



Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

Vicerrectorado de  
INVESTIGACION

**Facultad de Ingeniería Geográfica, Ambiental y Ecoturismo**

“SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA EL MONITOREO DE LAS  
AMENAZAS EN EL SISTEMA DE TRANSPORTE DE HIDROCARBUROS POR  
DUCTOS. CAMISEA – PERÚ”

**Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Geógrafo**

**AUTOR**

VIDAL GUARNIZ KAREN LIZETH

**ASESOR:**

MG. ROJAS LEÓN GLADYS

**JURADO:**

DR. LESCANO SANDOVAL, JORGE

MG. GUILLÉN LEON, ROGELIA

MG. MARTINEZ CABRERA, RUBÉN

**Lima – Perú**

**2020**

## **DEDICATORIA**

*A Dios, creador de todas las cosas, que me dio la fortaleza necesaria para continuar cuando estuve a punto de caer. A mi madre, por ser la persona que ha estado a mi lado en todo momento, por darme la vida, por demostrarme su amor y apoyo incondicional y porque gracias a ella, soy una persona con buenos valores, hábitos y sentimientos. A mi abuela Zulema, porque ella hubiese querido vivir este momento conmigo, siempre la llevaré en mi corazón.*

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por las cosas maravillosas que me ha permitido vivir, porque ningún logro tendría sin su guía y ayuda, gracias a Él sigo en pie de lucha por conseguir más metas.

A mi madre, por todo el esfuerzo que hizo para poder darme una carrera profesional, a ella, mi profundo e infinito agradecimiento.

A mi novio, por su apoyo constante.

A la prestigiosa Universidad Nacional Federico Villarreal por abrirme las puertas e iniciar mi formación profesional en su casa de estudios.

A los docentes de la Facultad de Ingeniería Geográfica, Ambiental y Ecoturismo, por haber contribuido en mi formación profesional como ingeniero geógrafo, brindando sus conocimientos y enseñanzas, las cuales aplico hoy en día.

A mi asesora de tesis, Mg. Gladys Rojas León, por su constante apoyo, tiempo dedicado y por la confianza brindada en la realización de la presente tesis.

A las diferentes instituciones que colaboraron al brindarme información, que fue necesaria para la realización de la investigación.

Gracias a cada una de las personas que, sin saberlo, contribuyeron a la realización de esta meta.

# ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCION .....	1
1.1.	DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	3
1.1.1.	Descripción del problema.....	3
1.1.2.	Formulación del problema .....	4
1.1.2.1.	Problema principal.....	4
1.1.2.2.	Problemas específicos.....	4
1.2.	ANTECEDENTES.....	5
1.3.	OBJETIVOS.....	10
1.3.1.	Objetivo general.....	10
1.3.2.	Objetivos específicos .....	10
1.4.	JUSTIFICACIÓN .....	11
1.4.1.	Importancia .....	12
1.5.	HIPÓTESIS.....	13
II.	MARCO TEÓRICO.....	14
2.1.	BASES TEÓRICAS SOBRE EL TEMA DE INVESTIGACIÓN .....	14
2.1.1.	Sistemas de información geográfica.....	14
2.1.2.	Funciones de un SIG .....	16
2.1.3.	Información temática en un SIG .....	17
2.1.4.	Elementos de un SIG.....	19
2.1.5.	Funciones de un SIG .....	21
2.1.6.	Sistemas de coordenadas y proyecciones.....	23
2.1.7.	Softwares SIG en el mercado .....	23
2.1.8.	Diseño y modelamiento de datos en sistemas de información geográfica .....	24
2.1.9.	Base de datos geográfica.....	28
2.1.10.	Fases de desarrollo de un SIG según Roger Tomlinson .....	33
2.1.11.	Transporte de hidrocarburos por ductos.....	35
2.1.12.	Integridad de los ductos en el transporte de hidrocarburos .....	37
2.1.13.	Amenazas a la integridad de los ductos.....	39
2.1.14.	Incorporación de un SIG a la industria de hidrocarburos .....	46
2.1.15.	Manejo e implementación de un SIG para la organización de datos en una empresa de gas natural .....	48
2.1.16.	Conceptos y definiciones .....	49
2.1.17.	Marco Legal .....	55
2.1.18.	Marco Institucional .....	62
III.	MÉTODO .....	65
3.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	65
3.2.	ÁMBITO ESPACIAL Y TEMPORAL.....	67
3.3.	VARIABLES.....	70

3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA .....	72
3.5. INSTRUMENTOS .....	72
3.6. PROCEDIMIENTOS .....	79
3.6.1. FASE I: ANÁLISIS Y EVALUACIÓN .....	80
3.6.2. FASE II: DISEÑO Y ESTRUCTURA.....	81
3.6.3. FASE III: IMPLEMENTACIÓN .....	83
3.6.4. RECOLECCIÓN DE DATOS .....	85
CRITERIOS .....	85
IV. RESULTADOS.....	87
4.1. ANÁLISIS Y REPRESENTACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE IDENTIFICACIÓN DE LAS AMENAZAS Y SUS VARIABLES EN EL SISTEMA DE TRANSPORTE DE HIDROCARBUROS POR DUCTOS DEL PROYECTO CAMISEA. .....	88
4.1.1. Definición de objetivos, metas y propuestas del proyecto .....	88
4.1.2. Análisis de los procesos para la identificación de las amenazas .....	90
4.1.3. Identificación de la información de instituciones públicas a cargar.....	95
4.1.4. Características del sistema y requerimientos de la geodatabase.....	95
4.1.5. Herramientas y equipos informáticos.....	96
4.2. DISEÑO DEL MODELO DE BASE DE DATOS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LAS AMENAZAS EN EL SISTEMA DE TRANSPORTE DE HIDROCARBUROS POR DUCTOS DEL PROYECTO CAMISEA QUE PERMITA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA .....	102
4.2.1. Elaboración de un esquema de trabajo para la implementación del SIG.....	102
4.2.2. Creación del diseño del modelo de datos .....	103
4.2.2.1. Diseño conceptual.....	104
4.2.2.2. Diseño lógico .....	107
4.2.2.3. Diseño físico .....	110
4.2.3. Definición de los dominios a ingresar .....	115
4.2.4. Elaboración del diccionario de datos.....	116
4.2.5. Elaboración del árbol lógico de la base de datos.....	119
4.2.6. Sistemas de referencia espacial .....	120
4.2.7. Construcción de la geodatabase .....	121
4.2.8. Registro de todos los atributos en la interfaz ArcCatalog .....	131
4.2.9. Elaboración de diagrama de gestión y control .....	134
4.2.10. Diagrama general del sistema a implementar.....	135
4.3. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LAS AMENAZAS EN EL SISTEMA DE TRANSPORTE DE HIDROCARBUROS POR DUCTOS DEL PROYECTO CAMISEA .....	136
4.3.1. Compatibilidad de la información .....	136
4.3.2. Ingreso de información existente .....	136
4.3.3. Carga de archivos WMS de instituciones públicas .....	144
4.3.4. Almacenamiento .....	151

4.3.5. Análisis preliminar de los resultados de la investigación.....	152
4.3.6. Procesamiento de la información .....	152
4.3.7. Salida de datos y/o información .....	153
4.3.8. Elaboración de mapas finales .....	154
4.3.9. Prueba de errores y mantenimiento del sistema .....	164
4.3.10. Factibilidad y viabilidad del modelo planteado.....	165
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	166
VI. CONCLUSIONES .....	172
VII. RECOMENDACIONES .....	175
VIII. REFERENCIAS.....	177
IX. ANEXOS .....	181
ANEXO N° 01. DISEÑO LÓGICO DE LA BASE DE DATOS GEOGRÁFICA O GEODATABASE .....	182
ANEXO N° 02. DIAGRAMA GENERAL DE LA BASE DE DATOS .....	183
ANEXO N° 03. DICCIONARIO DE BASE DE DATOS .....	184
ANEXO N° 04. LISTADO DE DOMINIOS DE LA BASE DE DATOS .....	215
ANEXO N° 05. PLANILLAS PARA CARGA DE DATOS .....	221

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Amenazas y sus categorías. ....	45
Tabla 2. Categoría de amenazas definidas por PEMEX. ....	46
Tabla 3. Variable dependiente. ....	71
Tabla 4. Variable independiente. ....	71
Tabla 5. Información complementaria a cargar por WMS.....	78
Tabla 6. Información de fuente externa en formato WMS para carga a la base de datos .....	93
Tabla 7. Listado de herramientas informáticas empleadas .....	101
Tabla 8. Listado de las variables requeridas por el sistema .....	106
Tabla 9. Direcciones URL de las capas de fuente externa .....	114
Tabla 10. Estructura del diccionario de datos .....	118
Tabla 11. Definición del sistema de referencia de la base de datos .....	121
Tabla 12. Geoprocesos de creación / migración a la base de datos Camisea .....	133
Tabla 13. Geoprocesos complementarios para la base de datos Camisea .....	133
Tabla 14. Comparativa de horas / hombre destinadas a las actividades.....	133
Tabla 15. Formato de tabla en excel para llenado de información. Ejemplo: Feature class Redox .....	138
Tabla 16. Formato de tabla en Excel de los dominios que corresponden al feature class Redox .....	138
Tabla 17. Comparativa de ejecución de procesos .....	171

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Partes de un SIG.....	15
Figura 2. Funcionamiento lógico de un SIG.....	16
Figura 3. Representación vectorial.....	18
Figura 4. Atributos de un elemento.....	18
Figura 5. Tipo de campos de las capas.....	19
Figura 6. Componentes de un SIG.....	21
Figura 7. Representación del mundo real mediante la superposición.....	22
Figura 8. Características de un modelo de datos.....	26
Figura 9. Características de una base de datos geográfica.....	29
Figura 10. Componentes de una geodatabase.....	32
Figura 11. Diagrama de las amenazas.....	39
Figura 12. Corrosión interna de ductos.....	40
Figura 13. Corrosión externa de ductos.....	41
Figura 14. Corrosión bajo esfuerzo o por estrés.....	41
Figura 15. Fuerzas externas o Geo-amenazas.....	42
Figura 16. Rotura de ducto de gas natural.....	43
Figura 17. Modelo de recopilación de información.....	48
Figura 18. Organigrama de las nueve amenazas y sus variables - Fuente: Elaboración propia.....	76
Figura 19. Esquema general de las tres fases aplicadas en la tesis.....	79
Figura 20. Esquema de la primera fase de la metodología.....	81
Figura 21. Esquema de la segunda fase de la metodología.....	82
Figura 22. Esquema de la tercera fase de la metodología.....	84
Figura 23. Criterios para la elaboración de técnicas de recolección de datos.....	85
Figura 24. Portal de Banco de datos de Perupetro.....	92
Figura 25. Portal de información geográfica de Osinergmin.....	92
Figura 26. Esquema de representación de las amenazas en el sistema de información geográfica.....	94
Figura 27. Creación de Feature dataset y feature class.....	98
Figura 28. Definición de dominios.....	98
Figura 29. Creación de tipos de base de datos.....	100
Figura 30. Herramientas informáticas empleadas.....	101
Figura 31. Esquema para la implementación del SIG.....	103
Figura 32. Etapas en el diseño del modelo de datos.....	104
Figura 33. Entorno operativo de la base de datos.....	108
Figura 34. Diagrama UML de las relaciones y componentes del sistema.....	109
Figura 35. Creación de tipos de base de datos.....	112
Figura 36. Identificación de geometría de los atributos del sistema.....	113
Figura 37. Listado de dominios a utilizar en la geodatabase.....	115
Figura 38. Listado de dominios generales.....	116

Figura 39. Zonas UTM del Perú: 17, 18 y 19 .....	120
Figura 40. Estructura de la geodatabase.....	123
Figura 41. Campos de auditoría para los feature class .....	124
Figura 42. Estructura del dataset - Amenaza_AfectacionesPorTerceros.....	125
Figura 43. Estructura del dataset - Amenaza_CorrosionExterna .....	126
Figura 44. Estructura del dataset - Amenaza_CorrosionInterna .....	127
Figura 45. Estructura del dataset - Amenaza_CorrosionBajoEsfuerzo .....	127
Figura 46. Estructura del dataset - Amenaza_DefectosConstruccion .....	128
Figura 47. Estructura del dataset - Amenaza_DefectosFabricacion.....	129
Figura 48. Estructura del dataset - Amenaza_FallasEnEquipos.....	129
Figura 49. Estructura del dataset - Amenaza_FuerzasExternas .....	130
Figura 50. Estructura del dataset - Amenaza_OperacionesIncorrectas .....	131
Figura 51. Registro de los atributos en ArcCatalog .....	132
Figura 52. Gráfico estadístico de comparación de tiempos .....	134
Figura 53. Representación de gestión y control dedicado a la implementación del sistema de información geográfico .....	135
Figura 54. Carga de datos mediante planillas excel .....	139
Figura 55. Carga de datos mediante planillas excel.....	140
Figura 56. Resultado del proceso de carga mediante planillas Excel .....	140
Figura 57. Carga de datos mediante archivos shape .....	141
Figura 58. Carga de datos mediante archivos shape .....	142
Figura 59. Carga de datos mediante archivos shape .....	143
Figura 60. Resultado del proceso de carga de datos mediante archivos shape .....	143
Figura 61. Visualización de plataforma GEOIDEP .....	145
Figura 62. Visualización de plataforma GEOIDEP .....	145
Figura 63. Visualización de plataforma GEOIDEP .....	146
Figura 64. Visualización de plataforma GEOIDEP – Servicios WMS .....	147
Figura 65. Dirección URL del servicio WMS .....	147
Figura 66. Carga de datos de instituciones públicas mediante WMS .....	148
Figura 67. Visualización de servicios WMS.....	149
Figura 68. Visualización de servicios WMS – Resultado.....	150
Figura 69. Versionamiento de una base de datos o geodatabase.....	151
Figura 70. Geoprocesos mediante Python.....	153



## ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1. Ubicación del Sistema de transporte de hidrocarburos por ductos – Camisea.....	69
Mapa 2. Ubicación de las variables generadoras de la Amenaza Afectaciones por terceros .....	155
Mapa 3. Ubicación de las variables generadoras de la Amenaza Corrosión bajo esfuerzo .....	156
Mapa 4. Ubicación de las variables generadoras de la Amenaza Corrosión externa .....	157
Mapa 5. Ubicación de las variables generadoras de la Amenaza Corrosión interna.....	158
Mapa 6. Ubicación de las variables generadoras de la Amenaza Defectos de construcción.....	159
Mapa 7. Ubicación de las variables generadoras de la Amenaza Defectos de fabricación .....	160
Mapa 8. Ubicación de las variables generadoras de la Amenaza Fallas en equipos .....	161
Mapa 9. Ubicación de las variables generadoras de la Amenaza Fuerzas externas .....	162
Mapa 10. Ubicación de las variables generadoras de la Amenaza Operaciones incorrectas .....	163

## RESUMEN

La presente tesis describe el procedimiento realizado para el diseño e implementación de un Sistema de Información Geográfica que almacene y gestione en él, todas las variables presentes en el Sistema de transporte de hidrocarburos por ductos; estas variables conforman cada una de las nueve amenazas que afectan potencialmente la integridad de los ductos enterrados, dañando su calidad de transporte y disminuyendo su vida útil. El caso de estudio, es el proyecto Camisea que transporta gas natural (GN) y líquidos de gas natural (LGN), conocido por ser el más representativo en nuestro país, ya que marca un hito en proyectos de interés nacional, con beneficios económicos, disminución de contaminación atmosférica, entre otros.

El SIG desarrollado tiene como propósito, optimizar recursos y procesos, reducir costos de producción y facilitar la integración de datos con la tecnología actual, almacenando datos espaciales propios del proyecto, además de información de entes públicos, enriqueciendo constantemente la base de datos original en un proceso cíclico, que hace de él, una herramienta predictiva y potente para la toma de decisiones.

Se plantea que, al tratarse de un sistema de almacenamiento y visualización del espacio geográfico real con eficiencia e interactividad, el SIG pueda ser llevado a otros escenarios que también contemplen el transporte de hidrocarburos por ductos enterrados, es decir, la implementación en otras empresas y proyectos del mismo rubro tanto en Perú como en países que ejecuten programas de Gestión de Integridad de Ductos, siguiendo la normatividad peruana e internacional vigente para este tema.

**Palabras clave:** Sistemas de información geográfica (SIG), Sistema de transporte de hidrocarburos por ductos (STD), Gestión de integridad de ductos, Camisea, geodatabase.

## ***ABSTRACT***

This thesis describes the procedure carried out for the design and implementation of a Geographical Information System that stores and manages all the variables present in the hydrocarbon transport system by pipelines; These variables make up each of the nine threats that potentially affect the integrity of buried pipelines, damaging their transport quality and reducing their useful life. The case study is the Camisea project that transports natural gas (GN) and natural gas liquids (NGL), known to be the most representative in our country, since it marks a milestone in projects of national interest, with economic benefits, decrease in pollution of air and others.

The purpose of the developed GIS is to optimize resources and processes, reduce production costs and facilitate the integration of data with current technology, storing spatial data of the project, as well as information from public entities, constantly enriching the original geodatabase in a cyclic process, which makes it a predictive and powerful tool for decision making.

It is proposed that, since it is a storage and visualization system of the real geographical space with efficiency and interactivity, the GIS can be taken to other scenarios that also contemplate the transportation of hydrocarbons through buried pipelines, that is, their implementation in other companies and projects of the same heading both in Peru and in countries that execute Pipeline Integrity Management programs, following the Peruvian and international regulations in force for this issue.

**Keywords:** Geographic information systems (GIS), Hydrocarbon transport system by pipelines (STD), Pipelines integrity management system, Camisea, geodatabase.

## **I. INTRODUCCION**

La organización de la información en el rubro de hidrocarburos es fundamental para el desarrollo en ámbitos de exploración y explotación de gas natural; por la gran cantidad de datos que se manejan, es necesario que la información que se genere sea confiable, ya que afectará las decisiones que se tomen a futuro.

Los sistemas de información geográfica, hacen posible lo descrito anteriormente, el almacenamiento de la información sin perder la calidad en el transcurso del tiempo.

El trabajo de investigación fue realizado producto del interés de organizar la información de manera estructurada, acorde a los lineamientos de una empresa del rubro de hidrocarburos como el proyecto Camisea, que se caracteriza por tener estándares de calidad en su información y por ende en sus resultados. Por otra parte, se consideró también agregar información de libre acceso proporcionada por Instituciones públicas, las cuales se añadieron como servicios externos para mantener normalizada la base de datos o geodatabase.

El desarrollo de la investigación, está basado en la creación de una geodatabase, desde su diseño hasta su implementación, con información ligada a las amenazas y sus variables que pueden afectar la integridad del sistema de transporte de hidrocarburos (gas natural) por ductos, con el propósito de almacenarlas en un solo repositorio de información que brinda datos certeros y precisos, además de la ubicación espacial de cada elemento dentro del SIG; considerándose una potente herramienta para la toma de decisiones, además de su uso como un sistema predictivo ante posibles emergencias o eventos.

Lo que se espera lograr con la investigación es proveer una herramienta potente capaz de manipular grandes volúmenes de información a partir de una referencia geográfica, pudiendo ser implementado en cualquier empresa que opere hidrocarburos bajo ductos enterrados.

La tesis consta de ocho capítulos estructurados según su naturaleza, descritos a continuación.

En el Capítulo I se realiza el planteamiento del trabajo, partiendo por el problema de investigación, los objetivos, justificación e hipótesis, que son el punto de partida para el desarrollo de la investigación.

En el Capítulo II se presentan y analizan las bases teóricas del tema de investigación, normas nacionales e internacionales, de los temas principales sobre los que se fundamenta la propuesta metodológica.

El Capítulo III describe el método aplicado en la investigación, establecido en procedimientos estratégicos que fueron necesarios definir para concebir la base de datos geográfica del proyecto Camisea; el tipo de investigación realizado, el ámbito de estudio, además de los instrumentos de recolección de datos que fueron necesarios.

En el Capítulo IV se detallan los resultados obtenidos en las fases de diseño e implementación, los lineamientos necesarios para la realización del trabajo; y el ingreso de los datos espaciales, almacenamiento y procesamiento, y posterior representación de la realidad en la salida de datos y/o información.

En el Capítulo V se da un análisis general y específico de los resultados obtenidos a partir de la implementación de la geodatabase, y cómo dicha implementación impacta en la organización de los datos, sus pro y contras, además de las apreciaciones personales del trabajo de investigación.

Los Capítulos VI y VII hacen referencia a las conclusiones y recomendaciones de la tesis, para una futura o posterior investigación que se encuentre en la misma línea temática del presente trabajo.

Por último, el capítulo VIII muestra las referencias bibliográficas empleadas.

## **1.1. Descripción y formulación del problema**

### **1.1.1. Descripción del problema**

Las actividades en el sector de hidrocarburos por ductos enterrados, específicamente de gas natural, sufren en toda su trayectoria diversos problemas o situaciones que afectan su integridad, como la aparición de ciertas condiciones o variables que, en situaciones específicas como el tipo de suelo, pendiente, fenómenos naturales, etc., llegan a formar amenazas latentes (corrosión externa, corrosión interna, corrosión bajo esfuerzo, afectaciones por terceros, fuerzas externas, operaciones incorrectas, defectos de fabricación, falla en equipos y defectos de construcción) que representan un riesgo para el transporte de hidrocarburos y para la sociedad, es por ello que muchas compañías de este rubro, ven necesario desarrollar algún tipo de plan o propuesta que involucre la gestión de integridad y unificación de datos en este tipo de transporte, para acceder a su información de forma inmediata y actualizada, que se encuentra dentro de un entorno geográfico variado.

De lo señalado, se derivó que el problema es la falta de gestión de la información en el proceso de identificación de las amenazas que afectan la integridad de los ductos, debido a que la operación del proyecto Camisea genera datos constantes y no se almacenan de forma adecuada, lo que trae consigo, omisión de datos, duplicidad de esfuerzo para la toma de decisiones, etc. Por ello, en el presente trabajo investigación se evaluó de qué manera la aplicación de un sistema de información geográfica, contribuye y beneficia a la gestión de la información generada.

## **1.1.2. Formulación del problema**

### **1.1.2.1. Problema principal**

¿En qué medida la implementación de un sistema de información geográfica permitirá monitorear e identificar las amenazas existentes en el sistema de transporte de gas natural del proyecto Camisea?

