en cuenta en la creación de una especificación técnica en conformidad de la forma ISO 19131, facilitando su interpretación a través de ejemplos y lineamientos basados en las normas internacionales. La guía es aplicable para la creación de especificaciones técnicas. (ICDE, 2018)

- ✓ CONSOLIDACIÓN DE LA POLÍTICA NACIONAL DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y LA INFRAESTRUCTURA COLOMBIANA DE DATOS ESPACIALES – ICDE: Este documento presenta una política en el marco de estándares y lineamientos gubernamentales, enfocada a regular los procesos de adquisición, documentación y acceso de la información geográfica desarrollada por las entidades del estado. (CONPES 3585, 2009)

CAPÍTULO 7. METODOLOGÍA.

Para desarrollar la especificación se propone dividir el proyecto en tres fases: la primera pretende realizar un diagnóstico sobre la situación actual de los mapas estructurales. En la segunda, se inicia el diseño del perfil identificando y describiendo el conjunto de los datos. En la tercera fase, se procede a desarrollar el modelo de los datos y a describir los elementos de calidad que aplican para los mapas estructurales. Por último, se realiza el análisis de la información recopilada, la presentación de las conclusiones y los productos propuestos en el presente documento.

FASE I. PLANEACIÓN

- **Revisión documental:** Realizar un estudio previo de los documentos con un contenido similar que podrían aportar o complementar el proyecto en curso, además de ponerlo en un contexto conceptual, teórico y legal.
- **Levantamiento de requerimientos:** Realizar un diagnóstico de la situación actual de los mapas estructurales, en el campo de aplicación de la exploración y producción de los hidrocarburos e identificar cuáles son las necesidades de los clientes y los requisitos de los productores.
- **Planeación de actividades:** Identificar y seleccionar las actividades principales y secundarias a realizar.

FASE II. DISEÑO

- **Selección de atributos del perfil de la ET:** Identificar los elementos de carácter intrínseco que propone la norma ISO 19131 y que serán parte del diseño y la estructura del perfil de la ET.

- **Estructuración del perfil de la ET:** Una vez seleccionados los elementos que harán parte del perfil de la ET, se procede a identificar la relevancia de cada uno de ellos para dar información al productor y/o cliente. La norma internacional ISO 19131 establece requisitos generales y adicionales sobre la cobertura de la información.
- **Desarrollo del contenido de la ET:** Iniciar las actividades concernientes a la descripción del perfil de la especificación y la identificación detallada del conjunto de los datos.

FASE III. IMPLEMENTACIÓN

- **Definición del modelo de datos:** Información sobre el catálogo de objetos que se utilizarán en la elaboración del perfil de la ET de mapas estructurales a escala 1:25000 siguiendo los parámetros sugeridos por el ICDE y las normas internacionales.
- **Captura, almacenamiento y distribución de los datos:** Identificar el sistema de referencia, campo de aplicación, declaración y la frecuencia de la captura, mantenimiento y entrega de los datos.
- **Especificación de los elementos de calidad de los datos:** Descripción de los elementos de calidad que aplican para los mapas estructurales a escala 1:25000.
- **Discusión de resultados y conclusiones:** Presentación de análisis, recomendaciones y conclusiones del proyecto.

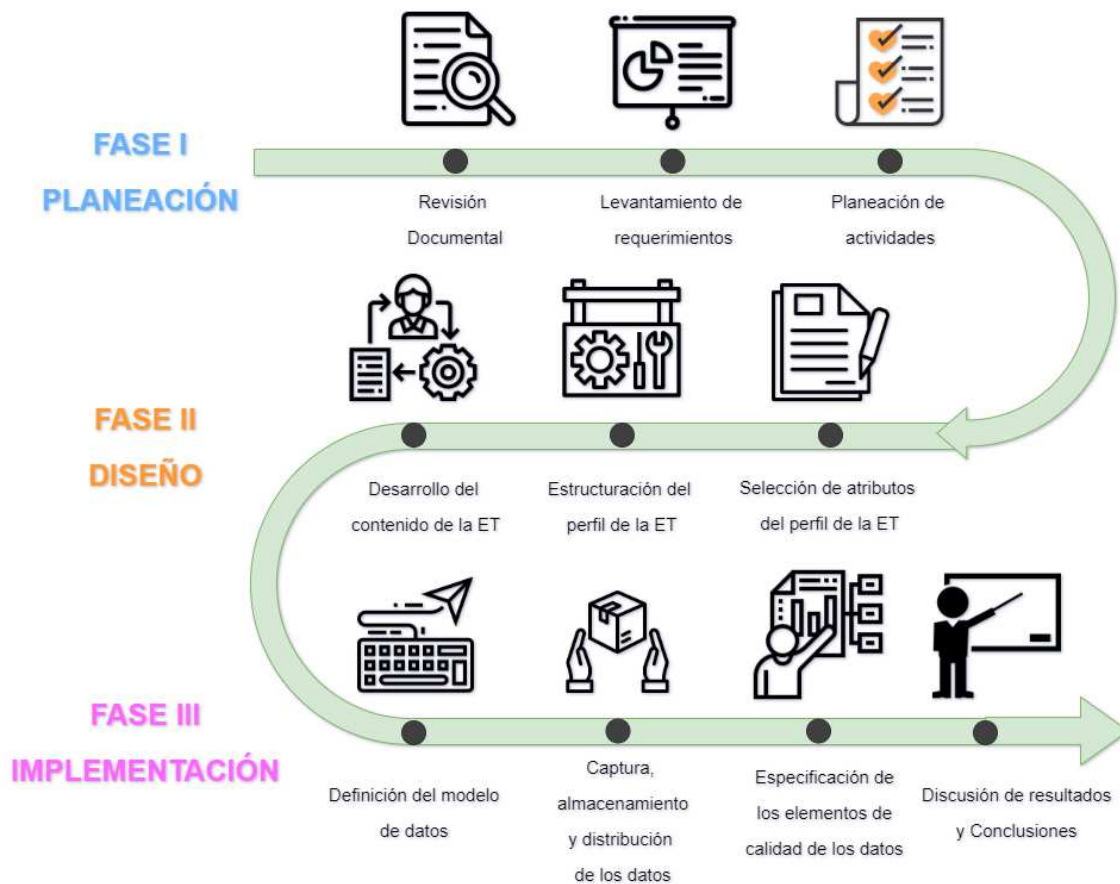


Ilustración 1. Metodología. Autoría Propia

CAPÍTULO 8. DESARROLLO

El presente perfil de especificación técnica para mapas estructurales a escala 1:25000 se desarrolló siguiendo los parámetros exigidos por la norma internacional ISO 19131, la NTC 5662 y la guía de implementación de especificaciones técnicas para productos geográficos realizada por el ICDE; tomando los elementos necesarios que conlleva un documento orientador para aquellos actores que deben realizar este tipo de insumos para desarrollar su actividad en el sector Oil & Gas. Se consideran los requerimientos específicos por parte de

los consumidores, así como los elementos de carácter técnico sugeridos por las normas, con el fin de estructurar el contenido principal de las secciones que cubren los aspectos importantes del producto final. En la tabla 1 se indica el cumplimiento de cada uno de los elementos que conformarán la estructura de la especificación de la siguiente manera, pueden ser de tipo obligatorio (O), condicional (C), opcional (Op) o repetitivo (R).

Sección	Elementos	Cumplimiento
Generalidades	Título	O
	Fecha de referencia	O
	Responsable	O/R
	Idioma	Op
	Categoría del tema	O
	Descripción informal del producto	O
	Abreviaturas	O
Campo de aplicación de la especificación del conjunto de datos	Identificación del campo de aplicación	O
	Nivel	Op
	Nombre del Nivel	Op
	Extensión	Op
	Cobertura	Op
Identificación del producto de datos	Título	O
	Título alternativo	Op
	Resumen	P
	Propósito	Op
	Tipo de representación espacial	O
	Representación espacial	O/R
	Descripción geográfica	O
	Información suplementaria	Op
Estructura y contenido de los datos	Esquema de aplicación	Op
	Catálogo de objetos	O
Sistema de referencia	Sistema de referencia espacial	O
	Proyección cartográfica	Op
Captura de los datos	Declaración de la captura	O
Mantenimiento de los datos	Frecuencia de mantenimiento y actualización	O
Distribución del producto de datos	Formato de distribución	O
	Medio de distribución	O

Calidad de los datos	Elementos de calidad	O
Información adicional	Información adicional	Op
Metadatos	Información del metadato	O
Nota O= Obligatorio, Op= Opcional, C= Condicional, R= Repetitivo		

Tabla 1. Estructura de la especificación técnica para mapas estructurales a escala 1:25000. ICDE

8.1. GENERALIDADES

A continuación, se mencionan los elementos que describen al producto geográfico con el fin de crear un registro que guarde la información principal. Los datos solicitados son los siguientes: el título, el autor, entidad responsable, fecha de creación o modificación, categoría o subcategoría del producto y la descripción informal; de esta forma los actores que manipulen dicho producto en el futuro tendrán información referida en caso de necesitarla.

8.1.1. TÍTULO

Especificación técnica para mapas estructurales a escala 1:25000, año 2020.

8.1.2. FECHA DE REFERENCIA

Fecha de creación: 10/2/2020

8.1.3. RESPONSABLE

Entidad	UDFJC	Ciudad	Bogotá D.C
Cargo	Ingeniería Catastral y Geodesia	Departamento	Cundinamarca
Tipo de rol	Autor	País	Colombia
Dirección	Calle 40 # 8 - 25	Teléfono	3239300

Tabla 2. Rol de la ET. Autoría propia

8.1.4. CATEGORÍA DEL TEMA

Información geocientífica: geología y geofísica del petróleo

8.1.5. DESCRIPCIÓN INFORMAL DEL PRODUCTO

Un mapa estructural es la proyección en el plano de la base de formación geológica o nivel estratigráfico de interés. El propósito de este tipo de productos es servir como insumo para la toma de decisiones en cuanto a la perforación de pozos exploratorios o para el desarrollo de yacimientos descubiertos, en el marco de las actividades propias de la exploración y producción de hidrocarburos contempladas para las áreas contractuales reguladas por la ANH.

Los mapas estructurales utilizan información vectorial y raster de elementos del subsuelo o su equivalente proyección en superficie, georreferenciados en la misma escala, obtenidos por estudios geológicos y geofísicos. Dicha información es obtenida principalmente por prospección sísmica, cuyas secciones sísmicas son interpretadas por profesionales expertos en geofísica, quienes extraen los datos de profundidad, que posteriormente son utilizados para el mapeo de la estructura en el subsuelo a partir de la definición de isohipsas mediante un método de interpolación espacial. La ilustración 2 muestra a nivel general el proceso de producción de un mapa estructural realizado por una compañía operadora con datos propios de la zona de interés.

En el sentido cartográfico, un mapa estructural es un mapa de isolíneas que representa información de profundidad continua simulando la forma de las capas de la roca y la variación espacial de los fenómenos geológicos.

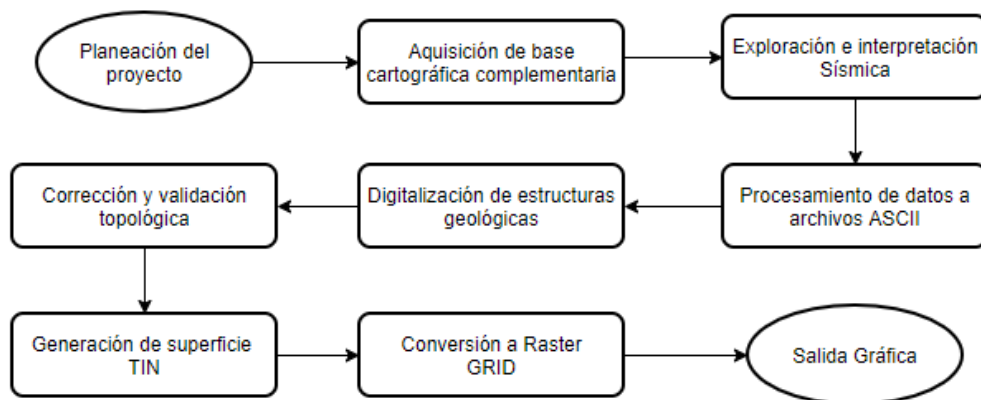


Ilustración 2. Diagrama de producción de un mapa estructural. Autoría propia

8.1.6. ABREVIATURAS

A continuación, se presentan las abreviaturas que tienen lugar en los siguientes capítulos, que conciernen a información técnica dentro del campo de la geología y geofísica del petróleo y la geomática aplicada a este campo:

TVD: True Vertical Depth

TVDss: True Vertical Depth Subsea

TWT: Two Way Traveltime

TIN: Triangular Irregular Network

ASCII: American Standard Code for Information Interchange

8.2. CAMPO DE APLICACIÓN DE LA ESPECIFICACIÓN DEL CONJUNTO DE DATOS

La presente especificación aplica para la realización de mapas geológicos estructurales en un rango de profundidad específico de la formación geológica escogida para su estudio, con el fin de representar la configuración de las capas de roca en búsqueda de estructuras geológicas específicas que evidencian áreas de alta prospectividad hidrocarburífera. Este producto aplica exclusivamente a la relación que tienen las compañías operadoras con la Agencia Nacional de Hidrocarburos, el Banco de información petrolera y el Servicio Geológico Colombiano.

8.2.1. IDENTIFICACIÓN DEL CAMPO DE APLICACIÓN

El Conjunto de datos está compuesto por los elementos que abarcan la realización de los mapas estructurales a escala 1:25000. Contiene objetos geográficos estructurados que representan, la estructura geológica mediante el contorneo y la delimitación de fallas, las operaciones de pozos derivados de la exploración y producción de hidrocarburos, la proyección en superficie de prospectos y yacimientos, la delimitación de áreas de negocio, entre otros elementos.