### **1.1.2.2. Problemas específicos**

1. ¿Cómo el análisis y representación de procedimientos favorecen la implementación de un sistema de información geográfica para el monitoreo de las amenazas en el transporte de hidrocarburos por ductos del proyecto Camisea?
2. ¿Cuál es el modelo de datos necesario para la identificación de las amenazas en el sistema de transporte de hidrocarburos por ductos del proyecto Camisea que permita la implementación de un sistema de información geográfica?
3. ¿De qué manera la aplicación de un sistema de información geográfica contribuye en el proceso de identificación de las amenazas en el transporte de hidrocarburos por ductos del proyecto Camisea?

## 1.2. Antecedentes

**OSINERGMIN (2008) “Sistema de información geográfico de la gerencia de fiscalización en hidrocarburos”**, la gerencia de Fiscalización de hidrocarburos del OSINERGMIN, desarrolló un proyecto destinado a contar con un completo registro de los agentes o componentes del sector hidrocarburos, consignando su ubicación espacial (georreferenciada) y el tipo de operación. El GIS desarrollado, consolidó la información propia de OSINERGMIN, de la ubicación de más de 20 000 agentes que almacenan o comercializan todo tipo de combustibles en Lima Metropolitana y Callao, la aparición de nuevos agentes, así como también la ubicación de los ya detectados. Contiene la ubicación de más de 30 000 puntos de afluencia masiva, como colegios, hospitales, mercados, iglesias, comisarías, cuarteles, centros comerciales, cárceles, etc.

El GIS cuenta con toda la cartografía de la ciudad, así como imágenes de satélite actualizadas en alta resolución, de radar y multiespectrales, también provee datos que permiten apoyar la verificación del cumplimiento de normativa vigente para la conservación del medio ambiente, la cantidad de productos inflamables, vías de acceso y escape en caso de emergencias, así como las distancias de seguridad (área de influencia, derecho de vía, etc.) terminales, refinerías, y diferentes tipos de establecimientos involucrados en el sector de hidrocarburos.

El proyecto desarrollado contó con dos etapas, la primera de ellas incluyó el modelamiento y construcción de la aplicación, así como la consolidación de los datos de Lima metropolitana y el Callao. La segunda etapa consistió en la optimización de la información temática georreferenciada para su carga en el sistema, complementando con datos del resto del país, incluyó la ubicación cartográfica de establecimientos que no fueron cargados en la primera etapa, la geo-



codificación de direcciones, la ubicación de redes de agua, red de telefonía y el sistema de hidrocarburos por ductos (redes de gas natural).

Se contempló el desarrollo de un *software* de trazabilidad de unidades, entre plantas de abastecimiento (city gate) y agentes de mercado (distribuidores) que permiten controlar el ingreso o salida de las unidades de transporte de hidrocarburos.

Las instituciones públicas, privadas y personas naturales en general pueden utilizar la herramienta desarrollada de forma gratuita, en el portal institucional, siendo de gran ayuda para la determinación de zonas vulnerables, en caso de incendios o accidentes en instalaciones que almacenen combustibles, en un radio de 100 metros a la redonda. Permite a las autoridades tomar las acciones de prevención, mitigación o evacuación según corresponda.

**Martínez, D. (2010) “Diseño de un modelo de datos geográficos para la gestión empresarial. Caso de estudio: Aguas Kapital, Bogotá S.A. esp. Empresa de acueducto”,** el documento integra un modelo de datos geográficos para la gestión de acueductos, mediante la creación de un modelo de indicadores de gestión para las áreas involucradas en el proceso (mantenimiento y operación de la red de acueducto) de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá ESP, identificando los datos necesarios que conlleven a resultados para la gestión empresarial y toma de decisiones. El modelo de datos está basado en el diseñado por ESRI, el cual, representa la red geométrica del acueducto sin la información, la cual se integró progresivamente, producto de la propia información que la operación del Acueducto produce. El diseño se complementa con los procedimientos para el cálculo de indicadores de gestión que tienen como base la relación de los datos geográficos mediante funciones espaciales. Su metodología de trabajo, se basó en la desarrollada por Tomlinson (2007) que integra los

lineamientos gerenciales y el modelo de datos espacial. El resultado es un modelo lógico de datos geográficos, enfocado a la medición de indicadores de gestión; los cuales son representados a través de mapas, tablas, etc., que permite el control espacial de la información y la gestión.

**Chaglla, L. (2010) “Diseño e implementación de una aplicación SIG para la administración del sistema hídrico en la unidad del plan de ordenamiento territorial rural de la Municipalidad de Cuenca, utilizando ArcGIS Desktop y ArcGIS Server Enterprise”**, el documento describe el proceso de diseño de un sistema de información geográfica para su implementación y así monitorear el sistema hídrico del Cantón Cuenca, dentro de este procedimiento realizan una reingeniería de la aplicación SIG Cliente-Servidor, a una nueva plataforma GIS, cumpliendo con los requisitos de integridad de la información, así como el acceso de múltiples usuarios en simultáneo para las consultas sistemáticas y la difusión masiva de los resultados obtenidos. En el informe indican que en la etapa de análisis y diseño se determinó el lenguaje de programación para la implementación, aplicando en este caso Visual Basic. El modelo para el diseño empleado, fue el geo-relacional, basada en el “Modelo de datos de ArcGIS”, que se creó con “ArcGIS Diagrammer” estableciendo relaciones entre entidades geográficas, permitiendo así, actualizar el modelo en capas (*feature class*) de la Unidad del Plan de Ordenamiento Territorial Rural, ya que anteriormente, contaban con archivos en formato *shape* y una base de datos Access. La información necesaria para el desarrollo del SIG fue proporcionada por la Municipalidad de Cuenca, en formato *shape*, dichos datos fueron migrados con un procesador ArcSDE (ArcGIS Server) conservando los datos centralizados; para el proceso de edición / actualización.

**Sánchez, A. (2014) “Metodología para implementar un Sistema de Gestión de Integridad en ductos de transporte de gas natural”** la investigación determina el grado de conocimiento de los profesionales del sector hidrocarburos sobre la implementación de un sistema de gestión de integridad en ductos de transporte de gas natural, proponiendo una metodología al respecto en base al marco normativo peruano. La investigación fue realizada de tipo exploratorio porque consistió en analizar un tema poco estudiado y descriptivo porque se retrataron situaciones y contextos para determinar las características del tema analizado, con un cuestionario auto administrado para explorar las variables que dan respuesta al objetivo, con ello, se demostró que los supervisores de Osinergmin no tienen el adecuado conocimiento para implementar y supervisar un Sistema de Gestión de Integridad en ductos de transporte de gas natural, proponiendo una metodología para implementación.

**Tovar, G., Ballesteros, M. (2015) “Procesos para la estructuración y actualización de una base de datos geográfica para un sistema de ductos de transporte de hidrocarburos”**, el documento realizado describe los procesos aplicados en base a una metodología dirigida a la estructuración de grandes cantidades de información que se maneja en un sistema de ductos de conducción de hidrocarburos, enfocándose en la automatización de los procesos, los que demandarían mayor cantidad de tiempo en su ejecución, sino se aplicasen construcción de modelos (*Model builder*). Este proceso permite agilizar las actualizaciones, disminuyendo la cantidad de errores sistemáticos o humanos que puedan presentarse en el procesamiento de la información. Toman como base el ducto que lleva hidrocarburos, representado por la metodología en el documento y

que tiene como objetivo un resultado que servirá como base o soporte de múltiples actividades dentro de la industria.

El proceso de actualización de su información para alimentar la *geodatabase* se compone básicamente por el desarrollado por ESRI denominado APDM (ArcGIS Pipeline Data Model) en la versión 5, ya que no existían antecedentes aplicando la metodología deseada en el país de desarrollo del trabajo de investigación (Colombia), dicho modelo ha sido diseñado para la industria de transporte de hidrocarburos, pero requirió establecer técnicas de estructuración, suponiendo un reto en la realización y creación de procesos para la satisfacción del proyecto. La propuesta del desarrollo de la metodología, según los autores, sirve como precedente y da un gran paso para futuras aplicaciones.

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo general**

Evaluar la implementación de un sistema de información geográfica para la identificación y representación espacial de las amenazas y sus variables, presentes en el sistema de transporte de hidrocarburos por ductos del proyecto Camisea.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

1. Analizar y representar el procedimiento de identificación de las amenazas y sus variables en el sistema de transporte de hidrocarburos por ductos del proyecto Camisea.
2. Diseñar el modelo de base de datos para la identificación de las amenazas en el sistema de transporte de hidrocarburos por ductos del proyecto Camisea que permita la implementación de un sistema de información geográfica.
3. Implementar el sistema de información geográfica para la identificación de las amenazas en el sistema transporte de hidrocarburos por ductos del proyecto Camisea.

#### 1.4. Justificación

Se pudo identificar que las empresas que transportan gas natural no tienen un modelo específico que involucre la trata adecuada de este tipo de información, teniendo omisiones, duplicados, errores cuantitativos y cualitativos que perjudican a corto plazo los análisis y la correcta toma de decisiones.

La realización del trabajo de investigación está ligada al análisis del riesgo y la integridad de los ductos en el sistema de transporte de hidrocarburos del proyecto Camisea, así como la importancia de organizar la información de todas las amenazas y sus variables (las que componen la amenaza) según las especificaciones dadas por la Asociación Regional de Empresas de Petróleo y Gas – ARPEL.

Se decidió realizar el estudio de este tema, porque al ser un sistema que distribuye un recurso natural bajo ductos enterrados, implica que tiene que superar muchos obstáculos en su transporte, ya sea porque el punto inicial se encuentra en Cusco y tiene que recorrer aproximadamente 750 kilómetros hasta Lima, así como también el tipo de topografía que se debe superar para llevar a cabo esta hazaña, además de otros puntos que serán detallados a fondo en el desarrollo del trabajo.

Contemplando estas limitaciones, se planteó diseñar e implementar un Sistema de Información Geográfica, mediante un *software* licenciado como es el ArcGIS, capaz de brindar una potente herramienta y sistema bajo códigos de programación, para la recopilación, organización y análisis de los datos de entrada.

Se optó por trabajar Camisea porque es el único de su clase en nuestro país, y porque reúne todas las características necesarias para la implementación de un sistema de información geográfica capaz de organizar su información. Mediante el *software* se proyecta el diseño de una *geodatabase* que almacene datos espaciales, con el propósito de realizar operaciones vectoriales que analicen el comportamiento

de los datos mediante consultas espaciales, facilitando así la representación de la realidad con datos muy precisos para los usuarios finales que consulten este sistema, además que el modelo podría ser implementado en otros proyectos a nivel internacional bajo los mismos estándares establecidos.

#### **1.4.1. Importancia**

La importancia de este proyecto radica en que una base de datos geográfica unifica todo tipo de información espacial que presente geometría alguna (punto, línea o polígono) además de datos tabulares; para el mejoramiento de las acciones de planeación y toma de decisiones, cuyo resultado final será la administración de la información mediante una base de datos organizada y estructurada.

Representa también para el ambiente, una herramienta de almacenamiento de información susceptible/vulnerable, como recursos naturales, flora, fauna, composición del terreno, fenómenos meteorológicos, etc., que se encuentre involucrada dentro del proyecto Camisea, pudiendo agregar información espacial según las variaciones que sufran en el transcurso del tiempo.

De esta forma, el diseño de *geodatabase* a implementar puede ser utilizado por cualquier empresa del sector hidrocarburos, nacional y privado, que opere y transporte gas natural bajo ductos enterrados, como Petroperú, Calidda, Perú LNG, Contugas, etc., porque al representar un modelo con metodología estándar aplicable al manejo de información, capaz de administrar gran cantidad de información, puede ser dinámico y a la vez una herramienta predictiva. La función del usuario en todo este proceso, es el de salvaguardar el funcionamiento del sistema de forma correcta, con una retroalimentación

constante, permitiendo al mismo usuario, obtener datos actuales y verídicos en la toma de decisiones, lo cual hace que el SIG sea una herramienta de vital importancia.

### **1.5. Hipótesis**

La implementación de un sistema de información geográfica contribuirá a la mejora en la gestión de la información generada en el proceso de identificación de las amenazas y sus variables del sistema de transporte de hidrocarburos por ductos del proyecto Camisea.



## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Bases teóricas sobre el tema de investigación

#### 2.1.1. Sistemas de información geográfica

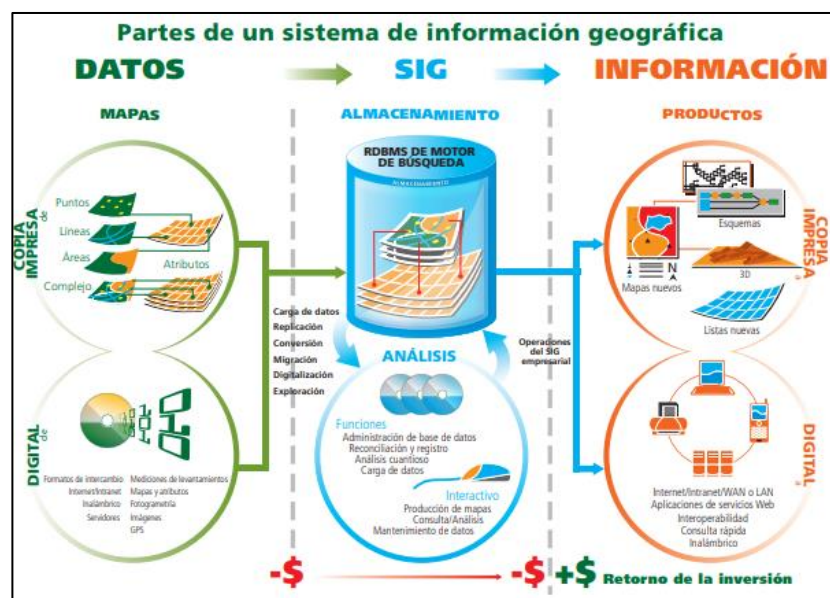
Existen muchas definiciones para los sistemas de información geográfica (SIG), a continuación, según la revisión bibliográfica, se destacan las siguientes:

1. *Aronoff, S. (1989) Geographic Information Systems: A Management Perspective. Ottawa: WDL Publications* “Un sistema de información geográfica está basado en sistemas informáticos que proporciona cuatro grupos de operaciones para manejar datos georreferenciados: Captura de datos y preparación, dirección de los datos: almacenamiento y mantenimiento, manipulación de los datos y análisis y presentación final de los datos”
2. *NCGIA (1990) The research plan of the National Center for Geographic Information and Analysis. International Journal of Geographical Information Systems 3(2): 117* “Un sistema de información geográfica es un conjunto de *hardware, software* y procedimientos elaborados para facilitar la obtención, gestión, manipulación, análisis, modelado, representación y salida de datos espacialmente referenciados, para resolver problemas complejos de planificación y gestión.”
3. *Lo Pang, C. & Yeung, A. (2002): Concepts and Techniques of Geographic Information Systems. New Jersey: Prentice Hall* “Un SIG es una combinación de sistema con computadora, basado en manejar los datos geográficos y usar los mismos, para resolver problemas espaciales. Es capaz de capturar, almacenar, manipular y visualizar los datos que contienen una

referencia geográfica y los convierte en información espacial útil en la solución de problemas espaciales complejos. El énfasis en los datos geográficos y la capacidad de analizar los datos espacialmente distinguen los SIG de otros tipos de sistemas de información”

Para este trabajo se empleó lo planteado por Roger Tomlinson quien es considerado el padre de los sistemas de información geográfica:

*Tomlinson, R. (1964) Thinking about GIS: Geographic Information System Planning for Managers (Third Edition). Redlands, California: ESRI Press.* “El SIG es una aplicación informática cuyo objetivo es desarrollar un conjunto de tareas con información geográfica digitalizada, siendo una tecnología particularmente horizontal por cuanto tiene una amplia variedad de usos en el entorno industrial e intelectual. Una definición simple no es suficiente ya que se necesita una herramienta más flexible para explicarlo: un modelo de datos.”



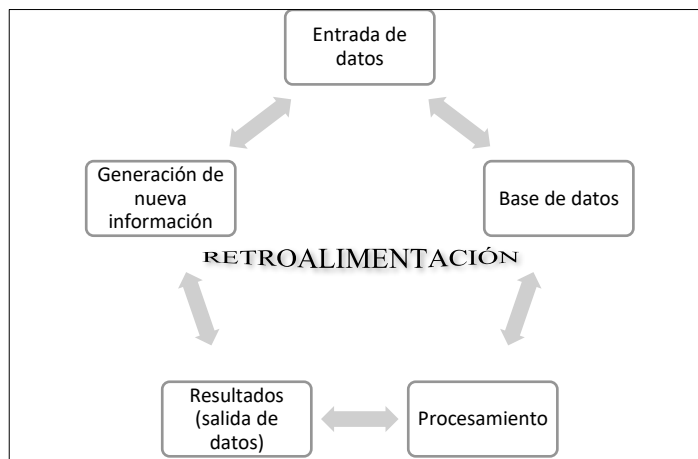
**Figura 1.** Partes de un SIG.

*Nota:* Modelo holístico de un SIG, que convierte datos en información útil mediante un análisis. *Fuente:* Tomlinson, R. (2008). *Pensando en el SIG. Tercera edición.* Recuperado de: [http://downloads2.esri.com/ESRIpress/images/147/think3\\_ch1\\_SP.pdf](http://downloads2.esri.com/ESRIpress/images/147/think3_ch1_SP.pdf)

Según Tomlinson, el gráfico anterior presenta un modelo. Si se comprende analíticamente lo dicho por Tomlinson, se dice entonces que el SIG permite almacenar todos los datos espaciales en una base de datos geográfica, alimentándose de los atributos de los datos de “entrada” (*Input*) donde las funciones y análisis están controladas de manera interactiva por un operario con el propósito de generar los productos finales necesarios (*Output*).

### 2.1.2. Funciones de un SIG

El papel principal de los SIG es ofrecer herramientas que permitan obtener en forma rápida y precisa información de un gran volumen de datos. Sin unos datos bien estructurados la información que puede extraerse de ellos puede ser muy reducida y puede tomar mucho tiempo en obtener resultados.



**Figura 2.** *Funcionamiento lógico de un SIG*

*Nota:* La figura presenta el funcionamiento en concreto de un SIG, teniendo como base fundamental el ingreso de datos. *Fuente:* *Elaboración propia.*

Pérez, et.al (2013) afirma que las funciones que cumple un SIG van acorde al propósito en específico que tenga la organización o empresa (según requerimiento) siendo las siguientes:

- Ingreso y organización de datos espaciales y tabulares.

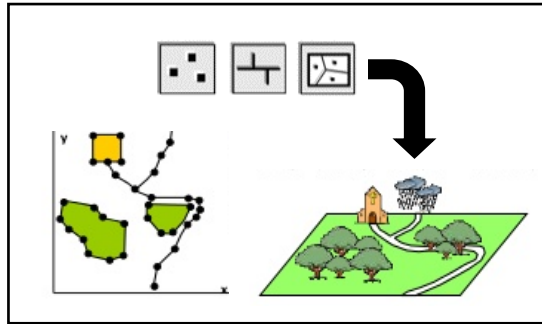
- Almacenamiento de la información en una base de datos geográfica que conserve los atributos de los objetos.
- Administración y gestión del SIG para realizar consultas.
- Generación de información (resultados) a partir de los datos consultados en la base de datos.
- Búsquedas y consultas espaciales: ¿Dónde? ¿Cómo?
- Representación gráfica y tabular: mapas, planos, vistas 3D, tablas, etc..., para el análisis y posterior tomar de decisiones.
- Comparar situaciones temporales o espaciales de un mismo elemento para
- Elaboración de modelos basados en simulaciones para la recreación de un espacio geográfico.

El ámbito de estudio de un SIG es amplio, utilizándose en la mayoría de las actividades como una herramienta espacial.

### **2.1.3. Información temática en un SIG**

Para Pascual (2003) la característica de poder relacionar elementos es la base fundamental de un SIG, lo que lo diferencia de otros sistemas, ya que se basa en datos espaciales y descriptivos, elementos que definen las características geográficas.

**Datos espaciales:** Hace referencia a la posición del elemento dentro de un espacio geográfico y a la vez, su representación gráfica en el lenguaje informático, representado por punto, línea o polígono; según sea el caso. Este componente responde a la pregunta *¿dónde?*.



**Figura 3. Representación vectorial**

*Nota:* Representación de la realidad mediante tres entidades geográficas: punto, línea y polígono. *Fuente:* ESRI

**Datos descriptivos:** Según ESRI<sup>1</sup> (2006) cada base de datos geográfica contiene información alfanumérica que se almacena en una tabla, la misma posee una estructura: las columnas son denominados campos (*fields*) y las filas son los registros (*records*). Este componente responde a la pregunta *¿qué?*.

Remarks	GlobalID *	Nombre	SHAPE *	TIPO	HABITANTES	VIVIENDAS
<Nub>	{B29F860A-C38A-46C0-A1E9-723A03418762}	CORRALPATA	Point Z	Caserío	<Nub>	<Nub>
<Nub>	{CC1B85C4-A43A-439F-89C9-43C1FE26F41E}	CCAHUAPATA	Point Z	Caserío	<Nub>	<Nub>
<Nub>	{31D785DE-A787-44D4-948D-68031BA96FE6}	CHOCQUEMASMA	Point Z	Caserío	<Nub>	<Nub>
<Nub>	{38A1DE03-127F-4539-8BD6-AAE358868AC9}	MUTUYPATA	Point Z	Caserío	<Nub>	<Nub>
<Nub>	{A80031D0-A02E-4C2F-8AA2-764B048010EF}	SAN PABLO	Point Z	Capital Distrito	<Nub>	<Nub>
<Nub>	{6D2DD800-5E2D-45F3-8ACA-AGA105B8450C}	VILLA VILLAVISTA	Point Z	Caserío	<Nub>	<Nub>
<Nub>	{E78A0C1F-4B51-4A1A-8AF3-6B03CFDC8409}	POLANCO	Point Z	Caserío	<Nub>	<Nub>
<Nub>	{1D6078C9-A0FB-4797-81B1-D28668E00F64}	HUAYNAPALLCCA	Point Z	Unidad Agropecuaria	<Nub>	<Nub>
<Nub>	{B5723AD2-ADA1-4F58-AS27-E3C0732495DA}	CCARACHA	Point Z	Unidad Agropecuaria	<Nub>	<Nub>
<Nub>	{017E51C1-2181-4F5D-8C8D-36C58E49344A}	MONTECUCHO	Point Z	Anexo	<Nub>	<Nub>
<Nub>	{C7A8EADB-2384-4FEE-A9AD-85CD9FCD34CD}	HAQUIRA	Point Z	Capital Distrito	<Nub>	<Nub>
<Nub>	{384C7441-2A0C-44E0-B5E2-083071B3C9D5}	TABLAZO	Point Z	Pueblo	<Nub>	<Nub>
<Nub>	{021A0743-4E74-4732-BE29-DA425027F4AA}	LUYA VIEJO	Point Z	Capital Distrito	<Nub>	<Nub>
<Nub>	{D8FEA734-77C4-4A67-BE29-DA425027F4AA}	EL PRADO	Point Z	Capital Distrito	<Nub>	<Nub>
<Nub>	{2009A7EB-BEB4-461D-A856-12A536C4D7F1}	CASCAS	Point Z	Capital Distrito	<Nub>	<Nub>

**Figura 4. Atributos de un elemento**

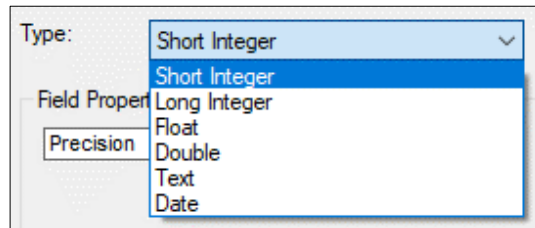
*Nota:* Ejemplo de datos descriptivos pertenecientes a un elemento dentro de una *geodatabase*. *Fuente:* ArcMap 10.5

El tipo de información que se permite en los campos son los siguientes:

- Texto (*string*). Son los campos donde se introducen texto, definido por un número de caracteres máximo (hasta 255 caracteres).
- Número real (*float, single, double*). Campo definido para los números con decimales.

<sup>1</sup> Grupo creado por el departamento de Servicios Online de Esri con el fin de poner a disposición de los usuarios de ArcGIS un repositorio común de las aplicaciones GIS más relevantes. <https://community.esri.com/thread/20079>

- Número entero (*byte, integer*). Campo establecido para los números sin decimales.
- Fecha (*date*). Campo definido para las fechas y horas.
- Binario (*boolean*). Campo definido para sentencias como verdadero o falso.



**Figura 5.** *Tipo de campos de las capas*

*Nota:* Cada vez que se crea un elemento dentro de la *geodatabase* se tendrá que elegir el tipo de su información alfanumérica. *Fuente:* ArcMap 10.5

Ambas características se asocian dando lugar a una base de datos, esta relación se forma desde el punto de vista descriptivo (cuál y qué es dicho elemento) topológico (ubicación del elemento) y posicional (ubicación de elemento). La información temática de un SIG, se agrupa de tal forma que todos los elementos mantienen características en común, estructurándose para responder a las problemáticas específicas como analizar, modificar y consultar los datos contenidos.

Pero adicional a dichos elementos, Sinton (1978) añade el componente temporal, proponiendo un esquema sistemático que permite clasificar en grupos, distintas clases de información geográfica; para que puedan ser analizadas y estudiadas en un ámbito espacio - temporal.

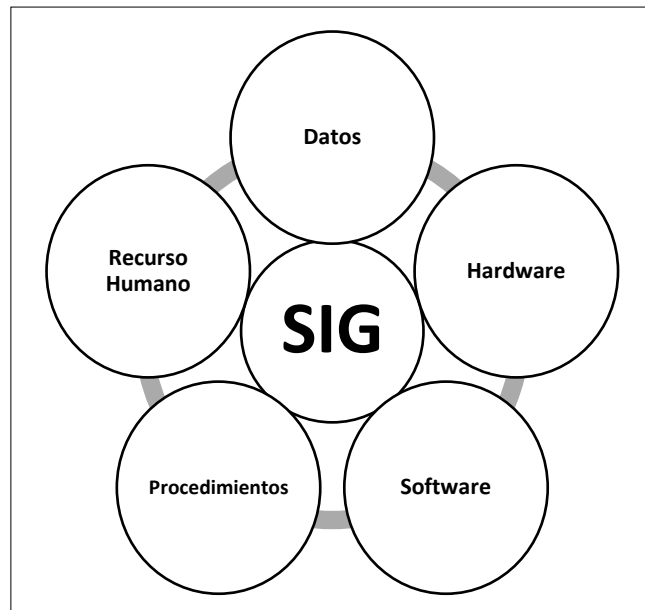
#### **2.1.4. Elementos de un SIG**

Para contar con una base de datos no es sólo necesario tener una computadora y software a la mano, ya que, aun teniéndolos no podría desarrollarse porque

es necesario tener personal que manipule los ordenadores y una metodología eficaz, además del uso del software. Todos estos componentes deben guardar relación entre sí, de lo contrario no trabajarán en armonía como un solo sistema. (ESRI, 2001)

Los elementos que forman un SIG son los siguientes:

- *Hardware*: Hace referencia al computador, el medio físico en el cual se dará el acceso a la información para su manejo posterior. Cabe mencionar que las características del hardware, deben ser las ideales para poder implementar un SIG (se detallará en la sección Materiales el presente trabajo).
- *Software*: Son los programas involucrados en el desarrollo del SIG, para la creación, manipulación, captura y manejo de la información en la base de datos.
- *Datos*: Son la razón principal por la que se piensa en implementar un SIG, considerados como la parte más importante de los componentes, su recolección suele significar casi el 80% del desarrollo del proyecto.
- *Recurso Humano / Usuarios*: La participación de usuarios para la elaboración del proyecto es necesario, porque son quienes llevarán a cabo las tareas necesarias y generar propuestas y/o resolver los problemas que se puedan presentar. El personal debe estar capacitado en el manejo de SIG para que la información se explote en su máxima capacidad.
- *Procedimientos*: Para tener éxito en el diseño de la base de datos, es necesario haber elaborado una buena metodología de actividades a seguir, en esta etapa es clave tener la estructura clara, además del modelo de datos y diagrama de flujo.



**Figura 6.** *Componentes de un SIG.*

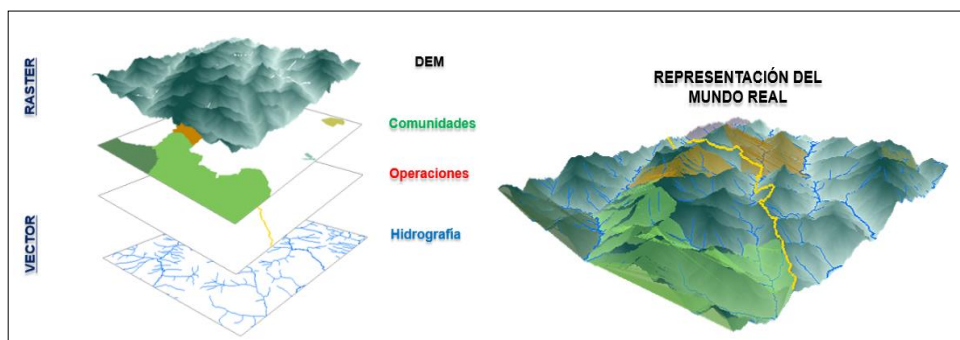
*Nota:* El diagrama muestra de forma concisa los elementos que hacen que un sistema de información geográfica sea viable. *Fuente:* *Elaboración propia.*

Todos estos elementos son necesarios para implantar un SIG que pueda resolver la problemática en particular para el que ha sido creado, todos ellos son considerados en cualquier tipo de proyecto que involucre el diseño e implementación de un SIG.

### **2.1.5. Funciones de un SIG**

Un SIG puede ser de dos tipos según el método usado para la representación de la realidad geográfica (ESRI, 2007). Funciona a través de la superposición de diversa información real con distintos campos temáticos, es decir, todas las capas interactúan entre sí por su geografía para generar nueva información con atributos propios, fusionando datos en formato vectorial y formato ráster.





**Figura 7.** Representación del mundo real mediante la superposición

*Nota:* Cada una de las capas de información, representan en conjunto el mundo real en sus 3 ejes (X,Y,Z). Haciendo que el SIG interactúe con distintas fuentes de información. *Fuente:* ESRI

- a) **Representación raster:** Es una representación de factor fisiográfico (altitud, pendiente, etc) que consiste en una malla rectangular de píxeles. En cada una de ellas existe un número, el cual porta la información necesaria para poder modelar un aspecto del medio.
- b) **Representación vectorial:** Se emplea un conjunto de puntos, líneas o polígonos para modelar un aspecto del medio, que constan de información geográfica-gráfica y de datos alfanuméricos (atributos) que describe las características propias de cada entidad.
- Los puntos son representados por pares de coordenadas (Latitud/Longitud, Este/Norte) que ubican la posición de lo modelado sobre la superficie terrestre, quedando representados por estructuras vectoriales.
  - Las líneas son un conjunto de puntos (serie ordenada) llamados vértices, al visualizarlos, son segmentos rectos para poder modelizar carreteras, curvas de nivel, ríos, etc.
  - Los polígonos delimitan superficie a partir de líneas cerradas. Representan suelos, geología, vegetaciones, provincias, etc.

Toda esta información, es necesaria almacenarla en una base de datos, conservando los atributos de cada elemento, facilitando la revisión entre las condiciones deseadas y las actuales porque permiten analizar el ámbito general de estudio y a su vez el enfoque selectivo a cada uno de los atributos.

#### **2.1.6. Sistemas de coordenadas y proyecciones**

Para ubicar con precisión la información que será materia prima, es necesario contar con un sistema de referencia establecido, un sistema de coordenadas para localizar y medir atributos espaciales (ESRI, 2006). Para este caso, se tiene en cuenta dos tipos de proyecciones cartográficas:

**Sistema de coordenadas geográficas:** basadas en ángulos y arcos imaginarios que determinar un lugar dentro del globo. Se utilizan coordenadas que están dadas por valores de latitud y longitud en grados, minutos y segundos.

Ejemplo: Lat 12°76'25.45'' S / Long 76°05'45.21'' W

- Latitud: distancia medida respecto a los paralelos que inician en la línea ecuatorial.
- Longitud: distancia medida respecto a los meridianos que inician en la línea del meridiano de Greenwich.

**Sistema de coordenadas proyectadas** - Proyección universal transversal Mercator (UTM): sistema cilíndrico tangente al elipsoide a lo largo de un meridiano, proyectando el globo terráqueo sobre una superficie cilíndrica. Las magnitudes se expresan en metros al nivel del mar.

#### **2.1.7. Softwares SIG en el mercado**

Para el procesamiento de la información, con el paso de los años, se han ido desarrollando softwares que han ido evolucionado para el manejo y

transformación de proyecciones de un sistema a otro distinto, sin que esto perjudique la labor del usuario final. (De Eugenio, 2017). Es la nueva generación de SIG que viene a integrar bajo una misma arquitectura los programas ArcView, ArcEditor y ArcInfo, con herramientas de análisis, consulta y presentación de datos mejorando la toma de decisiones, convirtiéndolo en un *software* integrado denominado ArcGIS.

### **2.1.8. Diseño y modelamiento de datos en sistemas de información geográfica**

En la definición de un SIG, un *modelo de datos* es la conceptualización y representación de los sucesos del mundo real de acuerdo a un diagrama conceptual que es empleado en las bases fundamentales de lo que es un SIG: punto, línea y polígono. Para realizar una descripción del espacio geográfico, la realidad debe ser comprimida en un modelo espacial de datos, el cual parte de un diseño previo, para dar lugar a un modelo de objetos que representa entidades geográficas (información temática de un SIG) que son individualizadas por sus características.

Las ventajas de su uso, son la facilidad de capturar datos de entrada, manipulación de datos y la visualización. En conjunto con otras técnicas de interpolación espacial, es posible procesar modelos espaciales basados en polígonos, redes (*network*<sup>2</sup>) y tablas en un mismo espacio de trabajo (Wegener, 2001). Todos los modelos de datos de SIG están justificados en objetos discretos conceptuales y en modelo de datos geográficos lógicos vector o ráster (Longley, 2001).

---

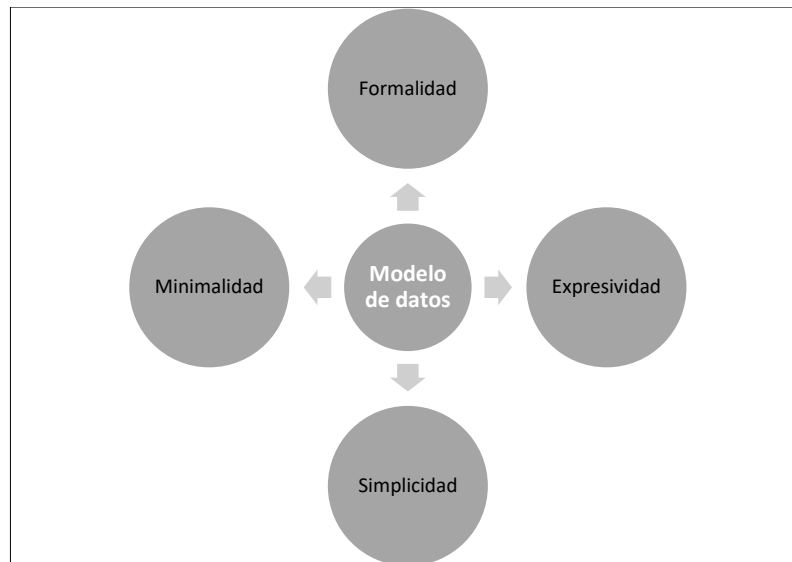
<sup>2</sup> Llamada también red a aquellas series de ordenadores o dispositivos informáticos que se conectan por medio de cables, ondas, señales u otros mecanismos con el propósito de transmitir datos entre sí, además de recursos y servicios, con el fin de generar una experiencia de trabajo compartida, y ahorrar tiempo y dinero. <https://www.definicionabc.com/tecnologia/network.php>

## **Diseño de base de datos**

Algo fundamental en el modelado de sistemas es determinar la forma lógica de la relación entre los datos propios del sistema, por lo que es necesario definir la estructura de una base de datos para poder describir su propio modelo de datos, implicando herramientas conceptuales para la descripción de las relaciones, de los datos y la semántica de los mismos. (INGEGI, 2000). Existen tres tipos de diseños que son importantes para poder definir el modelo de datos:

- i. **Diseño conceptual:** su resultado es un esquema conceptual de la base de datos, el cual es una descripción de nivel máximo de la estructura en sí. Su objetivo principal es el de describir el contenido de la información más no la estructura del almacenamiento.
- ii. **Diseño lógico:** su resultado es un esquema lógico que brinda la descripción de la estructura de la base de datos, especificando los esquemas que se llevaron a cabo para su diseño.
- iii. **Diseño físico:** forma parte del esquema lógico y su resultado es un esquema físico, que es la descripción de la implementación de una base de datos, la estructura de almacenamiento y la metodología utilizada para el acceso a los datos.

Todos estos diseños forman parte de modelos conceptuales que se basan en herramientas para representar la realidad, que deben poseer las siguientes características:



**Figura 8.** *Características de un modelo de datos*

*Nota:* El modelado para el diseño de la *geodatabase* depende directamente de la estructura de la información, cómo será organizado y a qué será aplicado. La figura muestra las características del modelo a utilizar en esta tesis. *Fuente:* *Elaboración propia*

### **Modelo de datos**

La gestión de los datos implica la provisión de mecanismos para el manejo de los mismos, así como la definición de estructuras para almacenar la información. La importancia de estos datos conlleva al desarrollo de técnicas para su eficiente gestión. (Gatrell, A.C. 1991). Mientras se maneje información almacenada en alguna fuente de base de datos, ya posee el nombre de esquema o modelo de base de datos. Se define como una representación simple llevada a su mínima expresión, para propósitos fundamentales de descripción, pronósticos y planeación, describiendo datos y sus relaciones.

Un modelo de datos tiene como elementos:

- **Objetos:** Entidades que existen y se manipulan.
- **Atributos:** Características propias de los objetos.
- **Relaciones:** Método por el cual se vinculan entre sí distintos objetos dentro de un mismo modelo de datos.

Un modelo de datos tiene como objetivos:

- Estructuración: Define las formas permitidas y restricciones para ser presentados en un sistema de información.
- Diseño: El resultado final es un elemento para el desarrollo de la metodología a emplear en la base de datos.

### **Tipo de modelo de datos**

Los modelos de datos más usados son capaces de cumplir con éxito todos los requerimientos para los cuales han sido diseñados, convencionalmente comprende tres etapas secuenciales: conceptual, lógico y físico. Cuando el proceso de modelado sigue esas etapas, las bases de datos geográficas terminan siendo mucho más definidas y sus descripciones y especificaciones son formales, por lo que permitirá que los esquemas y árbol de datos que se realicen sean lo más semejante a la realidad, bajo el concepto de entidad – relación, los modelos se definen de la siguiente manera (Lo y Yeung, 2007):

- i. **Modelo conceptual:** Presenta las bases de datos mediante datos organizados en estructuras denominadas relaciones.
  - ✓ *Identifica las funciones organizacionales y sus necesidades, determinando los datos requeridos y sus funciones, organizados por grupos amigables de trabajo.*
  - ✓ *Define objetos y relaciones a utilizar junto con la descripción de las relaciones de los diferentes tipos de objeto.*
- ii. **Modelo lógico:** Representa los datos y sus relaciones mediante diagramas que contienen registros y vínculos que forman las relaciones. El registro

maneja campos que son usados para guardar datos individuales que representan la información del valor en el mundo real.

- ✓ *Tipos de bases de datos geográficas*, las relaciones determinadas deben encontrarse soportadas por un tipo de plataforma que sea compatible con los datos geográficos.
- ✓ *Estructura de la base de datos*, se define topología, reglas específicas (relaciones) y la asignación de un sistema de coordenadas.

iii. **Modelo físico:** Representa el mundo real en base a entidades y atributos además de las relaciones entre esas entidades.

- ✓ *Identifica las funciones organizacionales y sus necesidades*, determinando los datos requeridos y sus funciones, organizados por grupos amigables de trabajo.
- ✓ *Definir el esquema de la base de datos*, se diseña la estructura mediante un software que defina el lenguaje propio de una base de datos (ArcGIS) para posteriormente proseguir con la edición y mantenimiento de la información en la base de datos.
- ✓ *Representa de forma gráfica* teniendo en cuenta el tipo de representación geográfica a emplear (punto, línea o polígono).

### **2.1.9. Base de datos geográfica**

Es una colección de *dataset* de diferentes tipos, contenidos en carpetas de sistema de archivos relacionados entre sí, como una base de datos Access o relacional multiusuario, también denominada DBMS (Oracle, Java, PostgreSQL), presenta diversos tamaños, desde una *geodatabase* personal a una

*geodatabase* múltiple usuario, a las que pueden acceder muchos usuarios (ESRI, 2015).

Según Longley et al (2005) son un conjunto de datos que se agrupan en distintas capas, de manera que cada una de ellas representa un tipo de información. Los SIG manejan esta información obtenida para combinar estas capas en una sola imagen significando la relación entre ellas. Una base de datos puede poseer mucha información de distinto tipo: elementos naturales (ríos, lagunas, etc.) elementos artificiales (núcleos urbanos, carreteras, líneas eléctricas, etc.).

Transformar los productos de información geográfica (tablas, reportes, estudios, etc.) de forma cruda a digital, implica la necesidad de evaluar que los medios de análisis de información digital son distintos a los tradicionales. Los productos convertidos se procesarán por hardware y su análisis se realizará por la combinación de los métodos de comparación geométrica, métodos estadísticos y consultas de bases de datos.

Los datos que forman parte de esta información se clasifican en vectorial, que contienen datos de diferentes escalas, ráster, con información tipo imagen y alfanumérico, con datos tabulares y textuales.



**Figura 9.** Características de una base de datos geográfica

*Nota:* Una *geodatabase* es un conjunto de características que permiten que su correcto funcionamiento, el esquema indica lo mencionado, identificándolo, podrá ser mucho más fácil su implementación. *Fuente:* *Elaboración propia.*

### ***Geodatabase* ESRI**

El experto en administración de *geodatabase* Law (2007) indica “The *geodatabase* is the native data format for ArcGIS. It is a data storage container



that defines how data is stored, accessed, and managed by ArcGIS. The term geodatabase combines geo (spatial data) with database (specifically a relational database management system). ArcGIS has three types of *geodatabases*: Microsoft Access-based personal *geodatabases*, file geodatabases, and ArcSDE *geodatabases*.” [La *geodatabase* es el formato de datos nativo para ArcGIS. Es un contenedor de almacenamiento de datos que define cómo ArcGIS almacena, accede y administra los datos. El término geodatabase combina geo (datos espaciales) con la base de datos (específicamente un sistema de gestión de base de datos relacional). ArcGIS tiene tres tipos de *geodatabases*: *geodatabases* personales basadas en Microsoft Access, *geodatabases* de archivos y *geodatabases* de ArcSDE.]

- ***Geodatabase corporativa***

Son almacenadas en gestores de bases de datos comerciales (Oracle, IBM y SQL Server), y mediante la gestión de versiones es posible editarlas en modo multiusuario. La *geodatabase* es corporativa pueden ser usada por cualquier cliente ArcGIS, siendo necesaria la presencia de ArcSDE para su creación y edición (ya que se compone de servidores) pero su visualización puede realizarse simplemente con conexión directa, como si estuviese en un servidor local.