8.2.3. NIVEL

Conjunto de datos

8.2.4. NOMBRE DEL NIVEL

Cartografía geológica y geofísica del petróleo

8.2.5. EXTENSIÓN

Para este atributo se recomienda escoger como extensión geográfica del conjunto de datos, el área contratada que representa la zona de trabajo, no obstante, y siempre que la escala lo permita puede ser considerado áreas en evaluación o en explotación contenidas al interior del área contratada.

Ejemplo: Conjunto de datos digitales del mapa estructural correspondientes al bloque León.

8.2.6. COBERTURA

Cartografía geológica para la exploración y producción de hidrocarburos convencionales.

8.3. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO DE DATOS

Representación cartográfica digital de estructuras geológicas presentes en el subsuelo al tope de una formación productora de hidrocarburos.

8.3.1. TÍTULO

Mapa estructural en profundidad TVD/TVDSs al tope de la formación XXXX, unidad XXXX, del bloque XXXX, a escala 1:25.000.

O su equivalente en tiempo, Mapa estructural en tiempo TWT al tope de la formación XXXX, unidad XXXX, del bloque XXXX, a escala 1:25.000.

8.3.2. TÍTULO ALTERNATIVO

Mapa estructural al tope de la formación XXXX, bloque XXXX

8.3.3. RESUMEN

Mapa estructural: contiene información asociada a la formación geológica objetivo en una zona de interés, representada cartográficamente por líneas de contorno que brindan información sobre la profundidad, la morfología de las estructuras presentes y el buzamiento de las fallas, y los contactos (Agua-Gas-Aceite, por citar un ejemplo). Se proyecta en superficie la información georreferenciada asociada a prospectos (para el caso de áreas en exploración) o la delimitación de yacimientos (en el caso en que el área ya esté en producción). De igual modo, se incluye información asociada a operaciones de pozo como: las localizaciones en superficie y en fondo o profundidad total, el plan direccional (prognosis del pozo antes de la perforación) o la trayectoria final de perforación. Adicionalmente, se adiciona el límite del área contratada o bloque, así como las áreas de carácter contractual o regulatorio tales como: áreas en evaluación, áreas en explotación y campos comerciales, según corresponda la fase del contrato o actividad que se ejecute. Complementariamente, se puede incluir información georreferenciada de la cobertura del programa sísmico empleado para la generación del producto.

8.3.4. PROPÓSITO

Representar cartográficamente la morfología de la estructura geológica de la trampa presente en la formación geológica de interés, con el fin de disponer de información de la geología estructural del área para tomar decisiones en cuanto a la planeación y perforación de pozos.

8.3.5. TIPO DE REPRESENTACIÓN ESPACIAL

Vector y Ráster

8.3.6. REPRESENTACIÓN ESPACIAL

1:25.000

8.3.7. DESCRIPCIÓN GEOGRÁFICA

Se resume brevemente la localización geográfica de la zona de interés destacando el país, departamento(s), municipio(s) y/o vereda(s); además se incluye la cuenca sedimentaria donde ubica el área de influencia para ofrecer un contexto geológico. Se hace mención explícita del área contratada objeto de estudio. Así mismo, se detalla información correspondiente al sistema de referencia espacial utilizado, describiendo entre otras, el sistema de coordenadas, datum horizontal, proyección cartográfica y origen de coordenadas. Finalmente, se definen las coordenadas límites del polígono envolvente del área contratada con base al sistema de referencia espacial utilizado.

Ejemplo: Magna Sirgas Origen Central, unidad de medida en metros.

Oeste: 873800

Este: 879200

Sur: 873200

Norte: 878200

8.3.8. INFORMACIÓN SUPLEMENTARIA

Para contextualizar geográficamente al usuario se debe superponer la información geológica con los límites contractuales (área contratada, área de evaluación/explotación y campo comercial) además de los límites políticos oficiales definidos por las autoridades municipales como se estipula en los planes de ordenamiento territorial y entidades del orden nacional.

8.4. ESTRUCTURA Y CONTENIDO DE LOS DATOS

En esta sección se definen los objetos que componen el conjunto de datos y las relaciones que existen entre estos teniendo en cuenta sus atributos, operaciones y dominios, a través de un esquema de aplicación conforme a los establecido en la norma internacional ISO 19109 y un catálogo de objetos con respecto al ISO 19110.

8.4.1. ESQUEMA DE APLICACIÓN

La ilustración 3 presenta el esquema de aplicación para la elaboración generalizada de un mapa estructural dentro de las actividades E&P de una operadora que posee los derechos de explotación de hidrocarburos de una concesión otorgada por la ANH dentro de sus facultades. Es un diagrama simplificado en el lenguaje de modelado UML, que permite abstraer los fenómenos a representar en la ET, mostrando las relaciones entre dichos objetos, así como la cardinalidad y multiplicidad.

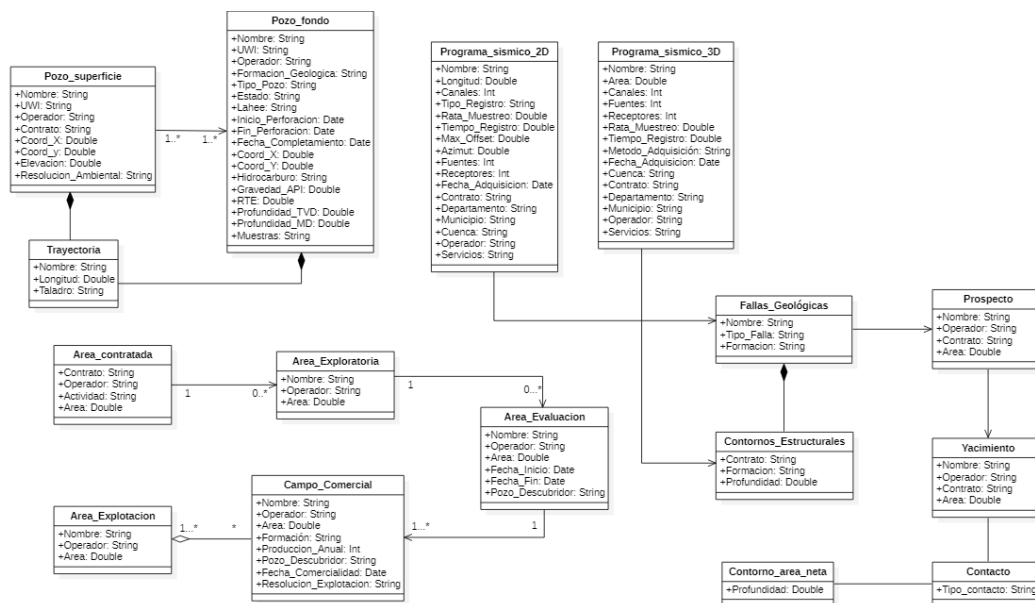


Ilustración 3. Esquema de aplicación de un mapa estructural a escala 1:25000. Fuente: Autoría propia

8.4.2. CATÁLOGO DE OBJETOS

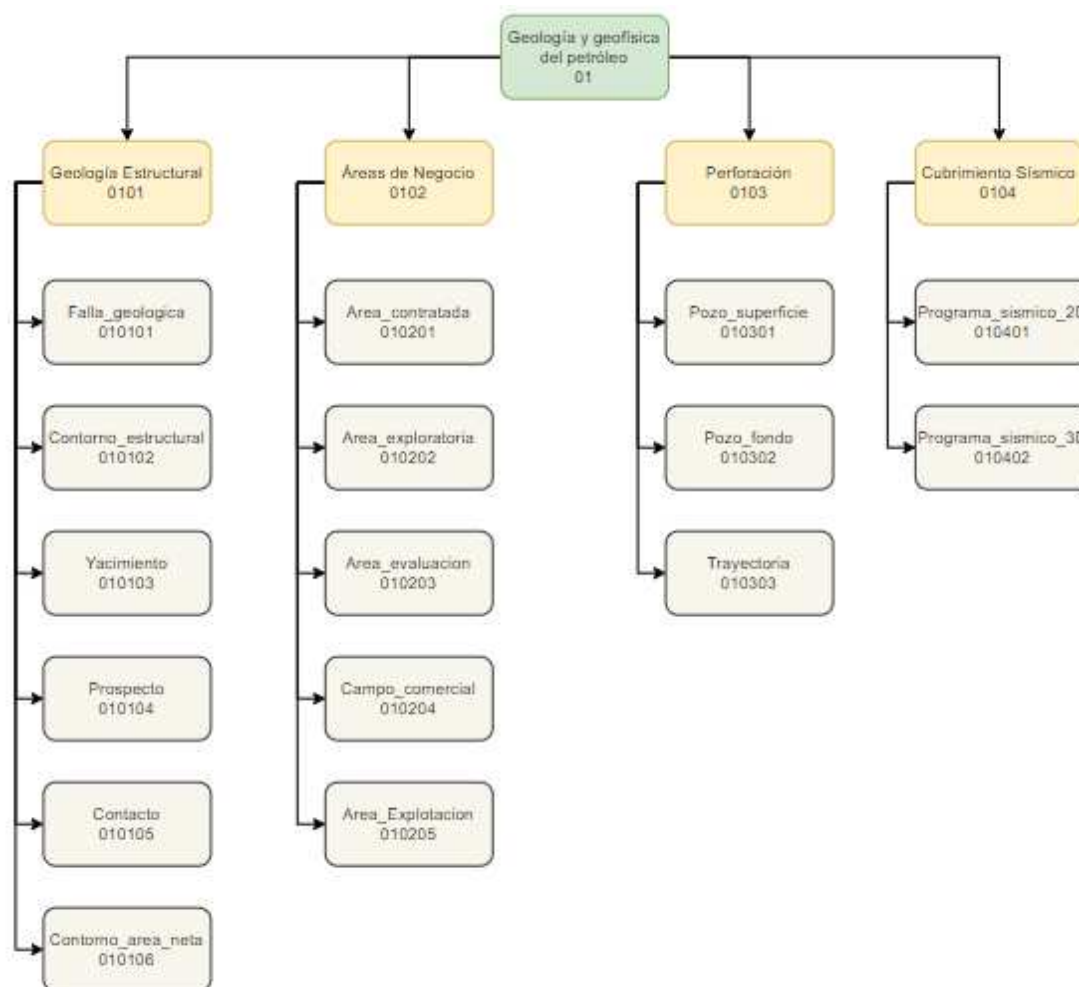


Ilustración 4. Catálogo de objetos geográficos de geología y geofísica del petróleo, escala 1:25000. Autoría Propia

IDENTIFICACIÓN DEL CATÁLOGO DE OBJETOS

Catálogo de objetos de cartografía geológica y geofísica del petróleo	
Alcance	El catálogo comprende los objetos temáticos aplicables a los productos derivados de actividades exploratorias y productoras de hidrocarburos.
Campo de aplicación	<ul style="list-style-type: none"> Modelación del subsuelo Cartografía estructural Programas de evaluación Avisos de descubrimiento Planes y programas de explotación anual Informes de prospectividad Intenciones de perforar Distribución de regalías en los entes territoriales cubiertos por el o los yacimientos Informes técnicos anuales del contrato E&P

N° de la versión	1.0		
Fecha de versión	05/09/2020		
Categoría	Geoposicionamiento, planeación y mapa temático.		
Idioma	Español		
Productor			
Entidad	Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Ciudad	Bogotá
Cargo	Ing. Catastral y Geodesia	Departamento	Cundinamarca
Tipo de rol	Autor	País	Colombia
Dirección	Calle 40 # 8 – 25	Teléfono	3239300

TEMA

Nombre	Geología y geofísica del petróleo
Código	01
Definición	Representación de los objetos en el subsuelo que determinan la orientación y forma de las estructuras geológicas existentes.
Alias	Cartografía estructural
Grupos	Geología estructural, áreas de negocio y perforación.

GRUPO

Nombre	Geología Estructural
Código	0101
Definición	Agrupación de estructuras geológicas en el estudio de zonas donde se evidencia la presencia de un yacimiento.
Objetos	<ul style="list-style-type: none"> • Falla geológica • Contorno estructural

OBJETOS

Nombre	Falla_geologica						
Código	010101						
Definición	Fractura en la corteza terrestre donde los bloques rocosos se mueven en direcciones opuestas.						
Alias	Falla geológica						
Geometría	Polígono						
Atributos							
Nombre	Definición	Alias	Código	Tipo de dato	Unidades de medida	Cardinalidad	Valores de dominio

OBJECTID	Identificador único de la tabla, asignado por el sistema	OBJECTID	01010101	String	N/A	0...N	N/A
NOMBRE	Cadena de texto con la que se identifica el objeto.	NOMBRE	01010102	String	N/A	0...N	N/A
TIPO DE FALLA	Identifica el tipo de falla	TIPO_FALLA	01010103	String	N/A	0...N	Normal, inversa o de rumbo
FORMACION	Nombre de la formación en la que se interpretó	FORMACION	01010104	String	N/A	1	N/A
Relaciones							
Nombre	Definición	Objetos incluidos	Cardinalidad	Rol			
Superposición (Topología)	El objeto falla debe superponerse a los contornos estructurales	Falla geológica y contorno estructural	1:N	Superposición			

Nombre	Contorno_estructural						
Código	010102						
Definición	Línea que representa un valor de profundidad constante con respecto a un plano de referencia. Describe la forma de los estratos o capas de la roca.						
Alias	Contorno estructural						
Geometría	Línea						
Atributos							
Nombre	Definición	Alias	Código	Tipo de dato	Unidades de medida	Cardinalidad	Valores de dominio
OBJECTID	Identificador único de la tabla, asignado por el sistema	OBJECTID	01010201	String	N/A	0...N	N/A
PROFUNDIDAD	Profundidad del objeto medido en pies	PROFUNDIDAD	01010202	Doble	Pies (ft)	0...N	Negativos
FORMACION	Nombre de la formación	FORMACION	01010203	String	N/A	1	N/A

	en la que se interpretó						
UNIDAD	Descripción de la unidad de medida: TVDs/TWT	UNIDAD_MEDI DA	01010204	String	N/A	1	N/A
CONTRATO	Identificador del contrato E&P	BLOQUE	01010205	String	N/A	1	N/A