- ***Geodatabase personal***

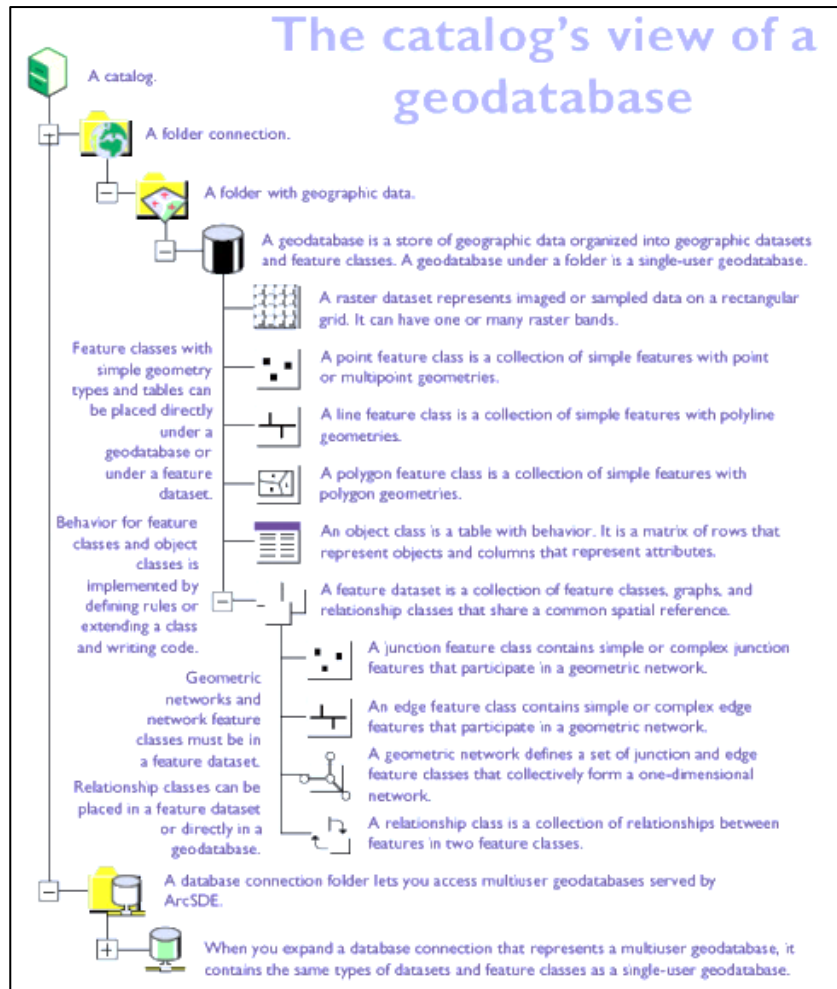
Se almacena en archivos de Microsoft Access y permite realizar todas las funciones de una *geodatabase* corporativa, con excepción de las consultas y edición multiusuario. Según la extensión aplicada en cada caso, será posible la creación y edición de los elementos Dependiendo del cliente empleado en cada caso (ArcView, ArcEditor y ArcInfo), será

posible crear y editar en una *geodatabase* elementos de cualquier tipo (relaciones, redes geométricas, anotaciones, topología, etc.).

- **Servidor o gestor de base de datos / *geodatabase***

ArcGIS Desktop tiene la ventaja de acceder al servidor de datos geográficos mediante ArcSDE (incluido dentro de ArcGIS) el cual es un procesador de base de datos espacial. La tecnología de este software permite crear base de datos o *geodatabase* brindando una interfaz abierta para las relaciones existentes en el modelo de datos (Law, 2007). Además de ello, es multiusuario, por lo que, una vez implementada la base de datos, diversos usuarios pueden consultarla y editarla. Los tipos de sistemas de gestión de base de datos para el caso de ArcGIS, son: DBase, siendo conocido por su formato tabular consistente dentro de un solo archivo con extensión .dbf. y Microsoft Access, el cual almacena las bases de datos geográficas en un solo archivo con extensión .mdb.

Toda la información dentro de una *geodatabase* es almacenada directamente en gestores de bases de datos, creando un repositorio común y centralizado para todos los datos geográficos de una organización. Esto facilita a que las organizaciones puedan tener una política de Sistema Integrado de Gestión, manteniendo los datos tanto geográficos como información complementaria de la operación; lo que facilita las actividades y reducción en costos que ello supone.



**Figura 10.** Componentes de una geodatabase

*Nota:* Los elementos que componen una geodatabase siempre van a ser los mismos, poseerán topologías, tipo de geometría para cada una de las capas, tablas de atributos, etc. Lo que será diferente es su modo de representación. *Fuente:* Law, 2007

Para ambas geodatabase, se tienen los siguientes componentes:

- *Feature dataset:* Conjunto de *feature class* que mantienen un sistema de coordenadas geográficas o proyección cartográfica en común.
- *Feature class:* Conjunto de elementos y atributos con un mismo tipo de geometría: polígono, línea y punto.
- *Object class:* Es una tabla que se compone por filas que representan objetos y columnas que son los atributos. Su información describe los objetos que se

relacionan entre sí dentro de la tabla con características geográficas, pero que, al ser tabulares no son representados en un mapa.

- *Relationship class*: Son plasmados en una tabla que guarda relaciones entre objetos o características de tablas o *features class*.

Algunos otros componentes que complementan la *geodatabase* son según ESRI (1996):

- Subtipos: Forma de clasificación interna a nivel de un *feature class*. En ellos los elementos se agrupan en clases, las cuales son un conjunto homogéneo de elementos básicamente del mismo tipo, pero pueden contener variaciones considerables.
- Dominios: Forma de limitar las entradas (datos) de un campo. Deben cumplir unas reglas. Pueden ser: un rango de valores o lista de valores. A través de los dominios, un atributo puede tomar un valor de un conjunto de valores predefinidos, con lo que se evita el ingreso de datos erróneos en la base de datos, se asegura una mayor compatibilidad y corrección en los datos.
- Topología: permite administrar las relaciones entre los elementos de la *geodatabase*, asegurando la integridad espacial del conjunto de los datos. Se conservan las relaciones de existencia, abstrayendo la realidad y ubicación espacial. Las relaciones se basan en proximidad, conectividad y adyacencia.

#### **2.1.10. Fases de desarrollo de un SIG según Roger Tomlinson**

Los SIG son sistemas articulados por diferentes componentes que se encuentran interconectados entre sí, Tomlinson (2007) formula una serie de etapas para la planificación de un SIG, como determinar las necesidades y que

sistema atenderá esas necesidades. El tamaño y naturaleza de la organización concluirán cuáles son las etapas más relevantes para cada situación.

a) Propósito estratégico

Se fijan las metas y objetivos de la organización para asegurar que el proceso de planificación del SIG y el sistema final se ajusten al contexto organizativo y a los objetivos estratégicos de la organización.

b) Planificación

Se elabora la propuesta del proyecto que justifique el sistema para la aprobación y el financiamiento de la implementación del SIG.

c) Seminario de tecnología

A través de un seminario de tecnología se recolecta información sobre las necesidades de la organización desde la perspectiva del usuario, además de los requisitos específicos del SIG.

d) Descripción de productos informativos

Se establecen los formatos, productos informativos, frecuencia e información contenida que es importante de acuerdo con las necesidades de los usuarios.

e) Alcance del sistema

Supone la especificación de los datos por adquirir, la etapa en la que se van a necesitar y el volumen de datos que debe manejarse, es decir los datos de entrada para la elaboración de la base de datos.

f) Creación de un diseño de datos

La elaboración del diseño de una base de datos parte del propio diseño del sistema en el proceso de planificación.

g) Modelo lógico de datos

Describe el ámbito y los elementos del mundo real que conciernen a la organización. La base de datos puede ser sencilla o compleja, pero debe guardar una relación lógica para permitir la recuperación de datos.

h) Determinar las características del sistema

Se determina el diseño del modelo de datos, tomando en cuenta las características del sistema, evaluando todo lo que proporcione: las funciones del SIG, la interfaz del usuario y la capacidad central.

i) Análisis de costo-beneficio

El análisis de costo-beneficio permite justificar la implementación del SIG y convencer a la organización involucrada de financiar la implementación del sistema.

j) Planificación de la implementación

Consiste en la elaboración de un informe final que recopila toda la información que se necesitó para implementar el SIG, agregando una revisión de los objetivos estratégicos, el estudio de los requisitos de la información, los detalles del diseño del sistema, las recomendaciones y las alternativas del financiamiento.

### **2.1.11. Transporte de hidrocarburos por ductos**

Código ASME B31.4, *Sistemas de transporte por cañerías de hidrocarburos líquidos y otros líquidos*, ed. 2002, de la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos (ASME) “Son tuberías de acero de diámetro y longitud variables, conectadas entre sí, generalmente recubiertas de material aislante, destinados al transporte del petróleo, productos derivados de éste y gas natural. Se diferencian a estas líneas por los servicios que prestan y que en cada caso tienen

particularidades de construcción, operación y control. Incluye componentes como válvulas, bridas, protección catódica líneas de comunicación y/o transmisión de datos y dispositivos de seguridad o alivio. Generalmente el transporte se emplaza bajo la superficie (enterrados) en suelos secos o húmedos, o bajo corrientes de agua. En algunos sectores, para superar depresiones del terreno se ubican en estructuras aéreas.”

### **Transporte de hidrocarburos por ductos: Gas Natural**

Según lo mencionado por la Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía (2012), el gas natural se transporta mediante ductos hacia las ciudades para su consumo domiciliario, industrial o vehicular, o hacia centrales termoeléctricas para su utilización en la generación de energía eléctrica. El transporte por gasoductos es la forma más conocida y usada de llevar gas natural a gran escala. Los gasoductos pueden unir distancias de hasta 3000 km, aproximadamente, y suelen tener una red de ductos que se conectan al ducto principal con el fin de abastecer a las poblaciones cercanas a la trayectoria del mismo. En el caso peruano se tiene un ducto de transporte de gas que parte de la selva de Cuzco hasta Lima (729 km.).

Si bien es cierto lo dicho por muchas empresas a nivel mundial, la experiencia operacional del transporte de gas natural, mostró que no era suficiente tener implementadas actividades de mantenimiento, rutinas de inspección, monitoreo y procedimientos operacionales, sino que se requería el manejo integrado de todas estas actividades y de los datos resultantes, es de esta manera, que el SIG toma un papel importante en la toma de decisiones para las instituciones tanto públicas como privadas, permitiendo el control total de los

datos almacenados de tal manera, que la información resultante es confiable para el usuario final.

OSINERGMIN (2014), *La Industria del Gas Natural en el Perú* indica que “El transporte de hidrocarburos mediante ductos hacia las ciudades para su consumo domiciliario, industrial o vehicular o hacia centrales termoeléctricas es la forma más conocida y usada de transporte del Gas Natural a gran escala. Los gasoductos pueden unir distancias de hasta 3000 km, aproximadamente, y suelen tener una red de ductos que se conectan al ducto principal con el fin de abastecer a las poblaciones cercanas a la trayectoria de este.

La entrada en operación del Proyecto Camisea y la promulgación de un marco regulatorio promotor de la industria del gas natural fueron hitos históricos que han generado una transformación dramática, mejorando la balanza comercial de hidrocarburos y creando oportunidades para que los hogares peruanos y sectores económicos, como la industria y el comercio, se beneficien de un combustible limpio y de bajo costo. Los ductos que transportan el gas natural, parten de la selva de Cusco (Malvinas) hasta Lima (Lurín) formando un total de 1400 kilómetros entre el gasoducto, el loop<sup>3</sup> y el ducto de líquidos de gas natural, pasando por diversos pisos altitudinales y desafiando las características geográficas de nuestro país.”

#### **2.1.12. Integridad de los ductos en el transporte de hidrocarburos**

Para OSINERGMIN (2007) los ductos en el transporte de hidrocarburos representan estructuras de alto riesgo si es que no reciben un mantenimiento

---

<sup>3</sup> Tubería de expansión que aplica en cualquier sistema de distribución de fluidos a altas temperaturas.



(ya sea predictivo o correctivo) para preservar la integridad del sistema y por consiguiente la seguridad de los involucrados en el transporte y la población. El mantenimiento correctivo se dará cuando un elemento dentro de la instalación se deteriora o vence, por lo que debe ser reemplazado, mientras que el mantenimiento preventivo como su mismo nombre lo dice, es una revisión periódica para evaluar el estado de los ductos o instalaciones y realizar los cambios necesarios si es que se requiere. Para ambos casos, se deben realizar procedimientos de inspección donde se detallará el estado estructural, dando como resultado la evaluación de integridad de los ductos.

La recopilación de las corridas ILI - In line Inspection por sus siglas en inglés o Inspección en línea, es según lo estipulado en el *Procedimiento para el desarrollo e implementación de un Sistema de Integridad de ductos para los sistemas de distribución de gas natural por red de ductos*<sup>4</sup>, del OSINERGMIN (2016) un “método de análisis de integridad usado para localizar y caracterizar preliminarmente indicaciones de pérdida de material, deformación, entre otros defectos en el ducto, utilizando dispositivos conocidos en la industria como Smart pig (*Smart pipeline inspection gauge*) o raspa tubos inteligentes que examinan el interior de los ductos.”. Esta herramienta es la principal fuente de información debido a su sistema de rastreo inercial que permite conocer el estado de las tuberías.

Bajo este criterio, se busca que los ductos operen en condiciones eficientes y seguras, por lo que debe constantemente, realizarse los procesos de inspección. El reporte de inspección final de los ductos brinda como resultado:

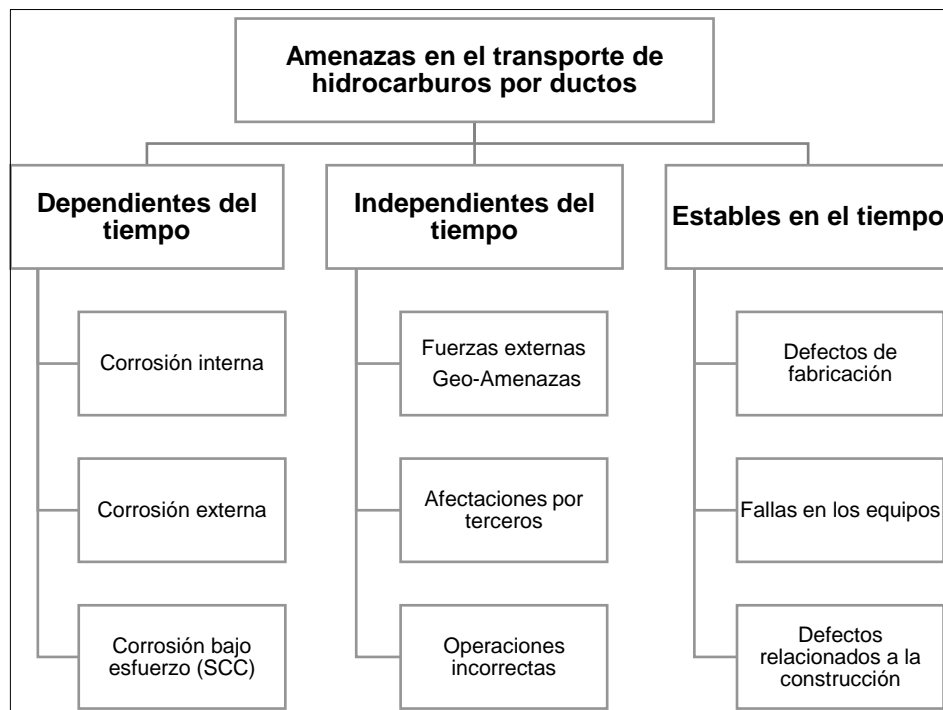
---

<sup>4</sup> Documento recuperado de <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/aprueban-procedimiento-para-el-desarrollo-e-implementacion-d-resolucion-no-005-2016-oscd-1334782-3/>

- ✓ Hallazgos de anomalías encontradas (abolladuras, fisuras, golpes, etc.)
- ✓ Identificación de causas potenciales de corrosión
- ✓ Proveer los lineamientos necesarios para lograr una operatividad segura en un lapso.

### 2.1.13. Amenazas a la integridad de los ductos

De acuerdo al Manual de referencia de ARPEL (2011) que se encuentra basado en la *Norma ASME B 31.8 Sistemas de tubería para transporte y distribución de gas* (2010) existen tres grupos de amenazas asociados al paso del tiempo, que pueden perjudicar y poner en riesgo la integridad de los ductos: dependientes del tiempo, independientes del tiempo y estables en el tiempo, los mismos se dividen en nueve tipos de amenazas.



**Figura 11.** Diagrama de las amenazas

*Nota:* Diagrama que representa la agrupación de las 09 amenazas y su comportamiento frente al sistema de transporte de hidrocarburos por ductos. *Fuente:* Elaboración propia.

## i. Dependientes del tiempo

### Corrosión interna

En la producción, refinación y transporte de hidrocarburos, en general, los fluidos transportados por los ductos también cargan agua y contaminantes, en cuyo caso el potencial de corrosividad es función directa de sus características fisicoquímicas, la relación agua/fluido, y la forma de transporte. A su vez, en vista de las características geográficas y la extensión de cada país, localización de sus ciudades, y sus diferentes relieves y cuencas hidrográficas, los ductos de transporte de petróleo y derivados presentan, además de grandes extensiones, diferentes trayectos, dimensiones y requisitos de proyecto. Ambas cuestiones hacen que cada vez se deba prestar mayor atención a posibles accidentes originados por la corrosión interior.



**Figura 12.** *Corrosión interna de ductos*

*Nota:* Fotografías reales que representan la amenaza corrosión interna en los ductos.

*Fuente:* *Fotos de ductos – Proyecto Camisea (2013)*

### Corrosión externa

Una de las amenazas a las cuales está sometido cualquier ducto de transporte de hidrocarburos o de cualquier otro producto peligroso, sea en estado líquido o gaseoso, es la corrosión externa.



**Figura 13.** *Corrosión externa de ductos*

*Nota: Fotografías reales que representan la amenaza corrosión externa en los ductos.*  
Fuente: Training Argentina, Oil & Gas Pipeline (2013)

### **Corrosión bajo esfuerzo**

Esta es una forma de agrietamiento ayudado ambientalmente, en la cual pequeñas grietas se alargan y se profundizan lentamente en un periodo de años. La SCC se puede presentar en ductos por muchos años sin causar problemas, pero una vez que una grieta se vuelve lo suficientemente grande, puede ocurrir una fuga o ruptura en el ducto. Entre los factores que influyen este tipo de anomalía se encuentran la edad del ducto, la composición química del electrolito, el tipo de recubrimiento, los niveles y las condiciones del sistema de protección catódica, los esfuerzos del suelo, el tipo de drenaje, y el grado de los ciclos de presión.



**Figura 14.** *Corrosión bajo esfuerzo o por estrés*

*Nota: Fotografía real del tramo de ducto con una arruga existente, perjudicando la operación.*  
Fuente: “Monitoreo de los recursos hídricos y suelo por derrame de líquidos de gas natural en KP 125+487” (2007) GTI -DIGESA

## ii. Independientes del tiempo

### Geo-amenazas / Fuerzas externas

ARPEL indica que, por ser obras de amplio desarrollo lineal, los ductos de transporte de hidrocarburos líquidos y gaseosos atraviesan áreas de condiciones topográficas, geológicas, hidrográficas, climatológicas y sísmicas de características, comportamiento y susceptibilidad variados. Consecuentemente, estos están expuestos a la ocurrencia de amenazas o procesos naturales en el corto a largo plazo después de su puesta en operación y eventualmente en la etapa de construcción. Esta etapa demanda trabajos masivos de excavación, movimiento o remoción de tierras, y deforestación, que alteran y/o modifican en mayor o menor grado y magnitud las condiciones naturales de estabilidad geotécnica y/o hidrodinámica del corredor (derecho de vía o servidumbre) donde se emplaza el ducto y su entorno. Estas alteraciones de la tierra deben considerarse para el mantenimiento y la operación del ducto.



**Figura 15.** *Fuerzas externas o Geo-amenazas*

*Nota:* Fotografía reales que representan la amenaza de Fuerzas externas en los ductos.  
Fuente: (s.f.)

### Afectaciones por terceros

Las acciones de terceros son otra de las amenazas a las cuales puede estar expuesto cualquier ducto de transporte de hidrocarburos. Estas acciones de

terceros, que ocasionan daños y fugas de productos, pueden ser voluntarias o involuntarias. Si bien, por facilidades y ahorros de construcción y de mantenimiento, existe una tendencia a trazar los ductos cerca de vías carretables, líneas férreas, ríos, canales o centros poblados, esto implica una mayor vulnerabilidad frente a las acciones de terceros. Por otra parte, se tienden a establecer asentamientos humanos cerca de los ductos.



**Figura 16.** *Rotura de ducto de gas natural*

*Nota:* Fotografía que muestra la rotura del ducto de gas natural en Ayacucho, por Vandalismo, variable de la amenaza Afectaciones por terceros. *Fuente:* *Diario Gestión* (2015)

### **Operaciones incorrectas**

Dentro de las amenazas a las que se encuentra sometido un sistema de transporte de hidrocarburos, está la ocurrencia de errores durante la ejecución de maniobras operativas que puedan derivar en daños a las instalaciones, derrames de hidrocarburos, fugas de gases y/o contaminación de producto en especificación. La dispersión geográfica de instalaciones y de personal que existe en las distintas unidades operativas que componen un sistema de transporte por conductos, hace necesario extremar los recaudos para que todo el personal actúe coordinadamente siguiendo procedimientos comunes y específicos para cada evento que se pueda presentar.

### **iii. Estables en el tiempo**

#### **Defectos de fabricación**

Ocurren durante el diseño y fabricación de la tubería (como por ejemplo a la unión de un tubo defectuoso), los cuales muchas veces se hacen notar en plena operación, por no existir una evaluación previa del encargado en el proyecto.

#### **Falla en los equipos**

Las fallas en los equipos son una de las amenazas que más perjudican a la operación, ya que suelen presentarse en los empaques / empaquetaduras, en los sellos bomba e incluso en válvulas de alivio. Por lo que si no pasan un plan de calidad (QA QC<sup>5</sup>) representan un peligro potencial.

#### **Defectos relacionados con la construcción**

Este tipo de amenazas usualmente se debe a la deficiencia en el funcionamiento de diseño, planeamiento, supervisión, inspección (como por ejemplo una soldadura de fabricación defectuosa). Donde la integridad estructural se ve afectada al momento de la operación.

La siguiente tabla indica las amenazas y sus variables que deben ser consideradas como mínimo para implementar un sistema de gestión de integridad, la posible interacción de estas amenazas entre ellas, representa un riesgo potencial en algún lugar del sistema de transporte de hidrocarburos por ductos.

---

<sup>5</sup> Quality Assurance/Quality Control, al español Aseguramiento de la Calidad (QA) y Control de Calidad (QC); son dos términos que

**Tabla 1.** Amenazas y sus categorías.

<b>N°</b>	<b>AMENAZA</b>	<b>VARIABLE POTENCIAL</b>
<b>1</b>	Corrosión externa	Corrosión exterior (bacterias, cloruros, sulfatos, etc)
<b>2</b>	Corrosión interna	Corrosión interior (velocidad de corrosión, análisis biológico, etc)
<b>3</b>	Agrietamiento por corrosión bajo esfuerzo	Agrietamiento por corrosión bajo esfuerzos (SCC, por sus siglas en inglés como arrugas, fisuras, etc)
<b>4</b>	Defectos de fabricación	Costura defectuosa Metal base defectuoso
<b>5</b>	Soldadura/Construcción	Soldadura circunferencial defectuosa Soldadura defectuosa de accesorios Tubos rotos, fallas en derivaciones
<b>6</b>	Equipo	Mal funcionamiento del equipo de alivio y/o control Falla del sello/bomba Misceláneos (otras fallas)
<b>7</b>	Daño por terceros	Daño con falla inmediata Daño previo a la tubería Vandalismo
<b>8</b>	Operaciones incorrectas	Procedimientos de operación incorrectos o no aplicados
<b>9</b>	Clima y fuerzas externas	Bajas temperaturas Rayos Inundaciones Movimientos de tierra (deslizamientos, erosión, licuefacción)

*Nota:* Tabla elaborada a partir de lo mencionado por ASME B 31.8S en la *Norma oficial de México N° NOM-027-SESH-2010*<sup>6</sup>

Por ejemplo, para el caso de la empresa PEMEX en México ellos consideran las nueve amenazas como un parámetro definido, pero con otros tipos de variables, pero que a su vez también se relacionan y son definidos como peligros potenciales, relacionándose entre sí, para que el riesgo pueda ser estimado de la misma manera.

<sup>6</sup> NORMA Oficial "Administración de la integridad de ductos de recolección y transporte de hidrocarburos" de la República de México. Resolución de Secretaría de Energía N°NOM-02-SESH-2010 (abril 2010)



**Tabla 2.** *Categoría de amenazas definidas por PEMEX.*

N°	AMENAZA	VARIABLE POTENCIAL
1	Corrosión externa	Corrosión externa
2	Corrosión interna	Corrosión interna
3	Agrietamiento por corrosión bajo esfuerzo	Agrietamiento por corrosión bajo esfuerzo
4	Defectos de fabricación	Costura Metal base
5	Soldadura/Construcción	Soldadura de fabricación Falla por alineamiento Doblez por flexión o pandeo
6	Equipo	Empaques o anillos tipo “o” Componente rayado o roto Mal funcionamiento del equipo de control Falla del sello
7	Daño por terceros	Daño inmediato Daño retardado Vandalismo Impacto de objetos arrojados sobre el ducto
8	Operaciones incorrectas	Operaciones incorrectas
9	Clima y fuerzas externas	Tormentas eléctricas Viento, tormentas o inundaciones Sismos Deslaves Huracanes Erosión Deslizamiento del lecho marino o del ducto

*Nota:* Tabla elaborada a partir de lo mencionado en *NRF-030-PEMEX-2003* documento denominado “*Diseño, construcción, inspección y mantenimiento de ductos terrestres para transporte y recolección de hidrocarburos*”

#### **2.1.14. Incorporación de un SIG a la industria de hidrocarburos**

La incorporación de nuevas tecnologías de la información a las organizaciones comenzó a principios de los años 80, este retraso de tecnología responde a la falta de recursos económicos, falta de orientación, ausencia de personal capacitado, etc. (Rafael, J, Ricart, J. 1996). En la actualidad, se ve el crecimiento exponencial de datos e información importante que se genera a diario en todo tipo de institución o compañía, es ahí que los SIG, aportan la infraestructura ideal para que las empresas mejoren su gestión entorno al tipo de información y negocio que manejan.

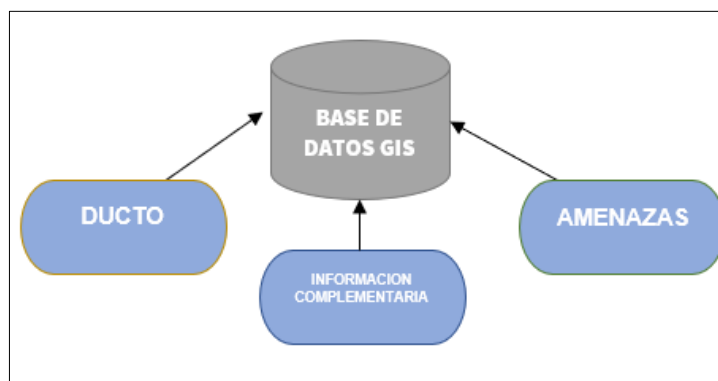
La información que proporciona el sector de hidrocarburos ha sido utilizada de forma aislada y en base de datos diferentes a las automatizadas. Algunas organizaciones diferentes a las de hidrocarburos, ya utilizan los SIG para la administración de información y cartografía, a partir de esto, se realizan estudios y monitoreos ambientales además de estudios predictivos y de mitigación. (Yagüez, J.C.D y Langhi, R., 2010). El desafío fundamental es integrar los datos y mejorar su gestión para contribuir a la difusión de las tareas y herramientas disponibles.

En nuestro país, el uso de los SIG en este sector implica una inversión de presupuesto para su implementación, es por ello que el sector privado es el más beneficiado con este tipo de proyectos que posee ingresos necesarios para poner en marcha un proyecto de este tipo, siempre y cuando exista un modelo de datos que sea amigable y adaptable a los datos en el sector hidrocarburos y que permita ingresar información propia de la operación además de información complementaria, integrando datos en una sola fuente capaz de representar el escenario geográfico, a través de una computadora.

Los SIG, al ser utilizados de manera adecuada, constituyen una gran herramienta en las actividades del sector hidrocarburos, proporcionando consulta de base de datos y su posterior análisis para tomar decisiones acertadas. Como toda nueva tecnología a implementar se deben evaluar características, costos, beneficios y dificultades (Rodríguez Ahumada, R.J.,2011).

### 2.1.15. Manejo e implementación de un SIG para la organización de datos en una empresa de gas natural

Según la recomendación en el Manual de referencia ARPEL (2011), toda la información generada y recopilada de las actividades realizadas en la operación de un sistema de transporte por ductos, en este caso, la administración de las amenazas presentes, deben integrarse de forma continua en un sistema de información geográfica (SIG) para su adecuado manejo y administración. Así, con todos los datos almacenados (variables) se permitirá valorar oportuna y rápidamente los riesgos presentes a causa de las amenazas potenciales. ARPEL indica, que es necesario un sistema que gestione dicha información, ya que, en países como el nuestro, las disposiciones legales para el transporte de hidrocarburos establecen la implementación del SIG. Como indica Gladstone (1999) “los SIG son o pueden ser considerados como Sistemas de Soporte de Decisión y Planificación Integrado (SSDPI), siendo herramienta fundamental en el proceso de toma de decisiones, porque influye en el proceso de esquematización, diseño y ejecución del SIG propiamente dicho.”



**Figura 17.** Modelo de recopilación de información

*Nota:* Cada uno de los “servidores de aplicación”, están relacionados entre sí, para dar forma a la base de datos final. *Fuente:* Elaboración propia

## 2.1.16. Conceptos y definiciones

Los siguientes términos y definiciones<sup>7</sup> están basados en el glosario de términos que maneja la entidad OSINERGMIN para el sector de hidrocarburos bajo *D.S N°032-2002-3M, Lima, Perú, 23 de octubre del 2002*, y el glosario de términos del GEOIDEP mencionado en el Anexo N°03 del documento *NTP-ISO 19115:2011 Información Geográfica, 1era Edición, Lima, Perú 03 de octubre del 2014*.

### 1. Análisis de riesgo

El estudio para evaluar los peligros potenciales y sus posibles consecuencias en una instalación existente o en un proyecto, con el objeto de establecer medidas de prevención y protección.

### 2. Concesión

Derecho que otorga el estado a una persona natural o jurídica para prestar el servicio de transporte de hidrocarburos por ductos o de distribución de gas natural por red de ductos, incluyendo el derecho de utilizar los bienes de la concesión para la prestación de dicho servicio.

### 3. Contrato

Comprende al Contrato de Licencia, al Contrato de Servicios y a otras modalidades de contratación que se aprueben en aplicación del artículo 10 de la Ley N° 26221.

### 4. Derecho de vía

En el Transporte de Hidrocarburos por Ductos, es la franja por donde discurre la Línea del Sistema de Transporte.

---

<sup>7</sup> Estos términos fueron extraídos de la página web del OSINERGMIN <http://www2.osinerg.gob.pe/MarcoLegal/docrev/DS-032-2002-EM-CONCORDADO.pdf> y del GEOIDEP <https://www.geoidep.gob.pe/marco-normativo-institucional-de-la-idep/normas-tecnicas-peruanas-informacion-geografica-y-geomatica-iso-211/informacion-geografica-metadatos-1a-edicion>

5. Distribución

Servicio público de suministro de gas natural por red de ductos prestado por un concesionario a través de un sistema de distribución.

6. Ducto principal

Conjunto de tuberías, equipos e instalaciones destinados a transportar Hidrocarburos, construido en cumplimiento de obligaciones contraídas por el Contratista en un contrato celebrado conforme al artículo 10 de la Ley y destinado a transportar Hidrocarburos producidos bajo dicho contrato.

7. Estación

En el caso del Transporte de Hidrocarburos por Ductos, es la instalación perteneciente a un Sistema de Transporte, que consiste en tuberías, equipos, sistemas auxiliares, instrumentos de control y otros, que pueden ser para el bombeo, compresión, reducción/ regulación/ alivio de presión, medición, almacenamiento/ embarque, o una combinación de ellos.

8. Exploración

El planeamiento, ejecución y evaluación de estudios geológicos, geofísicos, geoquímicos y otros; así como la perforación de Pozos Exploratorios y actividades conexas necesarias para el descubrimiento de Hidrocarburos; incluyendo la perforación de Pozos Confirmatorios para la evaluación de los reservorios descubiertos.

9. Explotación

Desarrollo y producción.

10. Gas Natural (GN)

Mezcla de Hidrocarburos en estado gaseoso, puede presentarse en su estado natural como Gas Natural Asociado y Gas Natural no Asociado.

Puede ser húmedo si tiene Condensado, o ser seco si no lo contiene.

#### 11. Gas Natural Licuado (GNL)

Es el Gas Natural Convertido al estado líquido por procesos criogénicos u otros que sólo le cambian su naturaleza física, siendo considerado para todos sus efectos como Gas Natural.

#### 12. Gasoducto

Tubería para conducir a distancia gas combustible, procedente por lo general de reservorios naturales.

#### 13. Hidrocarburo

Compuesto orgánico, gaseoso, líquido o sólido, que consiste principalmente de carbono e hidrógeno.

#### 14. Instalación de hidrocarburos

Planta, local, estructura, equipo o embarcación utilizados para buscar, producir, procesar, almacenar, transportar, distribuir y comercializar Hidrocarburos. Dentro de las Instalaciones de Hidrocarburos se comprende a los emplazamientos en superficie y en subsuelo, en el zócalo continental o mar afuera.

#### 15. Revestimiento

Sistema de protección de superficies metálicas contra la corrosión mediante sellado de superficies para proteger el STD.

#### 16. Seguridad

Las disciplinas de seguridad y el conjunto de normas técnicas y disposiciones nacionales o internacionales aplicables, tendentes a prevenir, eliminar o controlar las posibles causas de accidentes, daños al ambiente, riesgos industriales o enfermedades ocupacionales a las que está expuesto el trabajador

y las Instalaciones, en las Actividades de Hidrocarburos y sus áreas de influencia.

#### 17. Sistema de distribución

En la distribución de gas natural por red de ductos, es la parte de los bienes de la concesión que está conformada por las estaciones de regulación de puerta de ciudad (City Gate), las redes de distribución, las estaciones reguladoras y las acometidas, y que son operados por el concesionario, bajo los términos del reglamento y del contrato.

#### 18. Yacimiento

Sitio donde se halla naturalmente una roca, un mineral o un fósil.

#### 19. ArcGIS

Conjunto de productos de software en el campo de los SIG, producido por ESRI. Se agrupan varias aplicaciones para la captura, edición, análisis, tratamiento, diseño, publicación e impresión de información geográfica.

#### 20. ArcMap

Aplicación central del software ArcGIS, en donde se muestra la interfaz de los mapas a elaborar. Entre sus funciones principales están la visualización, edición, análisis espacial, creación de mapas, presentación de resultados utilizando gráficos estadísticos, reportes, fotografías y otros elementos adicionales a los datos geográficos.

#### 21. ArcCatalog

Aplicación dentro del software ArcGIS, que organiza y administra toda clase de datos geográficos y alfanuméricos.

#### 22. Capa de información

Forma básica de organización de los datos espaciales.

Es un conjunto de objetos geográficos de las mismas características que se almacenan de una manera independiente y están representadas a través de elementos vectoriales o ráster. Una capa reúne la representación cartográfica de los objetos espaciales y la tabla de atributos que está asociada a ellos.

### 23. Datos Espaciales

Conjunto de datos relativos a las características, la localización, atributos de los elementos geográficos, así como su relación entre ellos y el atributo temático. Son sinónimos: dato geoespacial, dato geográfico. Son sinónimos: dato geoespacial, dato geográfico. Los datos espaciales producidos por las entidades de la Administración Pública o financiada con recursos públicos constituyen patrimonio del Estado que es necesario salvaguardar.

### 24. Diccionario de datos

Es llamado también repositorio de metadatos, donde se centraliza la información sobre los datos a tratar, como su significado, relaciones con otros datos, subtipos, origen y formato. Es un listado organizado de toda la información propia de un sistema.

### 25. Entidad espacial

Es la representación de un objeto o concepto del mundo real que se registra en una base de datos geográfica.

### 26. Información georreferenciada

La información espacial es un conjunto de datos organizados de entidades, que se encuentran posicionados en un sistema de referencia "X,Y".

### 27. Infraestructura de Datos Espaciales – IDE

Conjunto de políticas, normas, estándares, procedimientos, organizaciones, recursos humanos y tecnológicos integrados, adecuados para facilitar el



intercambio, la producción, obtención, uso y acceso a la información espacial a nivel nacional, que tiene por finalidad apoyar el desarrollo territorial del país para favorecer la oportuna toma de decisiones.

#### 28. Integridad de datos

Salvaguarda de la exactitud e integridad de la información y de los activos asociados. Inventario de activos de información geográfica: es el inventario y sus procedimientos que garantizan que los activos de información estén claramente identificados

#### 29. Modelo de datos

Colección de datos organizados de tal manera que sirvan efectivamente para una o varias aplicaciones SIG. Este modelo, definido como base de datos, comprende la asociación entre sus dos principales componentes: datos espaciales y atributos o datos no espaciales

#### 30. Responsable de la información espacial

Área dentro de la organización encargada de la custodia de la información geográfica y de determinar los niveles de clasificación y difusión. Se encarga de los procesos de revisión y validación; así como los de integración y armonización de dos o más capas de información.

#### 31. Sistemas de Información Geográfica

Conjunto de métodos, herramientas y actividades que actúan coordinada y sistemáticamente para recolectar, almacenar, validar, manipular, integrar, analizar, actualizar, extraer y desplegar información, tanto gráfica como descriptiva de los elementos considerados, con el fin de satisfacer múltiples propósitos.

### 32. Shapefile

Es el formato más extendido y popular entre la comunidad GIS, propiedad de la compañía ESRI, quien crea y comercializa software para Sistemas de Información Geográfica como ArcGIS. Sus extensiones son:

- shp – archivo principal que almacena la geometría de la entidad.
- dbf – es la tabla dBase que almacena la información de atributos de las entidades.
- prj - archivo que almacena información del sistema de coordenadas
- shx – archivo de índice que almacena la geometría de la entidad.
- sbn y sbx – archivos que almacenan el índice espacial de las entidades.”

#### 2.1.17. Marco Legal

Para el trabajo se consultaron algunos fundamentos legales, como tema informativo y complementario, referentes a el transporte de hidrocarburos por ductos y normas aplicadas a los sistemas de información geográfica.

##### Marco legal nacional:

**Según la Constitución Política del Perú<sup>8</sup>, en el capítulo II.- del ambiente y los recursos naturales, Artículo 66.-** estipula que “los recursos naturales, renovables y no renovables, son patrimonio de la Nación. El Estado es soberano en su aprovechamiento. Por ley orgánica se fijan las condiciones de su utilización y de su otorgamiento a particulares. La concesión otorga a su titular un derecho real, sujeto a dicha norma legal.”

---

<sup>8</sup> Extraído de <http://www4.congreso.gob.pe/dgp/constitucion/Const79texto/TITULOIII-CAPITULOII.pdf>

**Según la Ley Orgánica de hidrocarburos N°26221<sup>9</sup>** estipula los criterios generales y específicos del tratamiento de hidrocarburos y sus derivados, en el “**Artículo 72.-** Cualquier persona natural o jurídica, nacional o extranjera, podrá construir, operar y mantener ductos para el transporte de Hidrocarburos y de sus productos derivados, de acuerdo a un contrato de concesión para el transporte, que se otorgará con sujeción a las disposiciones que establezca el reglamento que dictará el Ministerio de Energía y Minas (...)”

**Mediante Decreto Supremo N°081-2007-EM, aprueban el 22 de noviembre del 2007, el Reglamento de transporte de hidrocarburos por ductos<sup>10</sup>** y su contenido estipula todo lo concerniente a la industria de hidrocarburos enfocado en la aplicación de un sistema de integridad de ductos, con el cual es necesario contar para el correcto manejo de la operación. “**Artículo 04.-** del Sistema de Integridad de Ductos, el Sistema de Integridad de Ductos estará conformado por: Estudio de Riesgos para el Sistema de Integridad de Ductos, Programa de Gestión de Integridad de Ductos, Programa de Prevención de Daños, Programa de Calificación de Personal, Auditorías al Sistema de Integridad de Ductos, Indicadores de desempeño del Sistema de Integridad de Ductos. El Sistema de Integridad de Ductos deberá contemplar como mínimo lo siguiente:

- a) Los controles para la identificación, almacenamiento, protección, recuperación, retención y disposición de los registros que proporcionan evidencia del desempeño de los procesos del sistema.
- b) El control de los documentos requeridos por el Sistema de Integridad de Ductos (identificación de cambios y estado de la versión vigente).

---

<sup>9</sup> Extraído de <http://www2.osinerg.gob.pe/marcolegal/pdf/leyoh-%2026221.pdf>

<sup>10</sup> Extraído de <http://www2.osinerg.gob.pe/marcolegal/docrev/DS-081-2007-EM-CONCORDADO.pdf>

- c) La identificación, planificación y gestión los procesos interrelacionados y que interactúan en el Sistema de Integridad de Ductos (...).
- d) **La determinación, recopilación y análisis de los datos apropiados para demostrar la idoneidad y eficacia del Programa de Gestión de Integridad de Ductos con el objetivo de identificar mejoras del mismo (...)**

**Mediante Norma N°091-2011-IGN/JEF/OAJ<sup>11</sup> el Instituto Geográfico Nacional (IGN)** indica que “el uso de la información geográfica se ha visto incrementado, juntamente con la generación y el empleo de cartografía, surgiendo la necesidad de establecer estándares que permitan el intercambio y/o transferencia de información de manera uniforme a fin de evitar confusiones en su interpretación. Que, el Catálogo de Objetos y Símbolos es una combinación de datos que incluye la definición de objetos geográficos, atributos y su correspondiente codificación, facilitando el intercambio de geo-información entre los usuarios; Que, el IGN ha elaborado el Catálogo de Objetos y Símbolos con el fin de dar a conocer a los usuarios y productores de cartografía las especificaciones, para la incorporación en los procesos automatizados y en la representación de los elementos contenidos en la cartografía digital e impresa.

Se resuelve:

Artículo Primero. Aprobar el “Catálogo de Objetos y Símbolos”, cuyo uso será de cumplimiento por toda entidad, pública y privada, que elabore y/o actualice cartografía en el país.

---

<sup>11</sup> Extraído de <https://www.ign.gob.pe/wp-content/themes/pinboard/descargas/NormasTecnicas/norma-tecnica2017.pdf>

Artículo Segundo. Disponer que la Oficina General de Estadística e Informática publique la presente Resolución Jefatural y el Catálogo de Objetos y Símbolos aprobado, en el Portal de Internet del Instituto Geográfico Nacional (<http://www.ign.gob.pe>).”

**Mediante Decreto Supremo N°032-2002-EM<sup>12</sup>, el Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (OSINERGMIN), se resuelve aprobar el glosario de términos del sector de hidrocarburos, en el Artículo 03 de la Ley Orgánica de hidrocarburos N°26221, “el Ministerio de Energía y Minas es el encargado de elaborar, aprobar, proponer y aplicar la política del Sector, así como dictar las demás normas pertinentes; Que, en atención a las atribuciones señaladas en el considerando anterior, se ha estimado aprobar un “Glosario, Siglas y Abreviaturas del Subsector Hidrocarburos”, a fin de incorporar, actualizar y homogeneizar el significado de los términos que más se utilizan en el referido Subsector y que se hallan contenidos en los distintos reglamentos de la Ley N° 26221; En uso de las atribuciones previstas en el inciso 8) del artículo 118 de la Constitución Política del Perú; Decreta:**

Artículo 1.- Aprobar el “Glosario, Siglas y Abreviaturas del Subsector Hidrocarburos”, que forma parte del presente Decreto Supremo (...)”

**Mediante Norma técnica peruana ISO 19115:2011, la Secretaría de Gobierno Digital, en su 1º edición, indica que “esta norma técnica peruana define el modelo requerido para describir información geográfica y servicios. Alcance: Su uso no es vinculante a entidades públicas, pero constituye una referencia nacional para la catalogación de datos y servicios de información geográfica. Proporciona información sobre la identificación, la extensión, la**

---

<sup>12</sup> Extraído de <http://www.snmpe.org.pe/repositorio-legislacion/272-hidrocarburos/3738-decreto-supremo-n-032-2002-em.html>

calidad, el modelo espacial y temporal, la referencia espacial y la distribución de los datos geográficos digitales.”