Relaciones

Nombre	Definición	Objetos incluidos	Cardinalidad	Rol
Concordancia	Los contornos estructurales deben concordar con las fallas geológicas	Contorno estructural y falla geológica	N:1	Concordancia
Intersección entre contornos	Los contornos estructurales no deben interceptarse entre sí	Contorno estructural		Intersección

Nombre	Yacimiento
Código	010103
Definición	Cuerpo de roca del subsuelo que exhibe un grado suficiente de porosidad y permeabilidad para almacenar y transmitir fluidos
Alias	Yacimiento
Geometría	Polígono

Atributos

Nombre	Definición	Alias	Código	Tipo de dato	Unidades de medida	Cardinalidad	Valores de dominio
OBJECTID	Identificador único de la tabla, asignado por el sistema	OBJECTID	01010301	String	N/A	0...N	N/A
NOMBRE	Nombre del Yacimiento	YACIMIENTO	01010302	String	N/A	0...N	N/A
OPERADOR	Indica el nombre de la compañía que adquirió la concesión	OPERADOR	01010303	String	N/A	1...N	N/A
CONTRATO	Identificador del	BLOQUE	01010304	String	N/A	1	N/A

	contrato E&P						
AREA	Extensión del yacimiento	AREA	01010305	Double	Hectáreas	0...N	N/A
FORMACIÓN	Formación donde fue descubierto el yacimiento	FORMACIÓN	01010306	String	N/A	1	N/A
TIPO	Tipo de yacimiento descubierto	TIPO	01010307	String	N/A	1	Crudoliviano, Crudopesado, Gas
PROFUNDIDAD_MÍNIMA	Profundidad mínima del yacimiento medida en pies	PROFUNDIDAD_MÍNIMA	01010308	Double	Pies	1	N/A
PROFUNDIDAD_MÁXIMA	Profundidad máxima del yacimiento medida en pies	PROFUNDIDAD_MÁXIMA	01010309	Double	Pies	1	N/A

Relaciones

Nombre	Definición	Objetos incluidos	Cardinalidad	Rol
Campos comerciales contienen yacimientos	Los yacimientos deben estar contenidos en los campos comerciales	Yacimiento y campo comercial	N:1	Contenencia
Superposición (Topología)	El objeto puede superponerse con otros yacimientos	Yacimiento	1:N	Superposición

Nombre	Prospecto
Código	010104
Definición	Delimitación en superficie de una posible oportunidad exploratoria
Alias	Prospecto
Geometría	Polígono

Atributos

Nombre	Definición	Alias	Código	Tipo de dato	Unidades de medida	Cardinalidad	Valores de dominio
OBJECTID	Identificador único de la tabla, asignado	OBJECTID	01010401	String	N/A	0...N	N/A

	por el sistema						
NOMBRE	Identificador del prospecto	NOMBRE	01010402	String	N/A	0...N	N/A
OPERADOR	Indica el nombre de la compañía que adquirió la concesión	OPERADOR	01010403	String	N/A	1...N	N/A
FORMACION	Describe la formación donde ha sido interpretado el prospecto	FORMACION	01010404	String	N/A	1...N	N/A
CONTRATO	Identificador del contrato E&P	BLOQUE	01010405	String	N/A	1	N/A
AREA	Extensión del yacimiento	AREA	01010406	Double	Hectáreas	0...N	N/A

Nombre	Contacto_hidrocarburo						
Código	010105						
Definición	Línea que representa el límite de contacto entre fluidos ubicados en un reservorio. (Petróleo crudo, gas natural y agua)						
Alias	Contacto						
Geometría	Línea						
Atributos							
Nombre	Definición	Alias	Código	Tipo de dato	Unidades de medida	Cardinalidad	Valores de dominio
OBJECTID	Identificador único de la tabla, asignado por el sistema	OBJECTID	01010501	String	N/A	0...N	N/A
TIPO DE CONTACTO	Tipo de contacto existente	TIPO_CONTACTO	01010502	String	N/A	0...N	Gas-Crudo, Crudo-Agua, Gas-Agua
PROFUNDIDAD	Profundidad del contacto medido en pies	Profundidad	01010503	Double	Pies	1	N/A

Nombre	Contorno_area_neta						
Código	010106						
Definición	Línea que representa un intervalo óptimo para almacenar y producir hidrocarburos.						
Alias	Contorno de área neta						
Geometría	Línea						
Atributos							
Nombre	Definición	Alias	Código	Tipo de dato	Unidades de medida	Cardinalidad	Valores de dominio
OBJECTID	Identificador único de la tabla, asignado por el sistema	OBJECTID	01010601	String	N/A	0...N	N/A
PROFUNDIDAD	Profundidad del objeto medido en pies	PROFUNDIDAD	01010602	Double	Pies (ft)	0...N	N/A
FORMACION	Formación geológica productora de hidrocarburos	FORMACION	01010403	String	N/A	1...N	N/A

GRUPO

Nombre	Áreas de negocio
Código	0102
Definición	Zonas contractuales definidas por la relación entre las compañías operadoras y la ANH. Establecen límites geográficos donde se permite la exploración y explotación de reservas de hidrocarburos.
Objetos	<ul style="list-style-type: none"> • Área contratada • Área de explotación • Área de evaluación • Campo comercial

OBJETOS

Nombre	Area_contratada
Código	010201
Definición	Superficie y proyección en el subsuelo, en la que el contratista está habilitado para efectuar operaciones de evaluación, explotación y producción de hidrocarburos.
Alias	Área Contratada
Geometría	Polígono
Atributos	

Nombre	Definición	Alias	Código	Tipo de dato	Unidades de medida	Cardinalidad	Valores de dominio
OBJECTID	Identificador único de la tabla, asignado por el sistema	OBJECT ID	01020101	String	N/A	0...N	N/A
CONTRATO	Nombre del contrato E&P	BLOQUE	01020102	String	N/A	1	N/A
OPERADOR	Indica el nombre de la compañía que adquirió la concesión	OPERADOR	01020103	String	N/A	1...N	N/A
ACTIVIDAD	Indica el tipo de actividad que desarrolla en la actualidad	ACTIVIDAD	01020104	String	N/A	0...3	Exploración, producción o abandono
FIRMA	Fecha de la firma del contrato	FIRMA	01020105	Date	N/A	1	N/A
COMPROMISOS	Describe los compromisos adquiridos en el marco del contrato	COMPROMISOS	01020106	String	N/A	1...N	N/A
AREA	Extensión del área contratada medida en hectáreas	AREA	01020107	Double	Hectáreas	0...N	N/A

Relaciones

Nombre	Definición	Objetos incluidos	Cardinalidad	Rol
Concordancia entre bloques	Las áreas contratadas o bloques deben ser adyacentes sin llegar a interceptarse	Área contratada		Concordancia
Bloques contienen áreas de evaluación	Los bloques pueden contener áreas de evaluación	Área contratada, área de evaluación	1:N	Contenencia
Bloques contienen áreas de explotación	Los bloques pueden contener áreas de explotación	Área contratada, área de explotación	1:N	Contenencia

Nombre	Area_exploratoria
Código	010202
Definición	Parte del área contratada en la cual se ubican uno o más campos comerciales.

Alias	Área exploratoria						
Geometría	Polígono						
Atributos							
Nombre	Definición	Alias	Código	Tipo de dato	Unidades de medida	Cardinalidad	Valores de dominio
OBJECTID	Identificador único de la tabla, asignado por el sistema	OBJECTID	01020201	String	N/A	0...N	N/A
NOMBRE DE AREA DE EXPLORACION	Indica el nombre del área de explotación	NOMBRE	01020202	String	N/A	0...N	N/A
OPERADOR	Indica el nombre de la compañía que adquirió la concesión	OPERADOR	01020203	String	N/A	1...N	N/A
FASE	Indica la fase exploratoria del contrato en la que esté el contrato	FASE	01020204	String	N/A	1	N/A
COMPROMISO	Indica el compromiso pactado para la fase en la que se encuentre el contrato	COMPROMISO	01020205	String	N/A	1	N/A
AREA	Extensión del área de explotación medida en hectáreas	AREA	01020206	Double	Hectáreas	0...N	N/A
Relaciones							
Nombre	Definición	Objetos incluidos	Cardinalidad	Rol			
Área de explotación contiene campos comerciales	El área de explotación puede contener campos comerciales	Área de explotación y campo comercial	1:N	Contenencia			

Nombre	Area_evaluacion
Código	010203

Definición	Parte del área contratada en la cual, se realizó un descubrimiento de un yacimiento.						
Alias	Área de evaluación						
Geometría	Polígono						
Atributos							
Nombre	Definición	Alias	Código	Tipo de dato	Unidades de medida	Cardinalidad	Valores de dominio
OBJECTID	Identificador único de la tabla, asignado por el sistema	OBJECTID	01020301	String	N/A	0...N	N/A
NOMBRE DE AREA DE EVALUACION	Indica el nombre del área de evaluación	NOMBRE	01020302	String	N/A	0...N	N/A
OPERADOR	Indica el nombre de la compañía que adquirió la concesión	OPERADOR	01020303	String	N/A	1...N	N/A
AREA	Extensión del área de evaluación medida en hectáreas	AREA	01020304	Double	Hectáreas	0...N	N/A
FECHA DE INICIO	Indica la fecha de inicio del área de evaluación	FECHA_INICIO	01020305	Date	N/A	1	N/A
FECHA FINAL	Indica la fecha de terminación del área de evaluación	FECHA_FINAL	01020306	Date	N/A	1	N/A
POZO DESCUBRIDOR	Nombre del pozo descubridor de un nuevo campo	POZO_DESCUBRIDOR	01020307	String	N/A	1...N	N/A
ACTIVIDADES	Describe las actividades realizadas en el programa	ACTIVIDADES	01020308	String	N/A	1...N	N/A

	de evaluación						
--	------------------	--	--	--	--	--	--

Nombre	Campo_Comercial						
Código	010204						
Definición	Es la parte del área de explotación en la cual existe uno o más yacimientos descubiertos y se ha decidido explotar comercialmente.						
Alias	Campo comercial						
Geometría	Polígono						
Atributos							
Nombre	Definición	Alias	Código	Tipo de dato	Unidades de medida	Cardinalidad	Valores de dominio
OBJECTID	Identificador único de la tabla, asignado por el sistema	OBJECTID	01020401	String	N/A	0...N	N/A
NOMBRE DE CAMPO COMERCIAL	Indica el nombre del campo comercial	NOMBRE	01020402	String	N/A	0...N	N/A
OPERADOR	Indica el nombre de la compañía que adquirió la concesión	OPERADOR	01020403	String	N/A	1...N	N/A
AREA	Extensión del campo comercial medido en hectáreas	AREA	01020404	Double	Hectáreas	0...N	N/A
FORMACION	Nombre de la formación productora	FORMACION	01020405	String	N/A	1	N/A
PRODUCCION TOTAL ANUAL	Cantidad de la producción acumulada	PRODUCCION_ANUAL	01020406	Int	Barriles	0...N	N/A

	a total en un año						
POZO DESCUBRIDOR	Nombre del pozo descubridor de un nuevo campo	POZO_DESCUBRIDOR	01020408	String	N/A	1...N	N/A
FECHA DECLARACION DE COMERCIALIDAD	Indica la fecha en la que se oficializó el campo comercial	FECHA_DECLARACION_COMERCIALIDAD	01020409	Date	N/A	1	N/A
RESOLUCION EXPLOTACION	Indicador de la resolución que inicia la explotación del campo	RESOLUCION_EXPLOTACION	01020410	String	N/A	1	N/A

Relaciones

Nombre	Definición	Objetos incluidos	Cardinalidad	Rol
Superposición y/o duplicidad de campos comerciales	Los campos comerciales no pueden superponerse entre sí	Campo comercial		Superposición y/o duplicidad
Campo comercial contiene pozos en superficie	Los campos comerciales pueden contener pozos en superficie	Campo comercial y pozo en superficie	1:N	Contenencia
Campo comercial puede contener pozos en fondo	Los campos comerciales pueden contener pozos en fondo	Campo comercial y pozo en fondo	1:N	Contenencia

Nombre	Area_explotacion
Código	010205
Definición	Parte del área contratada en la cual se ubican uno o más campos comerciales.
Alias	Área de explotación
Geometría	Polígono

Atributos

Nombre	Definición	Alias	Código	Tipo de dato	Unidades de medida	Cardinalidad	Valores de dominio
OBJECTID	Identificador único de	OBJECTID	01020201	String	N/A	0...N	N/A

	la tabla, asignado por el sistema						
NOMBRE DE AREA DE EXPLOTACION	Indica el nombre del área de explotación	NOMBRE	01020202	String	N/A	0...N	N/A
OPERADOR	Indica el nombre de la compañía que adquirió la concesión	OPERADOR	01020203	String	N/A	1...N	N/A
AREA	Extensión del área de explotación medida en hectáreas	AREA	01020204	Double	Hectáreas	0...N	N/A
Relaciones							
Nombre	Definición	Objetos incluidos	Cardinalidad	Rol			
Área de explotación contiene campos comerciales	El área de explotación puede contener campos comerciales	Área de explotación y campo comercial	1:N	Contenencia			

GRUPO

Nombre	Perforación
Código	0103
Definición	Corresponde a los elementos relacionados con la búsqueda y extracción de hidrocarburos.
Objetos	<ul style="list-style-type: none"> • Pozo en superficie • Pozo en fondo • Trayectoria

OBJETOS

Nombre	Pozo_superficie						
Código	010301						
Definición	Corresponde a la ubicación del pozo en superficie.						
Alias	Pozo en superficie						
Geometría	Punto						
Atributos							
Nombre	Definición	Alias	Código	Tipo de dato	Unidades de medida	Cardinalidad	Valores de dominio

OBJECTID	Identificador único de la tabla, asignado por el sistema	OBJECTID	01030101	String	N/A	0...N	N/A
NOMBRE	Indica el nombre del pozo	NOMBRE	01030102	String	N/A	0...N	N/A
UWI	Identificador de pozo único, regulado por las normas API	UWI	01030103	String	N/A	0...N	N/A
OPERADOR	Indica el nombre de la compañía que adquirió la concesión	OPERADOR	01030104	String	N/A	1...N	N/A
CONTRATO	Nombre de área contratada a la que pertenece el pozo	BLOQUE	01030105	String	N/A	1	N/A
COORDENADA X	Distancia proyectada en el eje X referida al sistema espacial de referencia	COORD_X	01030106	Double	Metros	0...N	N/A
COORDENADA Y	Distancia proyectada en el eje Y referida al sistema espacial de referencia	COORD_Y	01030107	Double	Metros	0...N	N/A
ELEVACION MSNM	Indica la elevación del pozo en metros sobre el nivel medio del mar	ELEVACION	01030108	Double	Metros	0...N	N/A
RESOLUCION AMBIENTAL	Indicador de la resolución que otorga la	RESOLUCION_AMBIENTAL	01030109	String	N/A	1	N/A

	respectiva autoridad ambiental						
Relaciones							
Nombre	Definición	Objetos incluidos	Cardinalidad	Rol			
Superposición y/o duplicidad	Los pozos en superficie se pueden duplicar y superponerse entre sí	Pozo en superficie		Superposición y/o duplicidad			
Asociación con trayectoria	Los pozos en superficie deben estar ligados a una trayectoria	Pozo en superficie y trayectoria	1:1	Asociación			

Nombre	Pozo_fondo						
Código	010302						
Definición	Corresponde a la ubicación en fondo definitiva, proyectada en la superficie.						
Alias	Pozo en fondo						
Geometría	Punto						
Atributos							
Nombre	Definición	Alias	Código	Tipo de dato	Unidades de medida	Cardinalidad	Valores de dominio
OBJECTID	Identificador único de la tabla, asignado por el sistema	OBJECTID	01030201	String	N/A	0...N	N/A
NOMBRE	Indica el nombre del pozo	NOMBRE	01030202	String	N/A	0...N	N/A
UWI	Identificador de pozo único, regulado por las normas API	UWI	01030203	String	N/A	0...N	N/A
OPERADOR	Indica el nombre de la compañía que adquirió la concesión	OPERADOR	01030204	String	N/A	1...N	N/A
FORMACION	Describe la formación geológica donde se encuentra el	FORMACION	01030205	String	N/A	1	

	fondo del pozo						
TIPO DE POZO	Indica el tipo de pozo que se perforó	TIPO	01030206	String	N/A	0...N	Vertical, horizontal, Desviado o Sidetrack
ESTADO	Describe el estado de actividad actual del pozo	ESTADO	01030206	String	N/A	1...N	F4CR, F6CR, Productor, seco, taponado y abandonado
CLASIFICACION LAHEE INICIAL	Clasifica el pozo de acuerdo con sus características antes de su perforación	LAHEE_4CR	01030207	String	N/A	1...18	Ver tabla
CLASIFICACION LAHEE FINAL	Clasifica el pozo de acuerdo con sus características después de su perforación	LAHEE_6CR	01030208	String	N/A	1...18	Ver tabla
INICIO_PERFORACION	Fecha en la cual se iniciaron actividades de perforación	INICIO_P	01030209	Date	N/A	1	N/A
FIN_PERFORACION	Fecha en la cual se finalizaron actividades de perforación	FIN_P	01030210	Date	N/A	1	N/A
FECHA DE COMPLETAMIENTO	Fecha en la que se culminaron actividades de completamiento del pozo perforado	FECHA_COMPLETAMIENTO	01030211	Date	N/A	1	N/A
COORDENADA X	Distancia proyectada en el eje X	COORD_X	01030212	Double	Metros	0...N	N/A

	referida al sistema espacial de referencia						
COORDENADA Y	Distancia proyectada en el eje Y referida al sistema espacial de referencia	COORD_Y	01030213	Double	Metros	0...N	N/A
HIDROCARBURO	Indica el tipo de hidrocarburo encontrado	HIDROCARBURO	01030214	String	N/A	0...N	Gas Natural, Crudo Liviano, Crudo Pesado
GRAVEDAD API	Escala industrial que indica la densidad de los derivados líquidos del petróleo.	GRAVEDAD_API	01030215	Double		0...N	N/A
RTE	Indica la altura de la mesa rotatoria	RTE	01030216	Double	Metros	0...N	N/A
PROFUNDIDAD TVD	Indica la profundidad del pozo teniendo en cuenta el nivel medio del mar	PROFUNDIDAD_TVD	01030217	Double	Pies	0...N	N/A
PROFUNDIDAD MD	Indica la profundidad total del pozo	PROFUNDIDAD_MD	01030218	Double	Pies	0...N	N/A
MUESTRAS	Describe el tipo de muestras que se tomaron para cada pozo	MUESTRAS	01030219	String	N/A	0...N	Muestras de Zanja, Corazones Convencionales, Corazones de Pared

Relaciones

Nombre	Definición	Objetos incluidos	Cardinalidad	Rol
Superposición y/o duplicidad	Los pozos en fondo no se pueden duplicar y superponerse entre sí	Pozo en fondo		Superposición y/o duplicidad
Asociación con trayectoria	Los pozos en fondo deben estar asociados a una trayectoria	Pozo en fondo y	1:1	Asociación con trayectoria

		trayectoria		
--	--	-------------	--	--

Nombre	Trayectoria de pozo
Código	010303
Definición	Línea que describe la trayectoria de perforación del pozo.
Alias	Trayectoria
Geometría	Línea

Atributos							
Nombre	Definición	Alias	Código	Tipo de dato	Unidades de medida	Cardinalidad	Valores de dominio
OBJECTID	Identificador único de la tabla, asignado por el sistema	OBJECTID	01030301	String	N/A	0...N	N/A
NOMBRE	Indica el nombre de la trayectoria. Debe asociarse al pozo en superficie y en fondo	NOMBRE	01030302	String	N/A	0...N	N/A
LONGITUD	Distancia total de la línea que inicia desde el pozo en superficie hasta el pozo en fondo	LONGITUD	01030303	Double	Pies	0...N	N/A
TALADRO	Nombre del taladro utilizado	TALADRO	01030304	String	N/A	0...N	N/A

Relaciones				
Nombre	Definición	Objetos incluidos	Cardinalidad	Rol
Continuidad de línea	La línea no debe presentar discontinuidad hasta su nodo final	Trayectoria		Continuidad
Conectividad de nodo	El nodo inicial y final de la trayectoria deben coincidir con los pozos en superficie y fondo.	Trayectoria, pozo en fondo, pozo en superficie	1:1	Conectividad

GRUPO

Nombre	Cubrimiento sísmico
Código	0104
Definición	Corresponde a la extensión de terreno en la que se aplican métodos geofísicos para conocer las características de las diferentes unidades litológicas, en las que se buscan zonas con un alto potencial prospectivo de hidrocarburos.
Objetos	<ul style="list-style-type: none"> Programa sísmico 2D Programa sísmico 3D

OBJETOS

Nombre	Programa_sismico_2D						
Código	010401						
Definición	Corresponde a las líneas sísmicas 2D						
Alias	Programa sísmico 2D						
Geometría	Línea						
Atributos							
Nombre	Definición	Alias	Código	Tipo de dato	Unidades de medida	Cardinalidad	Valores de dominio
OBJECTID	Identificador único de la tabla, asignado por el sistema	OBJECTID	01040101	String	N/A	0...N	N/A
NOMBRE	Indica el nombre de la línea sísmica	NOMBRE	01040102	String	N/A	0...N	N/A
LONGITUD	Longitud de las líneas del programa sísmico 2D	LONGITUD	01040103	Doble	Kilómetros	0...N	N/A
CANALES	Número de canales totales del programa	CANALES	01040104	Int	N/A	0...N	N/A
TIPO_REGISTRO	Tipo de registro de la línea	TIPO DE REGISTRO	01040105	String	N/A	0...N	Simétrico, vibro
RATA_MUESTREO	Rata de muestreo según el observador	RATA DE MUESTREO	01040106	Doble	N/A	0...N	N/A
TIEMPO_REGISTRO	Tiempo registrado por el observador	TIEMPO DE REGISTRO	01040107	Doble	Milisegundos	0...N	N/A

MAX_OFFSET	Distancia entre una fuente y un receptor de lectura sísmica.	MAXIMO DE OFFSET	01040108	Double	Metros	0...N	N/A
AZIMUT	Azimuth de la línea sísmica	AZIMUT	01040109	Double	Grados	0...N	N/A
FUENTES	Número total de fuentes	FUENTES	01040110	Int	N/A	0...N	N/A
RECEPTORES	Número total de receptores	RECEPTORES	01040112	Int	N/A	0...N	N/A
FECHA_ADQUISICION	Fecha de adquisición final del programa	FECHA DE ADQUISICION	01040113	Date	Año, mes y día	0...N	N/A
CONTRATO	Nombre del contrato E&P al que pertenece	BLOQUE	01040114	String	N/A	1	N/A
DEPARTAMENTO	Nombre del departamento	DEPARTAMENTO	01040115	String	N/A	1...N	Departamentos de Colombia
MUNICIPIO	Nombre del Municipio	MUNICIPIO	01040116	String	N/A	1...N	Municipios de Colombia
CUENCA	Cuenca sedimentaria en la que se ubica el programa	CUENCA	01040117	String	N/A	1	Cuencas de Colombia
OPERADOR	Nombre de la compañía operadora	OPERADOR	01040118	String	N/A	1	N/A
SERVICIOS	Nombre de la compañía prestadora de servicios	COMPAÑÍA DE SERVICIOS	01040119	String	N/A	1	N/A

Nombre	Programa_sismico_3D						
Código	010402						
Definición	Polígono que cubre el programa sísmico 3D						
Alias	Programa sísmico 3D						
Geometría	Polígono						
Atributos							
Nombre	Definición	Alias	Código	Tipo de dato	Unidades de medida	Cardinalidad	Valores de dominio

OBJECTID	Identificador único de la tabla, asignado por el sistema	OBJECTID	01040201	String	N/A	0...N	N/A
NOMBRE	Indica el nombre de la trayectoria. Debe asociarse al pozo en superficie y en fondo	NOMBRE DEL PROGRAMA	01040202	String	N/A	0...N	N/A
AREA	Extensión del programa sísmico 3D	AREA	01040203	Double	Hectáreas	0...N	N/A
CANALES	Número de canales totales del programa	CANALES	01040204	Int	N/A	0...N	N/A
FUENTES	Número total de fuentes	FUENTES	01040205	Int	N/A	0...N	N/A
RECEPTORES	Número total de receptores	RECEPTORES	01040207	Int	N/A	0...N	N/A
RATA_MUESTREO	Rata de muestreo según el observador	RATA DE MUESTREO	01040208	Double	N/A	0...N	N/A
TIEMPO_REGISTRO	Tiempo registrado por el observador	TIEMPO DE REGISTRO	01040209	Double	Milisegundos	0...N	N/A
METODO_ADQUISICION	Método sísmico con el cual se adquirió los datos en campo	METODO DE ADQUISICION	01040210	String	N/A	1	N/A
FECHA_ADQUISICION	Fecha de adquisición final del programa	FECHA DE ADQUISICION	01040211	Date	Año, mes y día	1	N/A
CUENCA	Cuenca sedimentaria en la	CUENCA	01040212	String	N/A	1	Cuencas de Colombia

	que se ubica el programa						
CONTRATO	Nombre del contrato E&P al que pertenece	BLOQUE	01040 213	String	N/A	1	N/A
DEPARTAMENTO	Nombre del departamento	DEPARTAMENTO	01040 214	String	N/A	1...N	Departamentos de Colombia
MUNICIPIO	Nombre del Municipio	MUNICIPIO	01040 215	String	N/A	1...N	Municipios de Colombia
OPERADOR	Nombre de la compañía operadora	OPERADOR	01040 216	String	N/A	1	N/A
SERVICIOS	Nombre de la compañía prestadora de servicios	COMPANÍA DE SERVICIOS	01040 217	String	N/A	1	N/A

8.5. SISTEMA DE REFERENCIA

Con la necesidad de implementar nuevos estándares internacionales y el propósito de modernizar la administración de tierras en Colombia, específicamente la implementación del catastro multipropósito, el Instituto geográfico Agustín Codazzi (IGAC) y la Infraestructura colombiana de datos espaciales (ICDE) han adoptado un nuevo sistema de referencia espacial, con el fin de disponer la información geográfica de forma completa, continua y actualizada. La nueva proyección geográfica busca: facilitar la integración de la información en una única base de datos para todo el territorio nacional, eliminar problemas de ambigüedad, representar la información geográfica a diferentes escalas y habilitar la interoperabilidad entre instituciones del estado. Mediante la resolución No. 471 de 2020 se estableció como único datum oficial de Colombia el Origen CTM-12. (Resolución 471, 2020)

8.5.1. SISTEMA DE REFERENCIA ESPACIAL

Nombre	SISTEMA DE COORDENADAS GEOGRAFICAS: ORIGEN NACIONAL
Alias	CTM-12
Identificador	9377
Responsable	EPSG
Tipo	Geográfico geodésico 2D

Tabla 3. Sistema de referencia espacial. Fuente EPSG

8.5.2. SISTEMA DE REFERENCIA HORIZONTAL

El Marco Geocéntrico Nacional de Referencia es MAGNA-SIRGAS, establecido mediante la resolución 068 de 2005. La proyección será definida en un único origen de coordenadas y no con 6 orígenes cada 3° como se usaba anteriormente. La proyección es cilíndrica transversa, pero de tipo secante cortando el esferoide en ambos lados de meridiano central. Se le asignó el nombre de CTM-12 porque se planteó referido a una banda continental con

un ancho de 12° de longitud. (ABC Nueva proyección cartográfica para Colombia Origen Nacional, 2020)

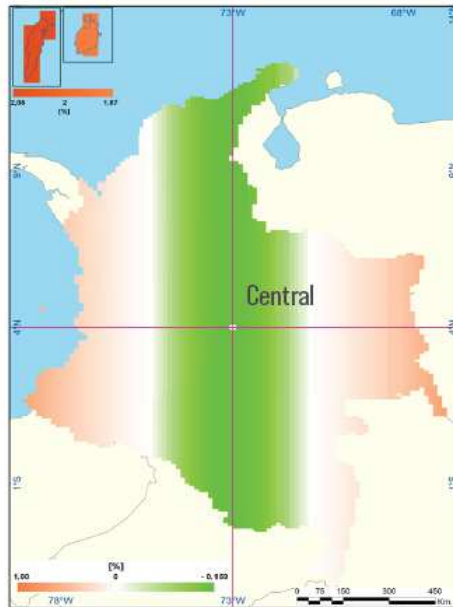


Ilustración 5. Proyección cartográfica Origen Nacional. Fuente: IGAC

Proyección	Transversa de Mercator
Datum	MAGNA-SIRGAS
Latitud origen	4° N
Longitud origen	73° W
Falso Norte	2'000.000 m
Falso Este	5'000.000 m
Factor de Escala	0,9992
Elipsoide asociado	GRS 80
Unidades	Metros

Tabla 4. Parámetros de proyección. Resolución 471 de 2020.