Marco legal internacional:

**ASME B 31.8s – Managing System Integrity of gas pipeline<sup>13</sup> indica en la pg. 4. Recolección, revisión e integración de datos, que “la información necesaria para los programas de gestión de la integridad se puede obtener desde dentro de la empresa operadora y desde fuentes externas (por ejemplo, datos de toda la industria). Por lo general, la documentación que contiene los elementos de datos necesarios se encuentra en la documentación de diseño y construcción (ASBUILT) y en los registros operativos y de mantenimiento actuales. Se puede requerir una encuesta de todos los lugares potenciales que podrían albergar estos registros para documentar lo que está disponible (incluidas las unidades o el sistema de referencia), y para determinar si existen deficiencias significativas de datos. Si se encuentran deficiencias, la acción para obtener los datos se puede planificar e iniciar en relación con su importancia. Esto puede requerir inspecciones adicionales y esfuerzos de recopilación de datos de campo.**

Las bases de datos existentes del sistema de información gerencial (MIS) o del sistema de información geográfica (SIG) y los resultados de cualquier evaluación previa de riesgos o amenazas también son fuentes de datos útiles. También se puede obtener una visión significativa de los expertos en la materia y aquellos involucrados en los procesos del programa de evaluación de riesgos y gestión de la integridad. Los datos valiosos para la implementación del programa de gestión de integridad también se pueden

---

<sup>13</sup> Extraído de <https://law.resource.org/pub/us/cfr/ibr/002/asme.b31.8s.2004.pdf>

obtener de fuentes externas. Estos pueden incluir informes de agencias jurisdiccionales y bases de datos que incluyen información como datos del suelo, datos demográficos e hidrología, como ejemplos. Las organizaciones de investigación pueden proporcionar antecedentes sobre muchos problemas relacionados con la interconexión útiles para su aplicación en un programa de gestión de la integridad. Los consorcios industriales y otros operadores también pueden ser fuentes de información útiles.”

**Manual de referencia ARPEL para la gestión de la integridad de ductos**<sup>14</sup> en el capítulo 1.6, Manejo y/o implementación de un sistema de información geográfica, indica que “es recomendable que toda la información generada y recopilada con las actividades y acciones ejecutadas en los programas de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo del ducto, se integre de forma continua en un sistema de información geográfica (SIG) para su eficiente manejo y administración. Concretamente, el SIG es una herramienta informática que, utilizando todos los datos almacenados con las variables disponibles y dentro de límites confiables, permite valorar oportuna y rápidamente los riesgos y las consecuencias de las amenazas naturales potenciales o activas, o de cualquier otro tipo, a que se encuentre sometido un ducto. El SIG también permite plantear y evaluar las correspondientes opciones y alternativas de solución. En muchos países, las disposiciones legales para el transporte de hidrocarburos por ducto establecen la implementación del SIG para el manejo y la gestión de la integridad. La aplicación de esta herramienta es factible y viable en ductos nuevos, pero desarrollarla y adecuarla en la gestión de ductos en operación es costoso y su

---

<sup>14</sup> Extraído de <https://arpel.org/media/apps/library/339/files/ductos.pdf>

viabilidad debe analizarse por el resultado costo-beneficio. En ductos con muchos años de operación y deficiente ordenamiento y estructuración de la información existente, implica un alto costo de inversión y una aplicabilidad poco viable y confiable. Alternativamente a la implementación o disponibilidad de un SIG, toda la información, diagnósticos, y acciones preventivas o correctivas proyectadas o ejecutadas en cada proceso natural (amenaza), debe ser recopilada, integrada y consolidada en un registro específico el cual siempre debe mantenerse actualizado. Esta acción de carácter dinámico permite evaluar de forma continua y oportuna (de acuerdo a los resultados obtenidos) la programación y priorización de las acciones y actividades de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo y, consecuentemente, ajustar y rediseñar el alcance y los objetivos de la línea de base para una gestión de integridad eficiente.”

**Los ISOS internacionales 19115 / 19139 indican que** “la Organización de Estandarización Internacional (ISO) es la encargada de producir las normas internacionales de cumplimiento obligatorio. La familia ISO 19100 fue creada por el Comité Técnico 211, encargado de la información geográfica. En el Perú, la norma relacionada a metadatos es el ISO 19115, el cual representa un esquema genérico para la categorización y catalogación de datos geoespaciales, compuesto por más de 400 elementos y 27 listas controladas, brindando un modelo general junto con terminología y definiciones, así como también, procedimiento para la extensión del modelo de metadatos. La norma ISO 19115 brinda información sobre la identificación, calidad, extensión geográfica y temporal, sistema de



referencia y la distribución de los datos espaciales y se aplica a la catalogación de conjunto de datos, de series de conjuntos de datos, de subconjuntos y a las entidades geográficas individuales, así como a sus atributos. Adicionalmente a esta norma con la finalidad de incluir aspectos relacionados a datos de tipos ráster y malla (*grid*) se ha elaborado una segunda parte ISO 19115-2 “*Geographic Information Metadata for imagery and gridded data*”<sup>15</sup>. Por su amplio alcance, la norma ISO 19115 incorpora otras normas que pueden adaptarse creando extensiones adicionales si resulta necesario. El contratiempo que surge de esta norma, es que la misma se emplea aisladamente, es decir, sólo describe el contenido de los metadatos mas no el formato en el que debe desarrollarse, por lo que se vio necesario diseñar una nueva norma denominada ISO 19139 “*Geographic Information Metadata XML Schema Implementation*” el cual proporciona un mecanismo para desarrollar el contenido de los metadatos pero con un formato unificado como lo es XML; definiendo una codificación formal y una estructura establecida para el intercambio de información a futuro, permitiendo la solución de problemas sobre la interoperabilidad de formatos.”

#### **2.1.18. Marco Institucional**

Se consultó la naturaleza de la organización, su situación jurídica y administrativa, además de la Estructura orgánica y procedimientos que posee para el transporte de hidrocarburos. Para este caso, se revisaron normativas de la organización referentes a la integridad de ductos, en las que se hace mención la necesidad de contar con un SIG para la gestión de los datos:

---

<sup>15</sup> Fuente: Guía de implementación de la base de datos SIG del MINAM (file server) – junio 2009

**Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería - OSINERGMIN**<sup>16</sup>

Institución pública encargada de regular y supervisar que las empresas del sector eléctrico, hidrocarburos y minero cumplan las disposiciones legales de las actividades que desarrollan.

Creada el 31 de diciembre de 1996, mediante la Ley N° 26734, bajo el nombre de OSINERG. Inició el ejercicio de sus funciones el 15 de octubre de 1997, supervisando que las empresas eléctricas y de hidrocarburos brinden un servicio permanente, seguro y de calidad.

El año 2007, la Ley N°28964 le amplió su campo de trabajo al subsector minería y pasó a denominarse OSINERGMIN. Por esta razón, también supervisa que las empresas mineras cumplan con sus actividades de manera segura y saludable.

*Misión:* Regular, supervisar y fiscalizar los sectores de energía y minería con autonomía, capacidad técnica, reglas claras y predecibles, para que las actividades en estos sectores se desarrollen en condiciones de seguridad y se disponga de un suministro de energía confiable y sostenible

*Visión:* El Perú consolida su desarrollo energético con servicios de calidad, asequibles y seguros; asimismo afianza la sostenibilidad y seguridad del sector minero; con Osinergmin como la institución del Estado peruano de mayor credibilidad y confianza.

---

<sup>16</sup> Tomado de la página web de la Institución  
[http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/institucional/acerca\\_osinergmin/quienes\\_somos#](http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/institucional/acerca_osinergmin/quienes_somos#)

**Asociación Regional de Empresas del sector Petróleo, Gas y Biocombustibles en Latinoamérica y el Caribe - ARPEL**<sup>17</sup>

Es una asociación sin fines de lucro que nuclea a empresas e instituciones del sector petróleo, gas y biocombustibles en Latinoamérica y el Caribe. Fue fundada en 1965 como un vehículo de cooperación y asistencia recíproca entre empresas del sector, con el propósito principal de contribuir activamente a la integración y crecimiento competitivo de la industria y al desarrollo energético sostenible en la región.

Misión: Promover la integración, crecimiento, excelencia operacional y eficaz desempeño socio - ambiental de la industria en la región, facilitando el diálogo, la colaboración y la construcción de sinergias entre actores, así como la creación compartida de valor entre socios a través del intercambio y ampliación del conocimiento colectivo.

Visión: Ser un referente en la consolidación de la industria como proveedora de energía confiable y segura, que satisfaga el crecimiento de la demanda energética en forma sostenible.

---

<sup>17</sup> Tomado de la página web de la Institución <https://es.arpel.org/about/>

### **III. MÉTODO**

#### **3.1. Tipo de investigación**

La implementación de la base de datos, parte de una planificación previa, teniendo en cuenta su concepción, desarrollo y también su posible caducidad en el tiempo, es decir, manteniendo un “ciclo de vida”. La vigencia del modelo a desarrollar no se ciñe a un tiempo de vigencia, todo lo contrario, pues se alimenta de los datos que brindarán los usuarios finales para una “retroalimentación” continua, estando sujeta a las necesidades generales de la organización y del entorno en sí, además de los requerimientos finales del usuario.

##### **3.1.1. Enfoque**

Los sistemas de información geográfica (SIG) se han desarrollado desde sus orígenes hasta la actualidad de una manera acelerada, implicando tecnología horizontal que considera una amplia variedad de usos en el entorno industrial, cobrando impulso en el sector de hidrocarburos como una potente herramienta para el análisis y visualización de datos. Con esta idea y tomando como referencia la entrada en operación del Proyecto Camisea (agosto 2004) es que se ve necesaria, la idea de diseñar e implementar un Sistema de Información Geográfica, a partir de un modelo de datos (*geodatabase*) para el manejo y control de las amenazas identificadas en el transporte de hidrocarburos por ductos de gas natural, según lo establecido en el manual de referencia de ARPEL que indica que toda la información generada debe recopilarse e integrarse de forma continua para su eficiente manejo y administración. La *geodatabase* se complementó, con información gratuita de las diferentes entidades públicas (ANA, IGP, SENAMHI, INGEMMET, etc.) mediante

archivos WMS, para tener una representación gráfica acorde a la realidad del espacio geográfico en estudio.

Mediante el diseño e implementación del modelo de datos, se contó con herramientas adecuadas para evaluar, valorar, estimar y determinar cómo un SIG puede ser útil y de vital importancia en una organización de gran envergadura, facilitando el acceso a la información propia de la empresa y mejorar las prácticas y operación de los mismos. Es importante señalar, que mientras toda la información se encuentre estructurada en una base de datos organizada y de calidad, puede funcionar a su vez, como una herramienta predictiva, para alertar de posibles fallas o problemas que pueda presentarse en una zona en específico, tomando como base la información histórica almacenada.

### **3.1.2. Nivel de investigación**

En el presente trabajo de investigación se detallan los procedimientos establecidos para el desarrollo de un sistema de información geográfica que contemple la organización de la información en el transporte de hidrocarburos por ductos, con los siguientes criterios:

- Método: empírico
- Diseño: no experimental
- Tipo: longitudinal, debido a que no está limitado a un tiempo en específico, se analizan cambios a través del tiempo con las variables y las relaciones entre ellas.
- Nivel: Aplicativo, porque se analizó la implementación de un sistema de información geográfica para la organización de la información del Sistema de transporte de hidrocarburos por ductos del proyecto Camisea.

## 3.2. **Ámbito espacial y temporal**

### 3.2.1. **Ámbito espacial**

El consorcio TGP – Transportadora de gas del Perú, obtuvo la concesión para el transporte de gas natural, lo que incluía el diseño, construcción y operación del gasoducto, teniendo una vigencia de 33 años, la que es conocida actualmente como Red principal de transporte de gas natural de Camisea<sup>18</sup>. Se compone de dos ductos, uno que transporta gas natural seco (GN) y otro que transporta líquido de gas natural (LGN), ambos ductos van en paralelo, empezando su recorrido en Camisea, distrito de Megantoni, que fue creado en el año 2016, anterior a este año empezaba su recorrido en el distrito de Echarate, provincia de La Convención en Cusco, y pasa por los departamentos de Ayacucho, Huancavelica, Ica hasta llegar a Lobería en Pisco, departamento de Ica, donde termina el recorrido del ducto de líquidos de gas natural que tiene una longitud de 530 kilómetros, mientras que el otro ducto de gas natural de 730 kilómetros, sigue su camino hasta Lurín en Lima donde se encuentra el City Gate<sup>19</sup> y empieza la distribución por la empresa Calidda para los diferentes clientes en Lima Metropolitana.

Por su ubicación espacial, el área de estudio está definida entre las siguientes coordenadas:

En UTM:

Por el este: 8782381.615 S / 172128.6071 E

Por el norte: 391135.826 S / 8673248.829 E

Por el sur: 608446.344 S / 8562651.374 E

Por el oeste: 391553.655 S / 8562651.374 E

---

<sup>18</sup> Contrato BOOT. Concesión de Transporte de Gas Natural por ductos de Camisea al City Gate. 2000. SI 2000/c.2.1. Perú, Comisión de Promoción de la Inversión Privada-COPRI

<sup>19</sup> Punto donde el gas natural pasa de un sistema de transmisión principal a un sistema de distribución local.

En geográficas:

Por el este: 72° 55' 17" W / 11° 50' 36" S

Por el norte: 76° 49' 48" W / 12° 18' 28" S

Por el sur: 74° 9' 50" W / 13° 33' 11" S

Por el oeste: 76° 10' 30" W / 13° 46' 53" S

El caso de estudio es el proyecto Camisea, donde se considera la implementación de una base de datos, apoyado en un modelo de datos físico, mediante representaciones gráficas del mundo real además de entidades y atributos. El trabajo de investigación está basado en los datos resultantes de la operación del proyecto Camisea, la cual atraviesa la difícil geografía de nuestro país. Siendo una de las tareas primordiales de una base de datos, el almacenar la información generada por esta operación, para evaluaciones de riesgo, analizando la probabilidad y consecuencia de las diferentes amenazas a las cuales están sujetos los ductos.

### **3.2.2. Ámbito temporal**

Este trabajo no está delimitado por un rango de tiempo en específico, pero la información base parte del año 2016 – 2017, antes y después de esa fecha, los datos e información pueden ser cargados sin importar el límite de tiempo, ya que la base de datos representa eso, un repositorio de información general. Lo mismo sucede con los datos externos, mantendrán su formato y fecha, según lo establecido por cada una de las instituciones públicas de las que se obtendrá la información, estableciendo actualizaciones cada cierto periodo de tiempo según los encargados de ese proceso.



*Mapa 1. Ubicación del Sistema de transporte de hidrocarburos por ductos – Camisea*  
 Fuente: Elaboración propia



### 3.3. Variables

Bernal (2006) define a la variable independiente como “todo aquel aspecto, hecho, situación, rasgo que se considera como la ‘causa de’ en una relación entre variables. Mientras que para el caso de la variable dependiente indica “se conoce como variable dependiente al ‘resultado’ o ‘efecto’ producido por la acción de la variable independiente”

La variable dependiente en la investigación será el sistema de información geográfica que será implementado y plasmado en una *geodatabase*, ya que su razón de ser dependerá directamente de la existencia del sistema de transporte de hidrocarburos por ductos, que será la variable independiente, si no existiese un sistema de transporte por ductos, no habría nada que evaluar. Las dimensiones en las que se basa el proyecto son las amenazas a la integridad de los ductos, representadas en su conjunto por distintos tipos de información, clasificado por criterios y/o parámetros ya definidos, que por su naturaleza y categorización son necesarios evaluar o tomar en cuenta para la toma de decisiones y futura elaboración de reportes, trabajos, mapas temáticos, etc..., que permitan prevenir eventos no deseados.

El indicador de las variables independientes es cuantitativo, porque serán almacenadas en una base de datos, es decir, existen en el espacio geográfico y serán representados mediante un software según su tipo de geometría; por lo que serán cuantificables, facilitando el control y manipulación de la información. Asimismo, poseen una definición operacional, donde los procedimientos empíricos a realizar permitirán la obtención de la información de forma veraz y acorde a la realidad, para verificar la hipótesis planteada y solucionar el problema.

Estos procedimientos empíricos, constan de las siguientes características:

- Identificación del indicador que permitirá medir las variables
- Identificación y definición de los instrumentos y métodos de recolección de información, con lo cual se obtendrán las variables e indicadores.

**Tabla 3.** *Variable dependiente.*

<b>Variable dependiente</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>
Diseño e implementación de Sistema de Información Geográfica	Procedimientos para la gestión de datos especiales del STD	Tipo de modelo de datos
		Base de datos o <i>geodatabase</i>
		Sistema de proyección geográfica
		Información alfanumérica / tabular
		Gestor de base de datos

*Nota:* Cuadro identificador de la variable dependiente. *Fuente:* *Elaboración propia.*

**Tabla 4.** *Variable independiente.*

<b>Variable independiente</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>		
<b>Sistema de transporte de hidrocarburos por ductos</b>	Amenaza Corrosión externa	Bacterias	PH Suelo	Sulfatos
		Cloruros	Redox	Sulfuros
	Amenaza Corrosión interna	Análisis microbiológico	Velocidad de corrosión	Velocidad de fluido
	Amenaza Corrosión bajo esfuerzo	Abolladuras	Arrugas	Crecimiento de grietas
	Amenaza Afectaciones por terceros	Construcciones Polígono	Excavaciones	Vandalismo
		Construcciones Punto	Líneas de transmisión	Voladuras
		Cruces de Vía	Utilidades	
	Amenaza Fuerzas externas	Cruces de agua	Geomorfología	Topografía
		Erosión	Huaycos	Uso de suelo
		Geología	Sismos	
	Amenaza Operaciones incorrectas	Obras de geotecnia	Programa de seguridad	Simulacros
	Amenaza Defectos de construcción	Derivación	Soldadura	Tapada
	Amenaza Defectos de fabricación	Codo	Fibra óptica	Manga
	Amenaza Fallas en equipos	Antenas	Estaciones	Válvulas
		Caja de empalme	Punto kilométrico	

*Nota:* Cuadro identificador de la variable independiente. *Fuente:* *Elaboración propia.*

### 3.4. Población y muestra

La población tomada para el presente trabajo de investigación son las 42 variables que conforman cada una de las 9 amenazas que afectan la integridad de los ductos del proyecto Camisea, generados en el tiempo por la propia operación y definidos según lo estipulado en el Manual de referencia ARPEL (2011) del cual se toma como base la referida al año 2016 – 2017 para el proceso de implementación, que contempla la carga de datos futuros (años posteriores) e históricos (años anteriores).

**Tipo de muestreo:** No probabilístico.

### 3.5. Instrumentos

En las investigaciones relacionadas a gestión de información para la organización, la recolección de datos permite obtener información empírica que posteriormente permitirá la medición de las variables para obtener los datos necesarios en el análisis del problema en la investigación.

Cabe mencionar que, para este proyecto, todas las fuentes de ingreso de datos o información son de fuente secundaria, tanto de la estructura de las amenazas y cómo están conformadas. Los datos propiamente dichos, que hacen que este trabajo de investigación sea posible, fueron obtenidos de las empresas Perupetro y Osinergmin, mediante su web Banco de datos<sup>20</sup> y Portal GIS<sup>21</sup> respectivamente, donde se realizó el proceso de registro y autorización por parte de la empresa, mediante un formulario, para los fines pertinentes de la investigación. Además de la estructura de la *geodatabase* que fue realizada bajo los parámetros de ARPEL.

---

<sup>20</sup> Acceso a la web Banco de ductos de PERUPETRO, mediante el enlace <http://www.perupetro.com.pe/DataBank/Inicio.html>

<sup>21</sup> Acceso al Portal GIS de OSINERGMIN <https://gisem.osinergmin.gob.pe>.  
Mapas públicos desde ArcGIS Online  
<https://usergis.maps.arcgis.com/home/webmap/viewer.html?useExisting=1&layers=f430bedb638e41e3a846698ab1cf314e>  
<https://usergis.maps.arcgis.com/home/webmap/viewer.html?useExisting=1&layers=3b611ee7d88546f5bba662316134568a>

Todo este proceso fue necesario para conocer la fuente de información y el tamaño de datos que fueron incluidos en la *geodatabase*. Las técnicas usadas fueron:

### **Observación experimental – estructurada**

Se sistematizó información sobre las amenazas y sus variables, que afectan la integridad del sistema de distribución de gas natural del proyecto Camisea. Lo realizado en la técnica de observación fue:

- Identificación y delimitación del problema objeto de investigación.
- Contacto directo con la problemática de ausencia de un sistema capaz de organizar y sistematizar la información de la operación.
- Elaboración de un proceso comparativo para el control de calidad de la información, detectando posibles inconsistencias y/o contradicciones. Asimismo, se relacionaron todos los datos registrados a fin de obtener un grado de confiabilidad y validez alto.
- Consolidación en un diccionario de datos, la información registrada y analizada correspondiente a las amenazas y sus variables. Se consideró la relación de las unidades de análisis, valores y variables; con el apoyo de la revisión bibliográfica.
- Creación de planillas para carga de información en la base de datos.
- Mediante la observación experimental - estructurada, se tuvo la ventaja de obtener los datos del proyecto junto con el análisis documental.

### **Análisis documental o de contenido**

Se revisó diversa bibliografía, artículos, trabajos de investigación, documentos escritos, programas de gerenciamiento de integridad propios de la empresa, acerca de las amenazas y sus variables además de construcción de modelos físicos de base

de datos geográfica. La información principal que considerar y el corazón de este proyecto radica en la revisión del “*Manual de referencia ARPEL para la gestión de integridad de ductos*” (2011), en donde se establecen los lineamientos bases, para cada una de las amenazas y sus variables, con el propósito de facilitar la compilación de datos requeridos en la evaluación de la probabilidad y consecuencia de fallas. El análisis documental sirvió como técnica de codificación para analizar, delimitar y estructurar adecuadamente la información al momento de diseñar y elaborar el árbol lógico de datos, para la posterior creación de la base de datos geográfica.

A partir de estos métodos se desarrollaron técnicas para la organización final de toda la información necesaria en *geodatabase*, además de la información complementaria. Se elaboró un organigrama, con todas las variables generadoras de las amenazas que afectan la integridad de los ductos, cada una de estas variables, representa un *feature class*, mientras que las amenazas son *feature data set*. La información complementaria también se agregó a la *geodatabase*, mediante archivos en formato WMS<sup>22</sup>, los cuales fueron agregados por el nombre de la institución y el tipo de información (Ejm: ANA\_Humedales). Sólo se seleccionaron instituciones con información de interés para el proyecto.

## **Entrevistas**

Se realizó con especialistas del tema para conocer a profundidad el tipo de información a trabajar, ya que los datos son de acceso libre al público mediante las instituciones responsables de la información, como PERUPETRO u OSINERGMIN, y era pertinente saber en qué condiciones se encontraba.