8.5.3. SISTEMA DE REFERENCIA VERTICAL

El sistema de referencia vertical usado para las alturas tiene origen en el mareógrafo de Buenaventura.

8.6. CAPTURA DE LOS DATOS

Aunque la adquisición en bruto de los datos no es responsabilidad del productor, se debe conocer cómo se captura la información geológica, que será la fuente inicial de información para construir el mapa estructural.

La sísmica es un método geofísico usado frecuentemente en la exploración petrolera, usando fuentes de energía vibratoria, genera ondas elásticas que se propagan por las capas de la roca, revelando así sus propiedades físicas. La respuesta de estas ondas reflejadas son capturadas por geófonos cuando regresan a la superficie y posteriormente esta información se almacena en dispositivos de registro digital. (Manual para la adquisición y procesamiento de sísmica terrestre y su aplicación en Colombia, 2010).

El proceso comienza con la selección de una zona de interés donde estudios geológicos revelan que pueden existir reservas de hidrocarburos en el área. Se determinan parámetros donde se garantice la calidad de los datos a adquirir y al mismo tiempo el impacto ambiental sea mínimo. Para ello se obtienen los permisos necesarios ante las autoridades territoriales y/o ambientales, además de los predios que resultarán afectados por la exploración sísmica y se desarrollan planes de manejo social como compensación. Una vez, obtenidos los permisos necesarios, se realiza el levantamiento topográfico del proyecto y se diseñan las líneas sísmicas. Como fuente de energía generadora se pueden usar explosivos o vibradores, los trabajadores de campo preparan el campo donde se ubicarán los geófonos y supervisan el proceso una vez iniciado el proceso de captura. Una vez finalizada la captura de datos, se envía esta información al procesador y posteriormente al interprete encargado del proyecto para que se encargue de crear una sección sísmica 2D o un volumen de datos

3D y proceda a interpretarlas y obtener así los valores de profundidad de los estratos y en general determinar la geometría de la trampa.

8.6.1. DECLARACIÓN DE LA CAPTURA

Se recomiendan los siguientes elementos para obtener un levantamiento del subsuelo en estudios de exploración sísmica desde el punto de vista cartográfico.

- Descripción del escenario geológico y topográfico.
- Mapas topográficos, fotografías aéreas o imágenes satelitales.
- Delimitación georreferenciada del perímetro que representa la zona de estudio.
- Información del datum y proyección cartográfica.
- Localizar estaciones o vértices geodésicos que pertenezcan a la red nacional.
- Uso de equipos GPS de alta precisión previamente calibrados.

8.7. MANTENIMIENTO DE LOS DATOS

A medida que avanzan los programas exploratorios, los planes de explotación y concluyen los periodos estipulados en los contratos con la ANH, cambian constantemente las áreas o zonas de trabajo, se perforan nuevos pozos y se realizan descubrimientos que ayudan a interpretar y modelar el subsuelo, donde las compañías operadoras realizan actividades u operaciones de desarrollo. Es por esto, que los productos cartográficos necesitan actualización y mantenimiento, con el fin de que no se incurra en errores por omisión de información técnica. La frecuencia del mantenimiento de los datos depende de la información geológica disponible.

8.7.1. FRECUENCIA DE MANTENIMIENTO Y ACTUALIZACIÓN

Los mapas estructurales orientados a servicios petroleros se requieren dependiendo de los periodos estipulados en los contratos, ya que para cada bloque se acuerda un periodo de tiempo (según la extensión del bloque adquirido y las necesidades de los contratistas) para completar las fases de exploración, evaluación, desarrollo y abandono. Sin embargo, para garantizar la consistencia del producto, se sugiere un tiempo mínimo de un año calendario para mantener y actualizar la información con el objetivo de ofrecer una realidad modelada del subsuelo reciente.

8.8. DISTRIBUCIÓN DEL PRODUCTO DE LOS DATOS

A continuación, se presentan los elementos mínimos que debe contener la salida gráfica de un mapa estructural a escala 1:25.000, con el fin de caracterizar este producto y que el usuario identifique los requerimientos básicos a la hora evaluarlo.

- Título
- Logo de la compañía operadora (contratista)
- Subtítulo describiendo el nombre del área contratada o bloque al que pertenece
- Mapa de localización general resaltando la división departamental y la cuenca sedimentaria
- Mapa de localización regional enfatizando la zona de influencia superpuesta en la división municipal
- Leyenda
- Información temática (Intervalo de contornos estructurales, unidades de media de la profundidad mapeada, descripción de la rampa cromática utilizada)
- Información del sistema de referencia espacial

- Escala numérica y gráfica
- Fuente, fecha de modificación y ubicación de archivo digital
- Autor(es)
- Cuadrilla de coordenadas planas cartesianas
- Flecha del Norte
- Información marginal y/o Anotaciones
- Derechos de autor y licencias de uso

	LOGO DE LA COMPAÑÍA OPERADORA	
	TÍTULO DEL MAPA	
	LOCALIZACIÓN GENERAL	LOCALIZACIÓN REGIONAL
	CONVENCIONES	
	ESCALA DE PUBLICACIÓN	
	CONTRATO DE EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN ESP	
	BLOQUE X	
	SISTEMA DE REFERENCIA	
	SISTEMA DE COORDENADAS ELIPSOIDE ASOCIADO PROYECCIÓN DATUM LATITUD DEL ORIGEN LONGITUD DEL ORIGEN FALSO NORTE FALSO ESTE UNIDADES DEL MAPA	
	Elaboró:	Fuente:
Archivó:	Fecha:	

Ilustración 6. Plantilla para salida gráfica de un mapa estructural. Autoría Propia

8.8.1. FORMATO DE DISTRIBUCIÓN

La forma de presentación de los datos escogido para este producto es el mapa digital, ya que contiene información tipo raster y vector. La presentación de estos archivos digitales debe ser entregada en folders digitales separados:

- Geodatabase (*.gdb) con sus datos debidamente agrupados (feature class y feature dataset), véase ilustración 7.
- Archivo de mapa MXD del proyecto cartográfico estructurado y organizado; debe incluir los feature class, archivos raster, y tablas no espaciales enrutados en la GDB, con los elementos previamente mencionados en la plantilla del diseño cartográfico.
- Archivos de visualización en formato PDF, donde se distingan todos los elementos mapeados a una resolución óptima.
- Metadatos geográficos de los productos y datos espaciales a entregar.

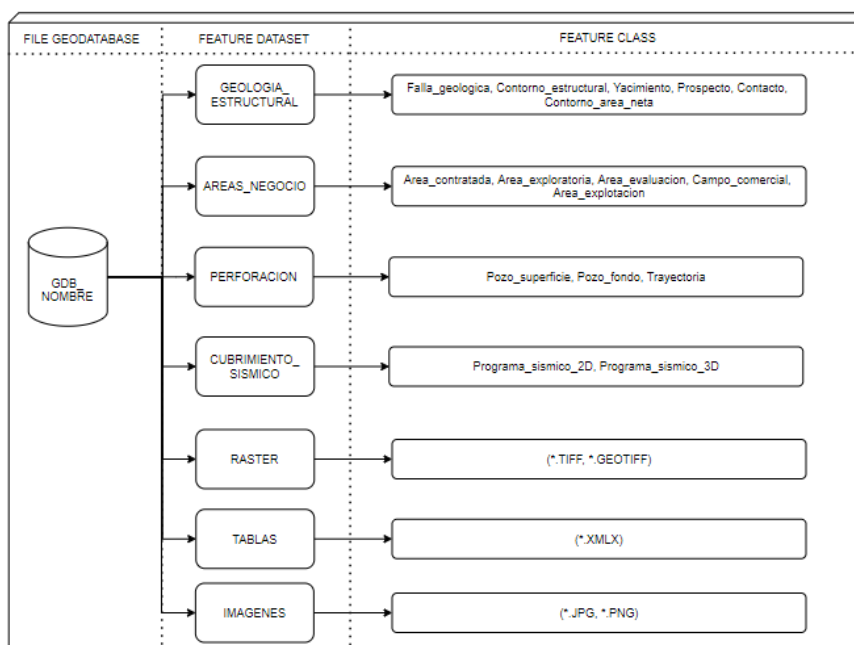


Ilustración 7. Estructura general de almacenamiento de la geodatabase. Autoría propia

8.8.2. MEDIO DE DISTRIBUCIÓN

- Unidades de entrega: Mapa estructural a escala 1:25.000
- Nombre del medio de distribución: CD-ROM y copia digital online.
- Versión del formato: Fecha, número de referencia, etc.
- Idiomas utilizados: Español o inglés.
- Estructura del formato de distribución: Se sugiere la estructura de almacenamiento en formato geodatabase mostrada en la ilustración 7.

8.9. CALIDAD DE LOS DATOS

Los elementos de calidad que aplican para los mapas estructurales a escala 1:25.000 se describen a continuación para los objetos geográficos del catálogo de objetos, según lo explicado en la norma técnica colombiana NTC 5043.

8.9.1. CONTORNOS ESTRUCTURALES

Elemento de calidad	Subelemento de calidad	Nombre de la medida	Descripción de la medida	Tipo de valor	Nivel de conformidad
Totalidad	Comisión	Exceso de entidades	Verificar la existencia de líneas de contorno adicionales que no aparecen en los registros.	Booleano	Conforme (1)
	Omisión	Falta de entidades	Verificar la no existencia de líneas de contorno faltantes según el intervalo de contorno sugerido por los especialistas	Booleano	Conforme (1)
Consistencia Lógica	Consistencia topológica	Conflicto topológico	Confirmar el cumplimiento de las reglas topológicas. No debe superponerse con entidades de la misma clase. No debe interceptarse con entidades de la misma clase. No debe superponerse con entidades de la clase falla geológica. Debe haber continuidad en una misma	Porcentaje	Conforme al 95%

			isohipsa según la profundidad que representa.		
Exactitud Temporal	Consistencia temporal	Desfase temporal	Validar las fechas de la generación de los insumos para la correcta generación de modelos derivados, correspondiendo al periodo de tiempo de validez de estos.	Booleano	Conforme (1)
Exactitud Temática	Clasificación	Conflicto de clasificación	Verificar que los elementos presentes en una clase obedezcan a la descripción y los parámetros acorde con la clasificación.	Porcentaje	Conforme al 95%

8.9.2. FALLA GEOLÓGICA

Elemento de calidad	Subelemento de calidad	Nombre de la medida	Descripción de la medida	Tipo de valor	Nivel de conformidad
Totalidad	Comisión	Exceso de entidades	Verificar la existencia de polígonos adicionales que no se registran en las bases de datos.	Booleano	Conforme (1)
	Omisión	Falta de entidades	Verificar la no existencia de polígonos para crear el modelo 3D.	Booleano	Conforme (1)
Consistencia Lógica	Consistencia topológica	Conflicto topológico	Confirmar el cumplimiento de las reglas topológicas. No debe superponerse con entidades de la misma clase. No debe tener huecos al interior del polígono. No debe interceptarse con entidades de la clase contornos estructurales.	Porcentaje	Conforme al 95%
	Consistencia de dominio	Conflicto de dominio	Confirmar que los atributos cumplan con el rango de dominio para el atributo tipo de falla	Booleano	Conforme (1)
Exactitud Temporal	Consistencia temporal	Desfase temporal	Validar las fechas de la generación de los insumos para la correcta generación de modelos derivados, correspondiendo al periodo de tiempo de validez de estos.	Booleano	Conforme (1)
Exactitud Temática	Clasificación	Conflicto de clasificación	Verificar que los elementos presentes en una clase obedezcan a la descripción y los parámetros acorde con la clasificación.	Porcentaje	Conforme al 95%

8.9.3. YACIMIENTO

Elemento de calidad	Subelemento de calidad	Nombre de la medida	Descripción de la medida	Tipo de valor	Nivel de conformidad
Totalidad	Comisión	Exceso de entidades	Verificar la existencia de polígonos adicionales que no aparecen en los registros.	Booleano	Conforme (1)
	Omisión	Falta de entidades	Verificar la no existencia polígonos faltantes según la base de datos de la compañía.	Booleano	Conforme (1)
Consistencia Lógica	Consistencia topológica	Conflicto topológico	Confirmar el cumplimiento de las reglas topológicas. La proyección en superficie debe estar contenida en la envolvente del polígono de campo comercial. Se admite superposición de entidades de la misma clase al tratarse de abstracciones a diferentes profundidades.	Porcentaje	Conforme al 95%
Exactitud Temporal	Consistencia temporal	Conflicto temporal	Validar las fechas con el aviso de descubrimiento, según los periodos de tiempo estipulados en los contratos con la ANH.	Booleano	Conforme (1)
Exactitud Temática	Clasificación	Conflicto de clasificación	Verificar que los elementos presentes en una clase obedezcan a la descripción y los parámetros acorde con la clasificación.	Porcentaje	Conforme al 95%