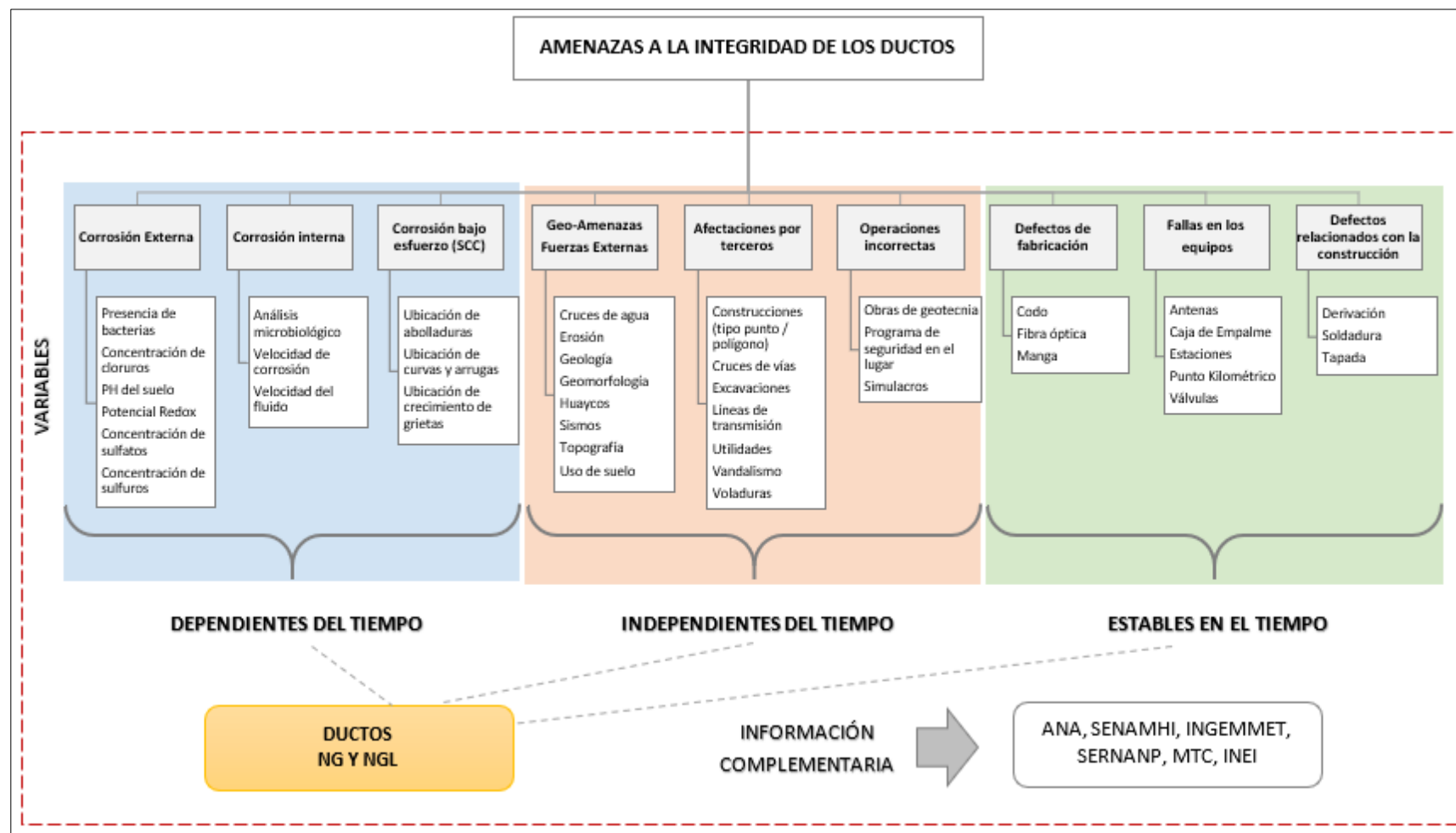
---

<sup>22</sup> El servicio Web Map Service (WMS) o Servicio de publicación de mapas es un estándar que ofrece una sencilla interfaz HTTP, que permite realizar una solicitud de imágenes de mapas georreferenciados de una o más bases de datos geográficas distribuidas en más de un servidor. Permiten la visualización, superposición y consulta puntual de mapas generados desde uno o varios servidores en diferentes entidades públicas o privadas. *PRESIDENCIA DEL CONSEJO DE MINISTROS - Secretaría de Gobierno Digital del Perú.*

Para los dos primeros casos de instrumentos de recolección de datos, se elaboraron formatos especialmente adecuados para esta investigación: El diccionario de datos fue el principal componente ya que reunía todas características de cada capa, sus atributos y descripción; el diseño de modelo de datos y árbol lógico, los cuales forman la parte técnica de la implementación en este trabajo.

Los métodos e instrumentos elegidos fueron los apropiados para solucionar los problemas planteados anteriormente, porque permiten recolectar datos e información de suma importancia en distintos periodos de tiempo para la realización de estudios comparativos, todos ellos, almacenados en una base de datos. Estuvo sujeta a su vez, por comprobaciones y control de calidad (validez y confiabilidad) de las características generales del proyecto, como el de contrastar la hipótesis definida y de generar a la larga, una nueva perspectiva de análisis. Ambos procesos de recolección de datos, agrupan la información a partir de criterios definidos en la etapa de metodología, categorizando eventos observables que son manejables para su estructuración. Sin el adecuado manejo de estos instrumentos, investigación habría sido viable, ya que ambas, conducen a la comprobación del problema formulado, y a la obtención de los datos reales en un sistema computarizado que representa el espacio geográfico mediante un *hardware* para el procesamiento de información y toma de decisiones.

Información que cargar: Amenazas a la integridad de los ductos / Instituciones públicas con datos de libre descarga



**Figura 18.** Organigrama de las nueve amenazas y sus variables - Fuente: Elaboración propia

### **3.5.1. Materiales**

#### **3.5.1.1. Equipos**

- Laptop Lenovo WorkStation Intel Core i7 15.6" / 1 TB / 8 RAM / NVIDIA 2GB / procesador 2.4 Ghz, para procesamiento de la información.
- Impresora Epson L50 – formato A3 – A4, para impresión de mapas, diagramas y plantillas necesarias para el trabajo de investigación.
- Plotter HP Designjet 4520ps doble rollo, para impresión del diagrama general de la base de datos.
- Disco duro externo TOSHIBA Canvio Basic de 1TB USB 3.0, para copia de respaldo o *back up*.

#### **3.5.1.2. Software**

- ArcGIS 10.5 Licencia Advance (Contempla las licencias de ArcMap, ArcCatalog), para el desarrollo del SIG.
- Microsoft Office Professional 2016, para la documentación, elaboración del diccionario de datos, plantillas e informe final.
- Microsoft Visio 2016, para la elaboración de los diagramas y árbol lógico.
- AddIn Geodatabase Diagrammer
- Adobe Acrobat XI







#### **3.5.1.3. Cartografía base**

La cartografía base fue proporcionada por las distintas instituciones encargadas de su validación y publicación, toda la información se encuentra a una escala de 1: 100 000 a nivel nacional. Cabe mencionar que dicha



información fue tomada del portal GEOIDEP<sup>23</sup> en formato WMS que será detallado más adelante.

**Tabla 5. Información complementaria a cargar por WMS**

Cartografía	Fuente
Bofedales, humedales, Lagos, Lagunas, Ríos y quebradas, Unidades hidrográficas.	
Alertas meteorológicas, Estaciones meteorológicas, Caracterización climática	
Concesiones mineras, Estabilidad geotécnica, Peligros geológicos	
Áreas naturales protegidas, Comunidades nativas y campesinas, Ecorregiones, Zonas arqueológicas, Zonas de amortiguamiento	
Aeródromos, helipuertos, Kilometraje vial, Puentes, Red vial	
Centros poblados, Departamentos, Provincias, Distritos	

*Fuente:* Elaboración propia

La información del proyecto Camisea a considerar en la base de datos, fue extraída de las instituciones Perupetro y Osinergmin, que se detallará en la aplicación de la metodología.

#### 3.5.1.4. Adicionales

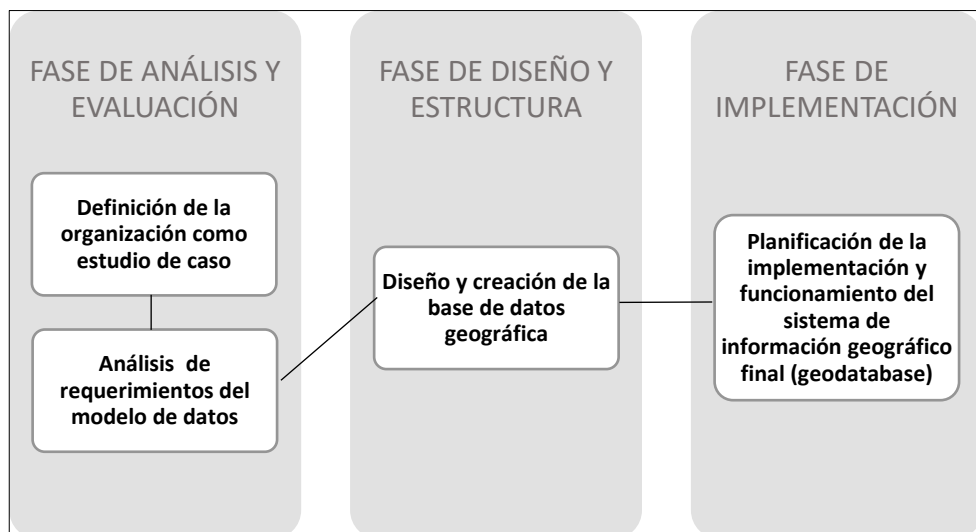
- Libros y literatura sobre el tema
- Informes y estudios institucionales
- Imágenes de satélite, Google maps

<sup>23</sup> GEOIDEP es el Portal de Información de Datos Espaciales del Perú y el Nodo Central de la Infraestructura de Datos Espaciales del Perú (IDEP). GEOIDEP es un portal colaborativo, mantenido por las entidades públicas productoras de datos espaciales, que ponen a disposición de los ciudadanos, empresas y el mismo gobierno, información geográfica relevante, concertada y oficial del territorio nacional (**Decreto Supremo 069-2011-PCM**)

### 3.6. Procedimientos

El procedimiento empleado está basado sistemáticamente en una metodología de análisis, implementando técnicas y disciplinas en donde interactúa la elaboración del diseño de un modelo de datos geográfico, con los demás elementos que complementan el sistema de información (entorno, ubicación y desarrollo de la actividad), todos requeridos para alimentar los datos de entrada y de salida para entender las relaciones que existen entre todos los elementos.

El SIG, soporta almacenamiento de cuantos datos o información existan, utilizando estructuras complejas para luego ser representados como objetos de estudio (Amenazas al ducto) además de información complementaria que es de libre descarga de las principales instituciones del Perú (MINAM, INGEMMET, ANA, etc.). Se contempló tener esta información en formato *web map service* o mayormente conocido como WMS por sus siglas en inglés. Este procedimiento será descrito más adelante junto con toda la información en la etapa de implementación para el desarrollo de la *geodatabase*.



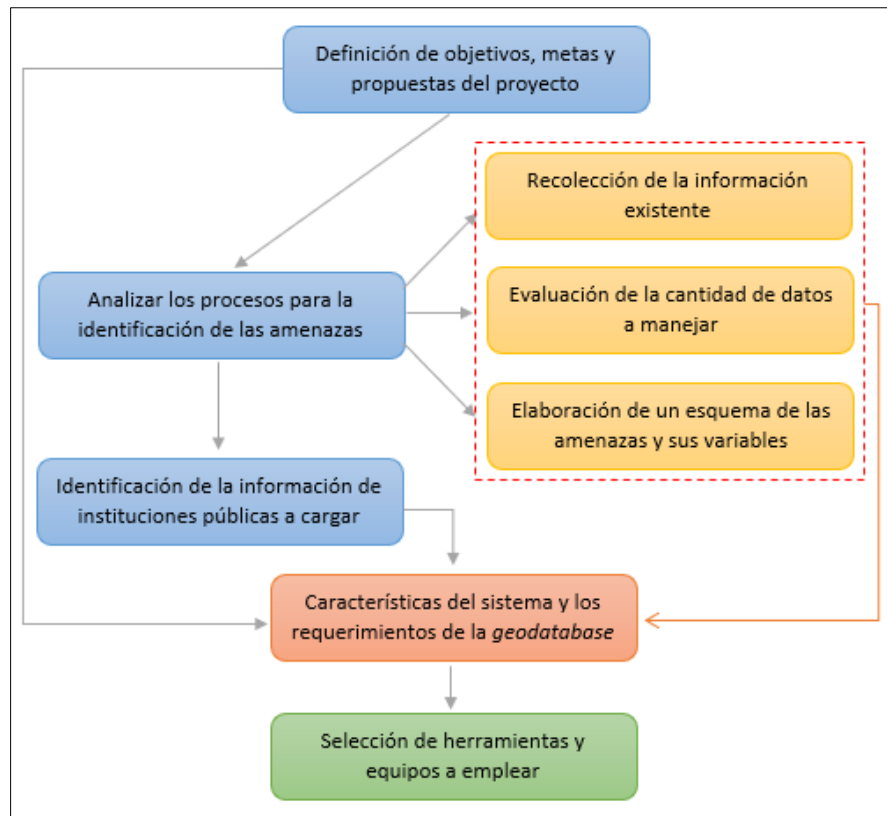
**Figura 19.** Esquema general de las tres fases aplicadas en la tesis

Nota: En el esquema desarrollado se presentan las tres etapas para el diseño e implementación del SIG. Fuente: *Elaboración propia.*

### 3.6.1. Fase I: Análisis y evaluación

En esta etapa se realizaron las actividades detalladas a continuación:

- Se definieron los objetivos, metas y propuestas del proyecto para la implementación.
- Se analizaron los procesos para la identificación de las amenazas que afectan el sistema de transporte de hidrocarburos por ductos, con el propósito de reconocer el horizonte del trabajo, las actividades y actores involucrados.
- Se recopiló y analizó la información existente sobre los patrones y variables del sistema de hidrocarburos por ductos de Camisea, así como la información de fuente externa que fue agregada a la base de datos.
- Se evaluó el volumen de datos a manejar junto con el diseño del componente temático.
- Se elaboró un esquema de las amenazas y sus variables que forman parte del diseño del modelo de datos.
- Se identificó la información relevante de las instituciones públicas a ser incluidas en la base de datos geográfica.
- Se definieron las características del sistema y los requerimientos de la base de datos.
- Se seleccionaron las herramientas y equipos informáticos (*software* y *hardware*) a utilizar.



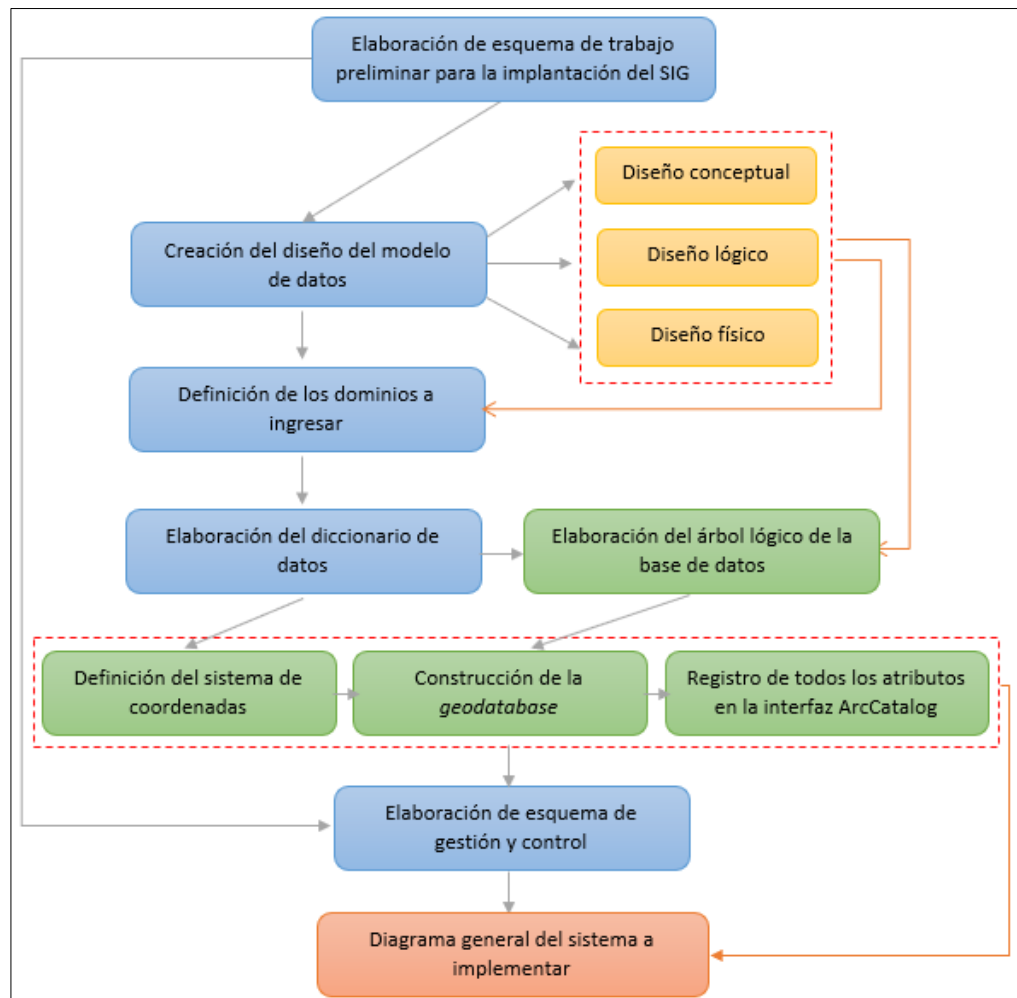
**Figura 20.** Esquema de la primera fase de la metodología  
Fuente: Elaboración propia.

### 3.6.2. Fase II: Diseño y estructura

En esta etapa se realizaron las actividades detalladas a continuación:

- Se elaboró un esquema de flujo de trabajo preliminar para representar la esquematización de la implementación del sistema de información geográfica.
- Se creó el diseño del modelo de datos en sus tres componentes: conceptual, lógico y físico.
- Se definieron los dominios a ingresar a la base de datos, en qué *feature class* iría cada uno y qué parámetros se establecerían.
- Se elaboró el diccionario de datos con todos los atributos que conforman cada una de las variables de las nueve amenazas.
- Se diseñó el árbol lógico de la base de datos.

- Se elaboró un esquema de gestión y control de la información.
- Se definió el sistema de coordenadas a ingresar en la creación de la *geodatabase*.
- Se construyó la *geodatabase* a partir del diccionario de datos, considerando cada una de las variables en el sistema como *feature class* y las amenazas como *feature data set*.
- Se registraron todos los atributos en la interfaz de ArcGIS y se procedió con la estructura final de la base de datos, que dio como resultado un diagrama general del sistema.

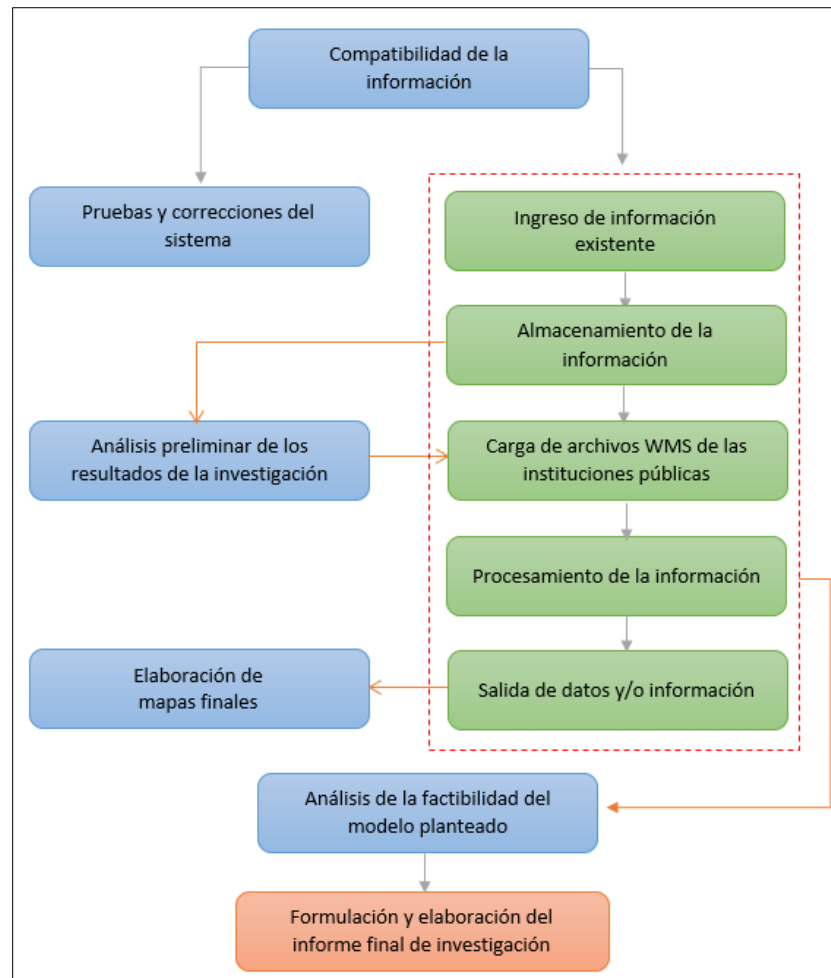


**Figura 21.** Esquema de la segunda fase de la metodología  
Fuente: Elaboración propia.

### 3.6.3. Fase III: Implementación

En esta etapa se realizaron las actividades detalladas a continuación:

- Se revisó la compatibilidad de la información.
- Se ingresó la información existente mediante las planillas elaboradas para las variables.
- Se realizaron pruebas y correcciones del sistema.
- Se almacenó la información dentro de la *geodatabase*.
- Se realizó un análisis preliminar de la investigación.
- Se cargaron los archivos WMS de las instituciones públicas, para verificar su conectividad y actualización directa.
- Con la información completa se procedió a procesar la misma (consultas, visualización de la información)
- Con el punto anterior ejecutado, se permitió la salida de datos e información, en formatos establecidos.
- Para este trabajo, la salida de información consistió en la elaboración de mapas finales para presentación.
- Se analizaron los resultados de investigación evaluando la factibilidad del modelo planteado con otros ya existentes.
- Se formuló y realizó el informe final de la investigación.