8.9.4. PROSPECTO

Elemento de calidad	Subelemento de calidad	Nombre de la medida	Descripción de la medida	Tipo de valor	Nivel de conformidad
Totalidad	Comisión	Exceso de entidades	Verificar la existencia de polígonos adicionales que no aparecen en los registros.	Booleano	Conforme (1)
	Omisión	Falta de entidades	Verificar la no existencia polígonos faltantes según la base de datos de la compañía.	Booleano	Conforme (1)
Consistencia Lógica	Consistencia topológica	Conflicto topológico	Confirmar el cumplimiento de las reglas topológicas. La proyección en superficie debe estar contenida en el área contratada. Se admite superposición de entidades de la misma clase al tratarse de abstracciones a diferentes profundidades.	Porcentaje	Conforme al 95%

Exactitud de posición	Exactitud absoluta	Conflicto de posición	Verificar la posición y área de los polígonos asignados con las áreas de negocio.	Porcentaje	Conforme al 95%
Exactitud Temporal	Consistencia temporal	Desfase temporal	Validar las fechas con el aviso de descubrimiento, según los periodos de tiempo estipulados en los contratos con la ANH.	Booleano	Conforme (1)
Exactitud Temática	Clasificación	Conflicto de clasificación	Verificar que los elementos presentes en una clase obedezcan a la descripción y los parámetros acorde con la clasificación.	Porcentaje	Conforme al 95%

8.9.5. CONTACTO HIDROCARBURO

Elemento de calidad	Subelemento de calidad	Nombre de la medida	Descripción de la medida	Tipo de valor	Nivel de conformidad
Totalidad	Comisión	Exceso de entidades	Verificar la existencia de elementos adicionales que no aparecen en los registros.	Booleano	Conforme (1)
	Omisión	Falta de entidades	Verificar la no existencia elementos faltantes según la base de datos de la compañía.	Booleano	Conforme (1)
Consistencia Lógica	Consistencia topológica	Conflicto topológico	Confirmar el cumplimiento de las reglas topológicas. No debe superponerse con entidades de la misma clase. No debe interceptarse con entidades de la misma clase. No debe superponerse con entidades de la clase falla geológica. Debe haber continuidad en el trazo del contacto que se representa.	Porcentaje	Conforme al 95%
Exactitud Temática	Clasificación	Conflicto de clasificación	Verificar que los elementos presentes en una clase obedezcan a la descripción y los parámetros acorde con la clasificación.	Porcentaje	Conforme al 95%

8.9.6. CONTORNO DE AREA NETA PETROLÍFERA

Elemento de calidad	Subelemento de calidad	Nombre de la medida	Descripción de la medida	Tipo de valor	Nivel de conformidad
Totalidad	Comisión	Exceso de entidades	Verificar la existencia de elementos adicionales que no aparecen en los registros.	Booleano	Conforme (1)
	Omisión	Falta de entidades	Verificar la no existencia elementos faltantes según la base de datos de la compañía.	Booleano	Conforme (1)
Consistencia Lógica	Consistencia topológica	Conflicto topológico	Confirmar el cumplimiento de las reglas topológicas. No debe superponerse con entidades de la misma clase. No debe interceptarse con entidades de la misma clase. No debe superponerse con entidades de la clase falla geológica. Debe haber continuidad en una misma isolínea según el espesor de arena neta que representa. Los contornos deben estar completamente contenidos en la delimitación del yacimiento el cual describen.	Porcentaje	Conforme al 95%
Exactitud de posición	Consistencia absoluta	Conflicto de posición	Verificar la posición de los elementos respecto a la ubicación real.	Porcentaje	Conforme al 95%
Exactitud Temática	Clasificación	Conflicto de clasificación	Verificar que los elementos presentes en una clase obedezcan a la descripción y los parámetros acorde con la clasificación.	Porcentaje	Conforme al 95%

8.9.7. ÁREA CONTRATADA

Elemento de calidad	Subelemento de calidad	Nombre de la medida	Descripción de la medida	Tipo de valor	Nivel de conformidad
Totalidad	Comisión	Exceso de entidades	Verificar la existencia de polígonos adicionales que no aparecen en los registros de la ANH.	Booleano	Conforme (1)
	Omisión	Falta de entidades	Verificar la no existencia polígonos faltantes según la base de datos de la ANH.	Booleano	Conforme (1)
Consistencia Lógica	Consistencia topológica	Conflicto topológico	Confirmar el cumplimiento de las reglas topológicas. Adyacencia con entidades de	Booleano	Conforme al 95%

			su misma clase. No debe haber superposición de elementos de la misma clase.		
Exactitud de posición	Consistencia absoluta	Conflicto de posición	Verificar la posición y área de los polígonos asignados con las áreas de negocio.	Porcentaje	Conforme al 95%
Exactitud Temporal	Consistencia temporal	Desfase temporal	Validar las fechas de vigencia, según los periodos de tiempo estipulados en los contratos con la ANH.	Booleano	Conforme (1)
Exactitud Temática	Clasificación	Conflicto de clasificación	Verificar que los elementos presentes en una clase obedezcan a la descripción y los parámetros acorde con la clasificación.	Porcentaje	Conforme al 95%

8.9.8. ÁREA DE EVALUACIÓN

Elemento de calidad	Subelemento de calidad	Nombre de la medida	Descripción de la medida	Tipo de valor	Nivel de conformidad
Totalidad	Comisión	Exceso de entidades	Verificar la existencia de polígonos adicionales que no aparecen en los registros de la ANH.	Booleano	Conforme (1)
	Omisión	Falta de entidades	Verificar la no existencia polígonos faltantes según la base de datos de la ANH.	Booleano	Conforme (1)
Consistencia Lógica	Consistencia topológica	Conflicto topológico	Confirmar el cumplimiento de las reglas topológicas. Contención en el polígono de área contratada. No se admite superposición con entidades de la clase área de explotación.	Porcentaje	Conforme al 95%
Exactitud de posición	Consistencia absoluta	Conflicto de posición	Verificar la posición y área de los polígonos asignados con las áreas de negocio.	Porcentaje	Conforme al 95%
Exactitud Temporal	Consistencia temporal	Desfase temporal	Validar las fechas de vigencia, según los periodos de tiempo estipulados en los contratos con la ANH.	Booleano	Conforme (1)
Exactitud Temática	Clasificación	Conflicto de clasificación	Verificar que los elementos presentes en una clase obedezcan a la descripción y los parámetros acorde con la clasificación.	Porcentaje	Conforme al 95%

8.9.9. ÁREA EN EXPLORACIÓN

Elemento de calidad	Subelemento de calidad	Nombre de la medida	Descripción de la medida	Tipo de valor	Nivel de conformidad
Totalidad	Comisión	Exceso de entidades	Verificar la existencia de polígonos adicionales que no aparecen en los registros.	Booleano	Conforme (1)
	Omisión	Falta de entidades	Verificar la no existencia de polígonos faltantes según la base de datos de la compañía.	Booleano	Conforme (1)
Consistencia Lógica	Consistencia topológica	Conflicto topológico	Confirmar el cumplimiento de las reglas topológicas. Contener en el polígono de área contratada. No se admite superposición con entidades de la clase área de explotación.	Porcentaje	Conforme al 95%
Exactitud de posición	Consistencia absoluta	Conflicto de posición	Verificar la posición y área de los polígonos asignados con las áreas de negocio.	Porcentaje	Conforme al 95%
Exactitud Temporal	Consistencia temporal	Desfase temporal	Validar las fechas de vigencia, según los periodos de tiempo estipulados en los contratos con la ANH.	Booleano	Conforme (1)
Exactitud Temática	Clasificación	Conflicto de clasificación	Verificar que los elementos presentes en una clase obedezcan a la descripción y los parámetros acorde con la clasificación.	Porcentaje	Conforme al 95%

8.9.10. ÁREA DE EXPLOTACIÓN

Elemento de calidad	Subelemento de calidad	Nombre de la medida	Descripción de la medida	Tipo de valor	Nivel de conformidad
Totalidad	Comisión	Exceso de entidades	Verificar la existencia de polígonos adicionales que no aparecen en los registros.	Booleano	Conforme (1)
	Omisión	Falta de entidades	Verificar la no existencia de polígonos faltantes según la base de datos de la compañía.	Booleano	Conforme (1)
Consistencia Lógica	Consistencia topológica	Conflicto topológico	Confirmar el cumplimiento de las reglas topológicas. Contener en el polígono de área contratada. Contener los polígonos de campos comerciales asociados.	Porcentaje	Conforme al 95%
Exactitud de posición	Consistencia absoluta	Conflicto de posición	Verificar la posición y área de los polígonos asignados con las áreas de negocio.	Porcentaje	Conforme al 95%

Exactitud Temporal	Consistencia temporal	Desfase temporal	Validar las fechas de vigencia, según los periodos de tiempo estipulados en los contratos con la ANH.	Booleano	Conforme (1)
Exactitud Temática	Clasificación	Conflicto de clasificación	Verificar que los elementos presentes en una clase obedezcan a la descripción y los parámetros acorde con la clasificación.	Porcentaje	Conforme al 95%

8.9.11. CAMPO COMERCIAL

Elemento de calidad	Subelemento de calidad	Nombre de la medida	Descripción de la medida	Tipo de valor	Nivel de conformidad
Totalidad	Comisión	Exceso de entidades	Verificar la existencia de polígonos adicionales que no aparecen en los registros.	Booleano	Conforme (1)
	Omisión	Falta de entidades	Verificar la no existencia polígonos faltantes según la base de datos de la compañía.	Booleano	Conforme (1)
Consistencia Lógica	Consistencia topológica	Conflicto topológico	Confirmar el cumplimiento de las reglas topológicas. La delimitación del campo debe estar completamente contenido en el polígono de área de explotación.	Porcentaje	Conforme al 95%
Exactitud de posición	Consistencia absoluta	Conflicto de posición	Verificar la posición y área de los polígonos asignados con las áreas de negocio.	Porcentaje	Conforme al 95%
Exactitud Temporal	Consistencia temporal	Desfase temporal	Validar las fechas de vigencia, según los periodos de tiempo estipulados en los contratos con la ANH.	Booleano	Conforme (1)
Exactitud Temática	Clasificación	Conflicto de clasificación	Verificar que los elementos presentes en una clase obedezcan a la descripción y los parámetros acorde con la clasificación.	Porcentaje	Conforme al 95%

8.9.12. LOCALIZACIÓN DEL POZO EN SUPERFICIE

Elemento de calidad	Subelemento de calidad	Nombre de la medida	Descripción de la medida	Tipo de valor	Nivel de conformidad
Totalidad	Comisión	Exceso de entidades	Verificar la existencia de pozos adicionales que pueden estar duplicados en los registros.	Booleano	Conforme (1)

	Omisión	Falta de entidades	Verificar los pozos en superficie faltantes perforados o planeados.	Booleano	Conforme (1)
Consistencia Lógica	Consistencia topológica	Conflicto topológico	Confirmar el cumplimiento de las reglas topológicas. Contenedencia en el polígono de área contratada. Debe coincidir con el nodo inicial de la trayectoria de perforación. Se admite superposición de entidades de la misma clase.	Porcentaje	Conforme al 95%
Exactitud de posición	Consistencia absoluta	Conflicto de posición	Verificar la posición planimétrica y altimétrica del pozo según el sistema de referencia.	Porcentaje	Conforme al 95%
Exactitud Temporal	Consistencia temporal	Desfase temporal	Validar las fechas de vigencia, según los periodos de tiempo estipulados en los contratos con la ANH.	Booleano	Conforme (1)
Exactitud Temática	Clasificación	Conflicto de clasificación	Verificar que los elementos presentes en una clase obedezcan a la descripción y los parámetros acorde con la clasificación.	Porcentaje	Conforme al 95%

8.9.13. LOCALIZACION DEL POZO EN FONDO

Elemento de calidad	Subelemento de calidad	Nombre de la medida	Descripción de la medida	Tipo de valor	Nivel de conformidad
Totalidad	Comisión	Exceso de entidades	Verificar la existencia de pozos adicionales que pueden estar duplicados en los registros.	Booleano	Conforme (1)
	Omisión	Falta de entidades	Verificar los pozos en fondo faltantes perforados o planeados.	Booleano	Conforme (1)
Consistencia Lógica	Consistencia topológica	Conflicto topológico	Confirmar el cumplimiento de las reglas topológicas. Contenedencia en el polígono de área contratada. Debe coincidir con el nodo final de la trayectoria. No se admite superposición con entidades de la misma clase.	Porcentaje	Conforme al 95%
Exactitud de posición	Consistencia absoluta	Conflicto de posición	Verificar la posición de planimétrica y altimétrica del pozo según el sistema de referencia.	Porcentaje	Conforme al 95%
Exactitud Temporal	Consistencia temporal	Desfase temporal	Validar las fechas de vigencia, según los periodos de tiempo estipulados en los contratos con la ANH.	Booleano	Conforme (1)

Exactitud Temática	Clasificación	Conflicto de clasificación	Verificar que los elementos presentes en una clase obedezcan a la descripción y los parámetros acorde con la clasificación.	Porcentaje	Conforme al 95%
--------------------	---------------	----------------------------	---	------------	-----------------

8.9.14. TRAYECTORIA DE PERFORACIÓN

Elemento de calidad	Subelemento de calidad	Nombre de la medida	Descripción de la medida	Tipo de valor	Nivel de conformidad
Totalidad	Comisión	Exceso de entidades	Verificar la existencia de trayectorias adicionales que pueden estar duplicados en los registros.	Booleano	Conforme (1)
	Omisión	Falta de entidades	Verificar las trayectorias faltantes asociados a los pozos planeados o perforados.	Booleano	Conforme (1)
Consistencia Lógica	Consistencia topológica	Conflicto topológico	Confirmar el cumplimiento de las reglas topológicas. Contenedora en el polígono de área contratada. Los vértices inicio y fin de la polilínea deben coincidir con los nodos de los pozos asociados. El trazado de la trayectoria proyectada en superficie debe ser continuo. Se admite superposición con entidades de la misma clase. Se admite intersección con entidades de la misma clase.	Porcentaje	Conforme al 95%
Exactitud de posición	Consistencia absoluta	Conflicto de posición	Verificar la posición y longitud de las trayectorias según el sistema de referencia.	Porcentaje	Conforme al 95%
Exactitud Temporal	Consistencia temporal	Desfase temporal	Validar las fechas de vigencia, según los periodos de tiempo estipulados en los contratos con la ANH	Booleano	Conforme (1)
Exactitud Temática	Clasificación	Conflicto de clasificación	Verificar que los elementos presentes en una clase obedezcan a la descripción y los parámetros acorde con la clasificación.	Porcentaje	Conforme al 95%

8.9.15. PROGRAMA SÍSMICO 2D

Elemento de calidad	Subelemento de calidad	Nombre de la medida	Descripción de la medida	Tipo de valor	Nivel de conformidad
Totalidad	Comisión	Exceso de entidades	Verificar la existencia de líneas sísmicas adicionales que no aparecen en los registros.	Booleano	Conforme (1)
	Omisión	Falta de entidades	Verificar la no existencia líneas sísmicas faltantes según la base de datos de la compañía.	Booleano	Conforme (1)
Exactitud de posición	Consistencia absoluta	Conflicto de posición	Verificar la posición y longitud de las líneas sísmicas.	Porcentaje	Conforme al 95%
Exactitud Temporal	Consistencia temporal	Desfase temporal	Validar las fechas de vigencia, según los periodos de tiempo estipulados en los contratos con la ANH.	Booleano	Conforme (1)
Exactitud Temática	Clasificación	Conflicto de clasificación	Verificar que los elementos presentes en una clase obedezcan a la descripción y los parámetros acorde con la clasificación.	Porcentaje	Conforme al 95%

8.9.16. PROGRAMA SÍSMICO 3D

Elemento de calidad	Subelemento de calidad	Nombre de la medida	Descripción de la medida	Tipo de valor	Nivel de conformidad
Totalidad	Comisión	Exceso de entidades	Verificar la existencia de trayectorias adicionales que pueden estar duplicados en los registros.	Booleano	Conforme (1)
	Omisión	Falta de entidades	Verificar la no existencia polígonos faltantes según la base de datos de la compañía.	Booleano	Conforme (1)
Exactitud de posición	Consistencia absoluta	Conflicto de posición	Verificar la posición y área de los polígonos asignados con las áreas de negocio.	Porcentaje	Conforme al 95%
Exactitud Temporal	Consistencia temporal	Desfase temporal	Validar las fechas de vigencia, según los periodos de tiempo estipulados en los contratos con la ANH.	Booleano	Conforme (1)
Exactitud Temática	Clasificación	Conflicto de clasificación	Verificar que los elementos presentes en una clase obedezcan a la descripción y los parámetros acorde con la clasificación.	Porcentaje	Conforme al 95%

8.9.17. ANALISIS TOPOLÓGICO

La calidad del producto es más notoria cuando se aplican correctamente las reglas para validar comportamientos topológicos; son de gran importancia al garantizar la consistencia e integridad de los datos espaciales mapeados. En esta sección se mostrará uno de los errores más comunes al espacializar y representar objetos geográficos de la temática en cuestión, y que es de vital importancia para la elaboración, el análisis y la interpretación de un mapa estructural.

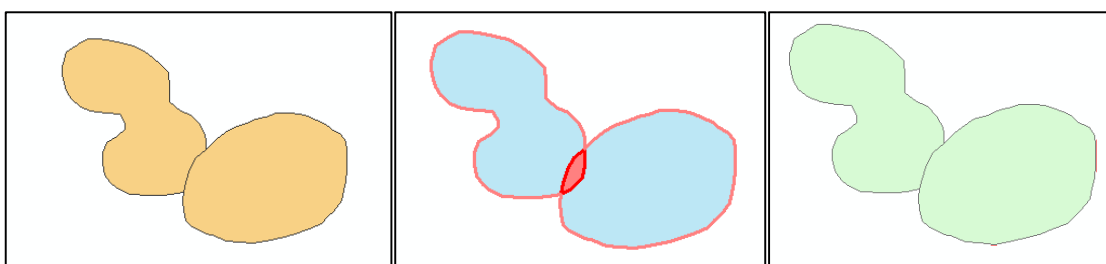


Ilustración 8. Muestra grafica topológica de superposición. Autoría Propia

En la ilustración 8 se muestra un error de superposición entre dos entidades de la clase Fallas. Mediante la validación de las reglas topológicas sobre un software para sistemas de información geográfica se corrigen errores que a la vista no son fáciles de localizar. De la misma forma se pueden identificar errores de pertenencia, contención, conectividad, continuidad según las necesidades del productor para garantizar los elementos mínimos de calidad del producto.

8.9.18. ANALISIS POSICIONAL

De acuerdo, con la escala seleccionada para este producto se eligió un nivel de conformidad de 95% en el cual, la posición de los objetos es aceptada. Con base en lo anterior, se utiliza el error medio cuadrático lineal tanto en horizontal como en vertical. Esta medida

estadística se usa con 20 puntos de muestra del conjunto de datos, obteniendo las coordenadas Norte y Este, respectivamente (Y_{dato} , X_{dato}). Posteriormente se aplican las siguientes fórmulas:

$$RMSE_y = \sqrt{\frac{\sum(Y_{dato,i} - Y_{control,i})^2}{n}}$$

$$RMSE_x = \sqrt{\frac{\sum(X_{dato,i} - X_{control,i})^2}{n}}$$

$$RMSE_r = \sqrt[2]{RMSE_x^2 + RMSE_y^2}$$

Donde i es un entero entre 1 y n ; n es el número de puntos.

Si el resultado es menor o igual al nivel de conformidad, el conjunto de datos se considera conforme. Para la comparación, se tomó como referencia la tabla 8 que describe el nivel de confianza al 95% en la exactitud posicional por escalas. (Resolución 471, 2020)

Escala	Horizontal RSME _r (m)	Exactitud Posicional Confianza 95 % (m)
1:1.000	0,3	0,52
1:2.000	0,6	1,04
1:5.000	1,5	2,60
1:10.000	3	5,2
1:25.000	7,5	13

Tabla 5. Exactitud posicional por escalas. IGAC

8.10. HISTORIA

El mapa estructural se construye a partir de datos interpretados provenientes de levantamientos sísmicos en el subsuelo, así mismo se utilizan mapas base como información complementaria para darle al usuario un contexto geográfico y contractual, en el que puede tomar decisiones con base al propósito del producto. La construcción este tipo de mapas consta fundamentalmente de los siguientes procesos:

- **Adquisición de la información:** Una vez los geofísicos han interpretado las secciones sísmicas, éstos generan un archivo ASCII con una muestra de puntos con cobertura sobre el área de estudio con valores de coordenadas y de profundidad, respectivamente. Los polígonos de fallas geológicas son exportados directamente en formato shapefile desde software petrotécnico.
- **Interpolación espacial:** Mediante la utilización de un algoritmo de interpolación espacial probabilística (kriging) es posible obtener las isohipsas o contornos estructurales del área a mapear.
- **Corrección y validación topológica:** Se verifican los comportamientos topológicos entre los objetos geográficos (considere el ejemplo entre contornos estructurales y fallas) descritos en este documento para garantizar la calidad de los datos previo al procesamiento de estos.
- **Procesamiento de los datos, Generación de superficie TIN y conversión a GRID:** La conversión de datos vector a raster es vital para la generación del mapa estructural de conformidad a las exigencias establecidas por las entidades gubernamentales que regulan el sector de hidrocarburos, En la ilustración 9 se observa cómo, partiendo desde los contornos estructurales se procede a crear la correspondiente

representación tridimensional en formato vectorial TIN, y posteriormente la conversión de la superficie en formato ráster GRID y la generación del mapa de sombras HILLSHADE permitiendo caracterizar mejor la estructura geológica y su morfología.

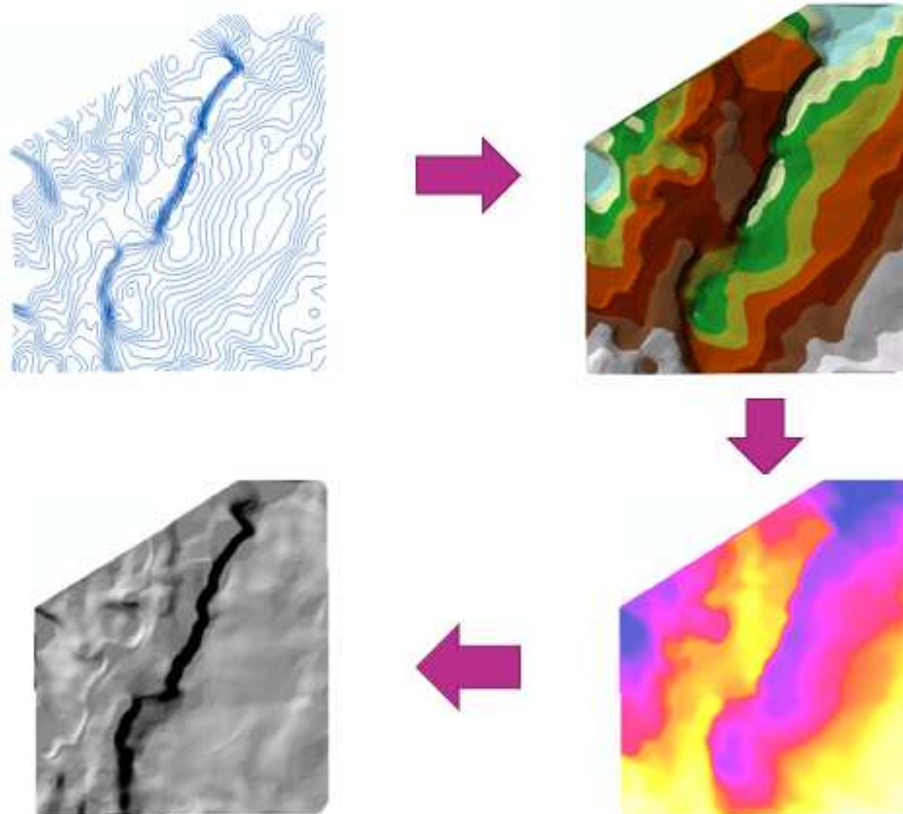















Ilustración 9. Flujo de trabajo principal. Autoría Propia

- Superponer con información complementaria (Mapa base e información temática adicional) para agregar un contexto geográfico según el propósito del mapa.
- Preparación de la salida gráfica en formato digital para su distribución y uso.

8.11. REPRESENTACIÓN

Para la representación de los objetos geográficos descritos en el catálogo de objetos de esta especificación técnica, se tomó como referencia el catálogo de símbolos propuesto por la compañía internacional petrolera Shell realizado en el año 2016, con el fin de ofrecer una primera aproximación a un estándar de comunicación cartográfica en las actividades de exploración y producción de hidrocarburos, cuyas operaciones demandaran la utilización de mapas. En la tabla 6, se lista la representación de los objetos en mención. (Shell Standard Legend, 2016)

Code	Description	Image
2401	Prospect	
2402	Oil field	
2403	Gas field	
2405	Water filled structure	
2406	Oil and gas field	
2407	Prospective/undeveloped oil field	
2408	Prospective/undeveloped gas field	
2425	Subsurface resource/Lead	
2426	Gas Oil Discovery	
2427	Oil Gas Discovery	
2432	Gas oil contact (GOC)	
2433	Estimated Gas Oil Contact	
2437	Gas Water Contact (GWC)	


















2441	Estimated Oil Water Contact	
2443	Oil Water Contact (OWC)	
2447	Prospect, Lowest Closing Contour (LCC)	
381008	Well Path	
383004	Block	
DRILNG	Well drilling	
FAULTED	Faulted / Shaled out	
DRYHOL	Dry hole	
LOCPRO	Planned well	
W000P	Well surface localtion	
W030P	Gas producing	
W300P	Oil producing	
W330P	Oil and gas producing	
W000X	Suspended	
W000S	Closed in	
W000I	Injector	
W00PI	Planned injector	

Tabla 6. Shell Standard Legend. Shell

Así mismo, se presenta a continuación la propuesta de representación gráfica para una estructura geológica (ver ilustración 10).

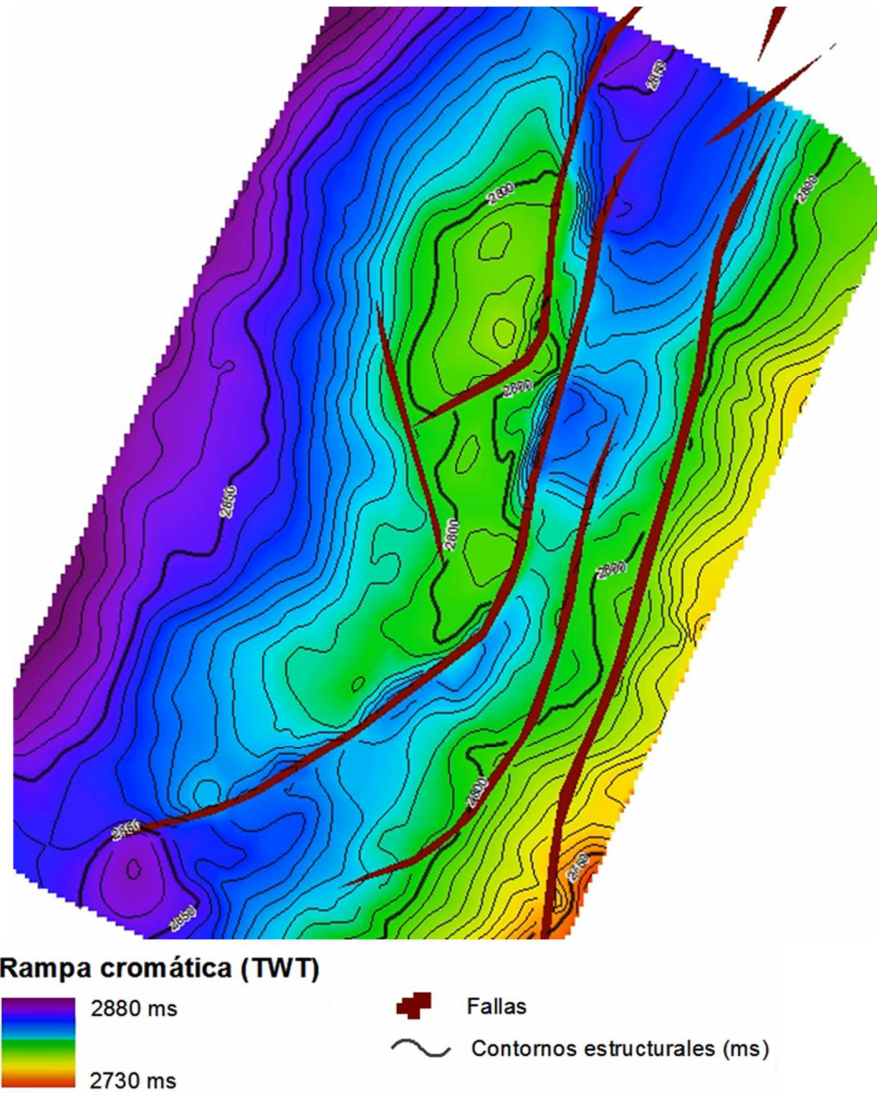


Ilustración 10. Ejemplo de simbología propuesta para un mapa estructural en tiempo TWT en unidades de milisegundos (ms) a escala 1:25.000. Autoría propia

En cuanto a la representación de los contornos estructurales se recomienda se recomienda el uso del negro, con un espaciado o intervalo de 50 pies para contornos principales y de 10

pies para contornos secundarios, siempre y cuando estos no afecten la legibilidad y calidad visual del producto. De igual modo, se debe ubicar la etiqueta con el respectivo valor de contorno (si es medido en referencia a profundidad TVDSs en unidades de pies, se antecede el signo negativo, o en tiempo TWT en cuyo caso el valor es un entero positivo en unidades de milisegundos) sobre los contornos principales y resaltarlos con un grosor de línea una unidad por encima que el utilizado en los secundarios. Para la simbología asociada a las fallas geológicas se sugiere usar la combinación de color codificada en RGB (168,0,0). Finalmente, para la representación de la superficie GRID se recurre a una rampa de color divergente como se puede apreciar en la ilustración anterior, en donde se acude a matices rojo-naranja para representar zonas más someras, y matices azul-morado para la representación de zonas más profundas de la estructura.

8.12. METADATOS

Describir los datos geográficos usados en este producto es de vital importancia para que los usuarios puedan entender las limitaciones y la aplicación de los datos. Un metadato geográfico proporciona información con el objetivo de facilitar la organización y la administración de los datos, respondiendo al usuario del producto ¿Quién es el autor del producto y quien se hace responsable por él? ¿Qué producto es y que puede mostrar? ¿Cuál es la zona geográfica que abarca? ¿Con qué parámetros técnicos se realizó el producto? Información útil para que el productor pueda documentar los elementos de su trabajo y para que el usuario pueda darle un correcto uso.

8.12.1. INFORMACIÓN DEL METADATO

Para este producto geográfico se recomienda diligenciar un metadato mínimo de carácter obligatorio generado a partir del mismo mapa. Para más información referirse a la norma técnica colombiana NTC 4611.

CAPÍTULO 9. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La realización de un documento que describa el diseño de un perfil de especificación técnica para la producción de mapas estructurales a escala 1:25.000, es un proceso dedicado y organizado, impulsado por las instituciones nacionales e internacionales, que resaltan la importancia del manejo de datos espaciales y el rol que juegan en el desarrollo de la implementación de nuevas estrategias para la evolución socioeconómica de nuestro país.

El uso de normas internacionales ISO y de normas nacionales NTC fue vital para el desarrollo de este documento, ya que proveen instrucciones y parámetros detallados sobre la realización de estándares cartográficos.

Inicialmente se realizó una revisión documental acerca de los mapas estructurales y las normas que rodean la realización de este tipo de productos, luego se levantaron los requerimientos y se planearon las actividades a realizar según las necesidades de los usuarios en el contexto de la exploración y la producción de hidrocarburos. Esta fase inicial permitió identificar generalidades de vital importancia para el proyecto y de esta forma evaluar la viabilidad de la estandarización, estableciendo las relaciones que implica realizar un mapa estructural y el campo de aplicación donde es posible utilizar los sistemas de información geográfica con la información geológica y la cartografía básica, para

aprovechar al máximo las oportunidades que nos brinda localizar y extraer recursos naturales ayudando a fortalecer la cadena de valor del sector energético.

En la segunda fase, se tomó el conocimiento práctico adquirido de la pasantía para estructurar y desarrollar el conjunto de datos, que es nuestra fuente principal de información para diseñar un modelo de datos que cumpla con las necesidades de la operación en el sector petrolero, potenciando el poder del análisis espacial y mejorando la eficiencia de las consultas complejas al planificar proyectos que ayudan a mejorar la toma de decisiones.

En la fase final, la implementación es el objetivo principal al construir un esquema de aplicación que servirá para identificar los objetos geográficos, sus respectivos atributos y las relaciones entre clases. También se construyó un catálogo de objetos según los parámetros de la ISO 19110, con el propósito de organizar, codificar y clasificar los objetos abstraídos en el esquema de aplicación, agrupándolos de acuerdo con sus características intrínsecas. En el 2020 se adoptó el sistema de referencia espacial CTM 12 para Colombia, causado por la inminente modernización del modelo de administración de tierras afectó a todos los productos de carácter geográfico, ya que, este sistema de coordenadas usa un único origen nacional y anteriormente se usaba el sistema de referencia MAGNA SIRGAS con 6 orígenes. Este cambio busca hacer más eficiente la gestión de la información geográfica, integrar la información en una base de datos interoperable entre instituciones y facilitar el acceso para todo el público. Sin embargo, no todos son beneficios porque la distorsión de área respecto al Origen Nacional aumenta a medida que se aleja del meridiano central (73°) generando incertidumbre y complicaciones para las ubicaciones más alejadas del territorio nacional. Para la industria petrolera es un grave problema porque la exactitud

y la precisión con la que se miden las áreas debe ser absoluta para todos los activos que poseen las operadoras, los errores de precisión en las coordenadas cuestan tiempo y dinero, entorpeciendo el funcionamiento de la operación petrolera. Estos indicadores repercuten, por ejemplo, en la distribución de las regalías en las jurisdicciones municipales involucradas de modo confiable según las políticas gubernamentales. Luego, se describió el proceso general de captura de la información sísmica y las recomendaciones desde el punto de vista cartográfico, así como la frecuencia de mantenimiento de los datos, su respectiva actualización y distribución del producto de datos. También se sugiere un formato de salida gráfico que estandarice la entrega de los mapas estructurales con unos elementos mínimos para su correcta presentación. Por último, se identifican los elementos de calidad que aplican para realización de este producto para cada uno de los objetos geográficos presentes en el catálogo.

9.1. RECOMENDACIONES

Las condiciones previas del proyecto impidieron un desarrollo completo y detallado de la especificación técnica para la producción de mapas estructurales a escala 1: 25.000, por lo que se sugieren las siguientes recomendaciones con el objetivo de mejorar el presente documento:

La realización de un catálogo de símbolos que describa detalladamente todo el conjunto de símbolos, consideraciones de estilo y etiquetado necesarios para la elaboración de este tipo de mapas, ya que el uso de una apropiada simbología asociada a la representación de los elementos consignados en el catálogo de objetos propuestos en esta especificación facilita la interpretación de los rasgos y en general de la variable espacial a mapear. Para lograr con

éxito esta tarea es necesario hacer una revisión mucho más profunda en materia de estandarización cartográfica y establecer sinergias entre los lineamientos establecidos por agencias cartográficas y los catálogos propuestos e implementados por compañías privadas de tal manera que se articule en un solo documento.

Otro componente que agrega valor al proyecto es sin duda, la aplicación de los métodos de evaluación de los elementos de calidad, refiriéndose a la norma internacional ISO 19157, donde abordan los técnicas y métodos para la implementación de la evaluación de la calidad, estableciendo intervalos de confianza que garantizan con exactitud la calidad de los datos representados en el mapa. En el presente documento se mencionaron cuales elementos de calidad aplicaban para los objetos geográficos en cuestión y se dieron parámetros cualitativos y referentes cuantitativos para brindar un nivel de conformidad en el cual garantice la calidad del producto. Sin embargo, se sugiere aplicar a cabalidad lo establecido en las normas internacionales para aumentar el nivel de confianza para cada uno de los elementos y subelementos analizados.

Los atributos mencionados para cada uno de los objetos geográficos en el catálogo de objetos del presente documento pueden ser modificados según las necesidades de cada usuario o incluso se pueden agregar otros atributos si el cliente así lo requiere.

CAPÍTULO 10. CONCLUSIONES.

Este perfil de especificación técnica crea un vínculo sólido entre productor y usuario, describiendo los requerimientos mínimos que deben cumplir los productores para realizar mapas estructurales garantizando un producto de calidad que se ajusta a las expectativas y criterios de usabilidad de los clientes.

La creación de un documento que brinde los elementos necesarios para producir un mapa estructural a escala 1:25.000, describiendo cada una de sus etapas según lo exigido en las normas internacionales ISO y las normas técnicas colombianas NTC, permite la centralización del conocimiento adquirido con la ayuda de un equipo interdisciplinario, mejorando la gestión y la toma de decisiones asertivas con la intención de optimizar procesos, incentivar la investigación y promover el trabajo en equipo. Consecuentemente, se ayudó a mejorar la entrega de información técnica a la ANH, EPIS y el Servicio Geológico Colombiano, asegurándose que los anexos cartográficos cumplan a cabalidad, con lo estipulado en este documento, facilitando así, el seguimiento de la ejecución de los programas, planes, avisos, informes que requieren este tipo de productos cartográficos.

Por último, este documento servirá de insumo para una futura oficialización de la estandarización técnica para la producción técnica de mapas estructurales a escala 1:25.000, luego de pasar por los debidos procesos de validación (técnica, temática y normativa), formalización ante la dependencia correspondiente y realizando un seguimiento continuo a la implementación de la especificación.

REFERENCIAS

ANH. (2004). Modelo de contrato de exploración y producción.

ANH. (2009). Conceptos Básicos de Geología y Geofísica. En *Cartilla Informativa*.
Bogotá.

ANH. (2014). *Colombia Petrolera*. Obtenido de

<http://www.anh.gov.co/Banco%20de%20informacion%20petrolera/Colombia%20Petrolera/Paginas/default.aspx>

DNP. (2009). CONPES 3585. *CONSOLIDACIÓN DE LA POLÍTICA NACIONAL DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA* (pág. 45).

ICDE. (2018). *Guía de Implementación de Especificaciones técnicas de productos de datos geográficos*. Bogotá.

IGAC. (2020). ABC Nueva proyección Cartográfica Origen Nacional.

ISO. (2004). ISO 19106. *Geographic Information - Profiles* (pág. 32).

ISO. (2009). ISO 19131. *Geographic Information - Data product specifications* (pág. 40).

ISO. (2002). ISO 19157. *Geographic Information – Data Quality*.

López, E., & Montes, E., & Garavito, A., & Collazos, M. (2013). *Flujos de capitales, choques externos y respuestas de políticas en países emergentes: La economía petrolera en Colombia*. Banco de la República.

Herrera, Y., & Cooper, N. (2010). *Manual para la adquisición y procesamiento de sísmica terrestre y su aplicación en Colombia*. Agencia Nacional de Hidrocarburos & Universidad Nacional de Colombia.

Mayorga García, F. (2008). *Banco de la República*. Obtenido de La Industria Petrolera en Colombia: <http://www.banrepcultural.org/biblioteca-virtual/credencial-historia/numero-151/la-industria-petrolera-en-colombia>

NTC 4611. (13 de Abril de 2011). *Información Geográfica. Metadato Geográfico*. (ICONTEC)

NTC 5043. (2010). *Conceptos básicos de calidad de los datos geográficos*. (ICONTEC)

NTC 5662. (19 de Mayo de 2010). *Información Geográfica. Especificación Técnica de Productos Geográficos*. (ICONTEC)

Resolución 183. (13 de Marzo de 2013). *Manual de Entrega de Información Técnica de Exploración y Producción*. (ANH)

Resolución 471. (14 de Mayo de 2020). *Especificaciones mínimas que deben tener los productos de la cartografía básica oficial de Colombia*. (IGAC)

SHELL. (2016). *Shell Standard Legend - DISCIPLINE QUALITY STANDARD*.

<https://eu007-sp.shell.com/sites/SSL/SitePages/Home.aspx>

Yacimiento | Oilfield Glossary. (2020). Oilfield Glossary.

<https://www.glossary.oilfield.slb.com/es/terms/r/reservoir#:~:text=Un%20cuerpo%20de%20roca%20del,para%20almacenar%20y%20transmitir%20fluidos.>