**Figura 22.** Esquema de la tercera fase de la metodología

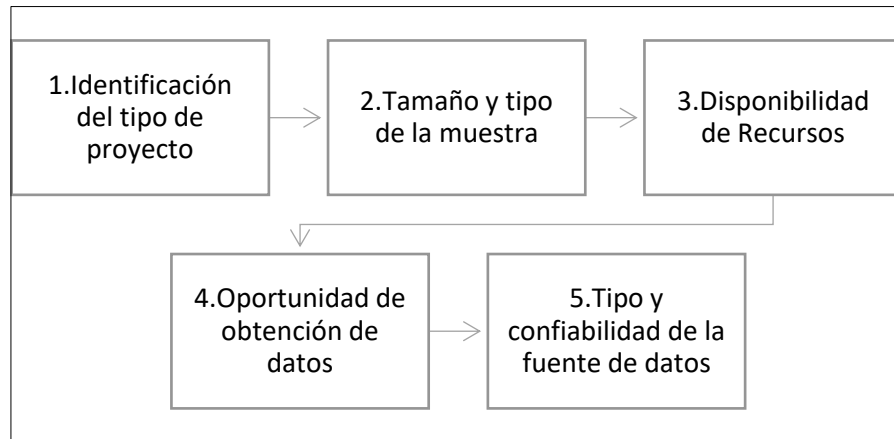
*Fuente: Elaboración propia.*

Estas fases fueron definidas a criterio, tomando en consideración lo dicho por Hernández Sampieri (2010) donde, la investigación al ser cuantitativa, analiza la certeza de la hipótesis formulada en un contexto en particular, para este caso, evitar el riesgo o futuros incidentes, mediante la organización de la información. El estudio está basado en un solo diseño que contempla todas las características de cada uno de los elementos dentro del sistema, para el caso del sistema de información geográfica, la mejor fuente de información y metodología aplicable es la diseñada por el Dr. Roger Tomlinson (2007), la cual fue descrita en el marco teórico.

### 3.6.4. Recolección de datos

#### Criterios

Los criterios para la construcción y ejecución de las técnicas e instrumentos para la recolección de datos fueron los siguientes:



**Figura 23.** *Criterios para la elaboración de técnicas de recolección de datos*

*Nota:* Diagrama simplificado de las “El proceso de Investigación Científica”. *Fuente:* Tamayo y Tamayo (1999). Tercera Edición. Editorial Limusa, México.

1. La identificación del tipo de proyecto permitió organizar preliminarmente la información, por la naturaleza a la que pertenecía, al ser el sistema de hidrocarburos por ductos vulnerable ante distintos eventos, como las amenazas y sus variables, los mismos pueden identificarse y distribuirse espacialmente, centralizando esta información en un sólo repositorio o base de datos, para el beneficio de la empresa y de la propia población aledaña al proyecto.
2. El tamaño de la población o muestra para este proyecto, está basado en la cantidad de *feature dataset* dentro del diseño del modelo de base de datos y, por consiguiente, de la base de datos geográfica, Para las nueve amenazas se identificaron 42 variables en total.
3. Los recursos y su disponibilidad para este trabajo de investigación, fueron los equipos listados anteriormente, que permitieron gestionar y organizar la



información en un solo contenedor. Se tomaron en cuenta los componentes partícipes de la investigación, con un *hardware* adecuado y *software* de procesamiento de alto rendimiento, como el caso de ArcGIS.

4. La oportunidad de obtención de datos estuvo ligada directamente con el problema de investigación, en este caso, se requería acceder a información distribuida dentro de un entorno geográfico variado, por lo que la información principal provino de los datos generados por la operación.
5. La información, al ser propia del proyecto Camisea (proviene de la operación) y las que son de fuente externa pertenecen a instituciones del Estado, presentan una alta tasa de confiabilidad.

#### **IV. RESULTADOS**

Para el desarrollo del trabajo de investigación se aplicó la metodología presentada por Roger Tomlinson (2007) la cual, está compuesta por diez etapas, señaladas anteriormente, donde indica que, para proyectos de gran envergadura exige llevar a cabo por completo todas las etapas, mientras que, para uno más pequeño, como es el caso del desarrollado en el presente trabajo, se pueden ejecutar varios pasos con rapidez u omitir alguno de ellos. Asimismo, hace hincapié en que “(...) independientemente del tamaño del proyecto, todas las situaciones son únicas, debiendo entender todos los pasos del proceso antes de adaptar la metodología de acuerdo a las circunstancias”

Dichas etapas fueron agrupadas en tres grandes fases de metodología aplicada, para un mayor entendimiento e implementación. Se espera que, cumpliendo los criterios descritos, la base de datos geográfica cumpla con las siguientes características:

- Correcto funcionamiento (sintaxis y semántica válida).
- Diseño flexible para implantaciones y reestructura.
- Robusto con lo que respecta a información del proyecto Camisea y complementaria.
- Buen desempeño para atender eficientemente los inconvenientes o problemas que se puedan presentar en el sistema.

En todo el proceso de la implementación se efectuaron los ajustes necesarios, como revisión de literatura adicional, visita de servidores GIS de las distintas instituciones para la corrección de posibles errores conceptuales y metodológicos que perjudiquen el resultado en la investigación.

Cada una de estas tres fases, fueron compuestas a su vez por criterios específicos para la recolección de los datos y para el diseño de los mismos en la *geodatabase*.

#### **4.1. Análisis y representación del procedimiento de identificación de las amenazas y sus variables en el sistema de transporte de hidrocarburos por ductos del proyecto Camisea.**

##### **4.1.1. Definición de objetivos, metas y propuestas del proyecto**

Se determinaron los objetivos, metas y propuesta del proyecto para la construcción del SIG, cuyo planteamiento fue el siguiente: “Construcción de una herramienta que permita optimizar los procedimientos y procesos de la representación de la información espacial del proyecto, a través de procesos de identificación, análisis, evaluación e interpretación de datos de amenazas que afectan la integridad de los ductos de gas natural”. Para el caso de la propuesta del proyecto, se estructuró de la siguiente manera:

##### **Nombre del proyecto**

*“Sistema de Información Geográfica para el monitoreo de las amenazas en el sistema de transporte de hidrocarburos por ductos. Camisea – Perú”*

##### **Descripción general del proyecto**

El proyecto se construye por la necesidad de definir funciones que permitan la visualización y manejo de datos de forma dinámica para que el usuario final pueda analizar e interpretar su propia información, soportando la toma de decisiones de planteamientos o conflictos sociales y/o naturales. Para llegar a esto, el diseño debía tener las siguientes características:

- i. **Visualización de información:** Todos los datos provenientes del sistema de transporte de gas natural, debe mostrarse a diferentes escalas, por lo que la base de datos permitirá definir y modificar la escala según lo establezca el usuario final.

- ii. **Consulta de información:** Todos los datos propios del proyecto junto con la información complementaria, serán estructurados de forma que no se pierdan sus atributos y características, la cual estará definida en las tablas y en las relaciones. Además, todas las capas, llevarán campos de auditoría en donde se podrá controlar el ingreso y/o modificación de información sensible.
- iii. **Análisis de información:** Toda la información ingresada en la base de datos final, podrá ser manejada de forma eficiente y acorde a las necesidades específicas del usuario final, pudiendo requerir datos de ubicación o consultas más detalladas como las características de alguna variable generadora de amenaza.

### **Necesidades de la organización**

Fue primordial conocer el objeto del proyecto de acuerdo con su misión, visión y políticas estratégicas de gestión.

El análisis funcional de las necesidades de la organización se basó en identificar las áreas donde la información espacial era necesaria, con las siguientes potencialidades y alcances. La base de datos final, tendrá toda la información derivada del proyecto, pudiendo acceder a documentos, datos espaciales, tablas, capas temáticas, etc.

El usuario final será capaz de definir la información que desea consultar en base a sus necesidades y el volumen de datos a manejar. Asimismo, podrá elaborar y preparar de manera práctica diversos formatos de salida de información. El número de equipos (*hardware*) en los cuales podrá ser utilizada la base de datos es ilimitado.

Se definió el alcance, las funcionalidades generales y diseños preliminares de interfaz de usuario además de los estándares a utilizar.

#### **4.1.2. Análisis de los procesos para la identificación de las amenazas**

Uno de los primeros análisis a realizar fue el de la identificación de las amenazas, según lo señalado por Sánchez, A. (2014) en su trabajo de investigación, menciona que deben existir como mínimo 21 variables de amenazas, estipulado esto en la Norma N°027-SESH-2010<sup>24</sup>, que a su vez se encuentra basado también en el Código ASME B31.4 (2002)<sup>25</sup>, este código al ser internacional, establece los patrones y criterios a seguir para la implementación de un Sistema de Gestión de integridad para el transporte de hidrocarburos por ductos, que incluye el sistema de información geográfica.

Las variables consideradas, que son 42 en total, están establecidas por la misma información que el proyecto Camisea brinda y se encuentra en los portales de instituciones como Osinergmin y Perupetro, si bien es cierto, no se encuentran de forma normalizada y ordenada, fueron la base para el presente trabajo de investigación.

También, como indica el Código ASME B31.4, pueden agregarse tantas variables sean posibles, relacionadas directamente con la amenaza, a fin de minimizar los riesgos por la interrelación de ellas, de modo que, el Sistema de Gestión de Integridad sea el más integrado posible con la completitud del sistema de información geográfica.

---

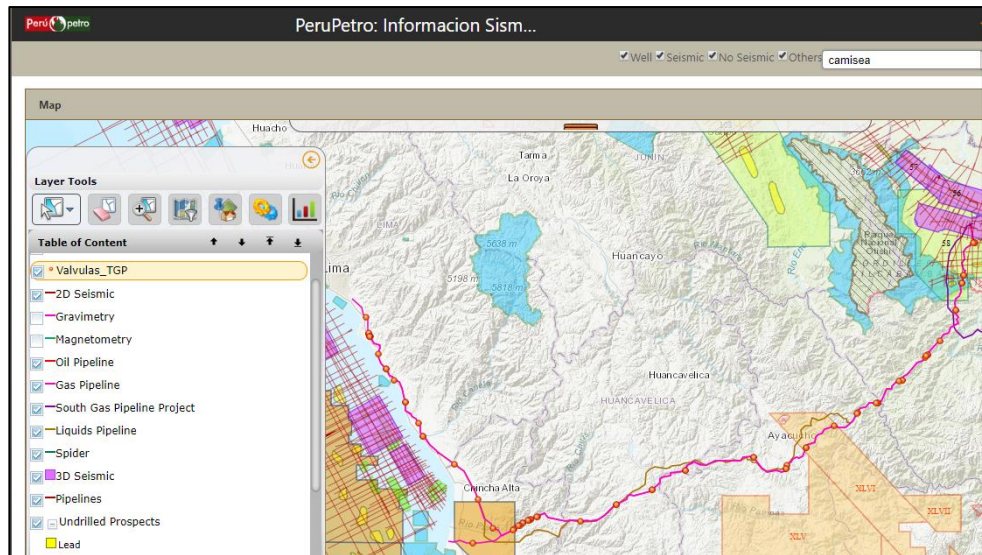
<sup>24</sup> Norma Oficial Mexicana NOM-027-SESH-2010 - Administración de la integridad de ductos de recolección y transporte de hidrocarburos.

<sup>25</sup> ASME B31.4, *Sistemas de transporte por cañerías de hidrocarburos líquidos y otros líquidos*, ed. 2002, de la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos (ASME)

Los procesos incluyeron, la extracción de la información publicada en los portales, además de lo considerado en la entrevista. Al ser este, un trabajo de fuente secundaria, el fin del mismo es el de presentar un modelo de base de datos geográfica, trabajado y especializado en sistemas de transporte de hidrocarburos por ductos.

#### **4.1.2.1. Recopilación y análisis de información existente**

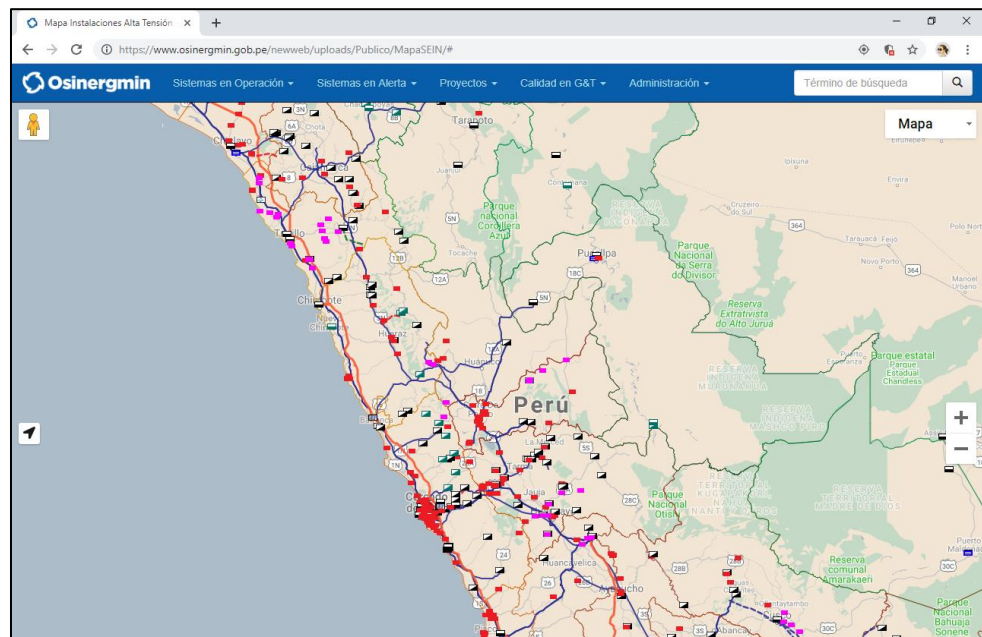
Con el acceso a los portales principales de información de hidrocarburos, se identificaron cada una de las capas en el portal y se lograron clasificar en las nueve amenazas en total, tomando como base lo estipulado en el “Manual técnico de referencia: Estructura del modelo de riesgo semicuantitativo PIMP”, por ejemplo, para las variables *cruces de agua* o *sismos*, las mismas pertenecen a la **Amenaza Fuerzas Externas**, porque se consideran clasificadas como independientes del tiempo, ya que son sucesos que no dependen del hombre sino de la naturaleza, lo mismo sucede con las variables de ubicación de *antenas* o *estaciones*, al ser equipos instalados, pueden presentar fallas en cualquier momento y cualquier motivo, entonces son clasificadas en la **Amenaza Fallas en los equipos**, ya que se consideran estables en el tiempo.



**Figura 24.** Portal de Banco de datos de Perupetro

Fuente: Portal institucional de Perupetro.

[http://bancodatos\\_temp.perupetro.com.pe](http://bancodatos_temp.perupetro.com.pe)









**Figura 25.** Portal de información geográfica de Osinergmin

Fuente: Portal institucional de Osinergmin

<https://www.osinergmin.gob.pe/newweb/uploads/Publico/MapaSEIN/#>

Con lo que respecta a la información de fuente externa, se consideraron las principales capas de acceso WMS para ser añadidas a la base de datos, por su naturaleza, tipo de información e importancia que brindan al proyecto:

**Tabla 6.** Información de fuente externa en formato WMS para carga a la base de datos

Cartografía	Fuente
Bofedales y humedales, Lagos y Lagunas, Ríos y quebradas, Unidades hidrográficas.	
Alertas meteorológicas, Estaciones meteorológicas, Caracterización climática	
Catastro minero, Geotermia, Peligros geológicos	
Áreas naturales protegidas y Zonas de Amortiguamiento, Comunidades nativas y campesinas, Ecorregiones, Zonas arqueológicas	
Aeródromos e helipuertos, Puentes, Red y Kilometraje vial	
Centros poblados, Límites políticos: Departamentos, Provincias y Distritos	

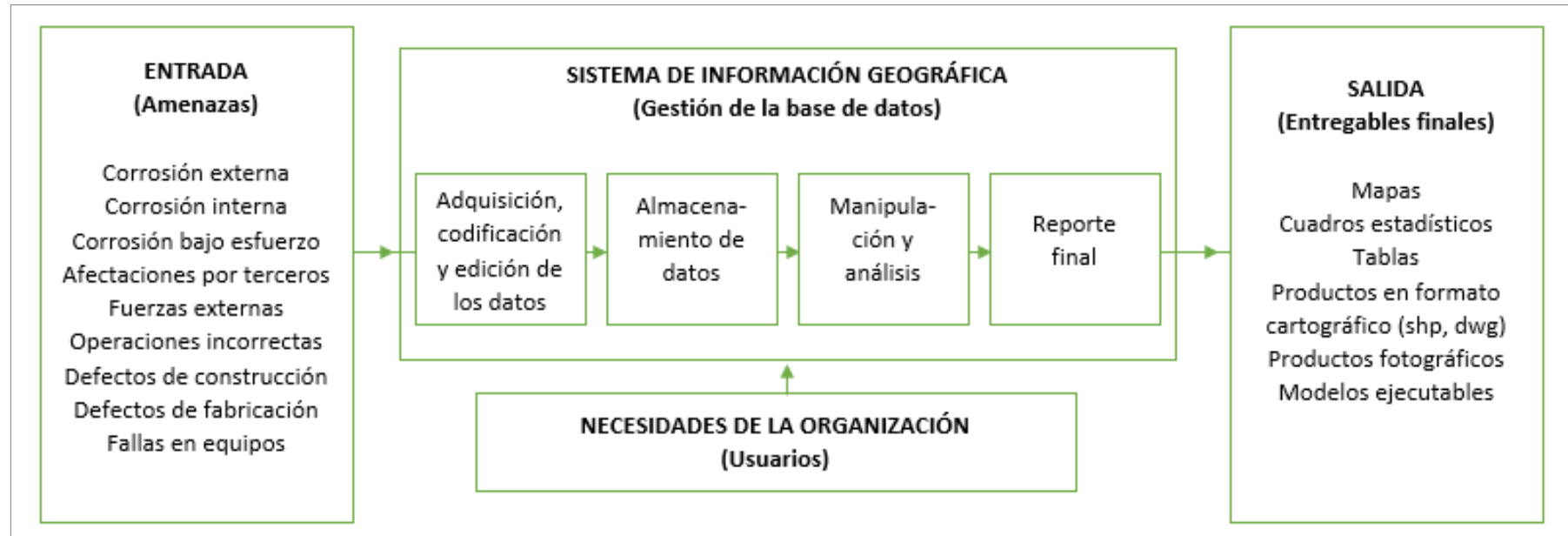
Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.2.2. Evaluación de la cantidad de datos a manejar

Como los datos de entrada fueron propios del proyecto, el volumen de los mismos estuvo establecidos entre los años 2016 – 2017, para las 42 amenazas en total, dependiendo directamente de los reportes y/o documentación emitida en campo que se encuentra en los portales de información geográfica, de las instituciones de Osinergmin y Perupetro además de la información complementaria de libre descarga. Es importante aclarar que el desarrollo de la base de datos está esquematizado a partir del “Manual de referencia ARPEL para la gestión de la integridad de ductos” por lo que cada una de las amenazas y sus variables que son estructuradas en la base de datos, manejan un mismo patrón que puede ser utilizado en otras empresas dedicadas al rubro de hidrocarburos, pudiendo agregar o quitar atributos según lo establezcan los líderes de proyectos.



#### 4.1.2.3. Elaboración de un esquema general de las amenazas y sus variables parte de la base de datos geográfica



**Figura 26.** Esquema de representación de las amenazas en el sistema de información geográfica

Fuente: Elaboración propia

#### **4.1.3. Identificación de la información de instituciones públicas a cargar**

Esta identificación fue realizada a partir del análisis metodológico, es decir, al tratarse de un proyecto de hidrocarburos y existiendo pocas instituciones nacionales que ven este tipo de industria, se realizó como primer paso la estructuración del tipo de información que se necesitaba según lo especificado en las amenazas, es decir, para la amenaza de fuerzas externas, donde se encuentra información como sismos, dicha data es proporcionada por el Instituto Geofísico del Perú (IGP) el cual, maneja un portal de datos de libre descarga, donde se obtuvo la información más reciente.

Para la información propia del proyecto Camisea, la misma fue obtenida de portales como Perupetro y Osinergmin, que mediante su portal de datos de libre centralizado en el GEOIDEP, se obtuvo la información necesaria.

La identificación de esta información a modo de esquema, se encuentra en la sección Anexos.

#### **4.1.4. Características del sistema y requerimientos de la *geodatabase***

Tomlinson, R. (2007) indica que “en esta etapa, se concibe el diseño del sistema en su totalidad, examinando todo lo que se necesitará que proporcione: funciones del SIG, interfaz del usuario, ancho de banda para comunicaciones y la capacidad (...) En el proceso de planificación, ésta es la primera vez que se examinan los productos de *software* y *hardware*”

El sistema por ser “espacial” identifica aspectos del territorio como localización, escala, etc.; igualmente involucra información temática como geología, geomorfología, etc., obtenida mediante datos en formato IDE<sup>26</sup> a

---

<sup>26</sup> Es el conjunto articulado de políticas, estándares, organizaciones, recursos humanos y tecnológicos destinados a facilitar la producción, uso y acceso a la información geográfica del Estado a fin apoyar el desarrollo socio-económico y favorecer la oportuna toma de decisiones. La IDEP es una estructura virtual en red, mantenida por las mismas entidades públicas y privadas productoras de información geográfica, que brindan esta información vía internet con un mínimo de protocolos y especificaciones normalizadas.

través del portal GEOIDEP. El SIG al permitir almacenar, guardar y consultar datos geográficos de acuerdo a los parámetros previamente definidos, su arquitectura estuvo establecida por:

- ✓ El servidor escogido fue localmente: WORKGROUP KAREN-PC, donde se desarrolló la *geodatabase*, conexión a servidores de mapas, archivos WMS, etc.
- ✓ Como gestor de base de datos, se implementó la desarrollada por ESRI, con un formato .gdb; extensión de ArcGIS.
- ✓ El acceso e implementación del sistema fue desarrollado bajo el paquete de ArcGIS, en su extensión ArcGIS Desktop 10.5.

Finalmente, luego del análisis y revisión de los procedimientos para la identificación de las amenazas en el sistema de transporte de hidrocarburos por ductos, las funcionalidades requeridas, la información de fuentes externas y las características del sistema a implementar, se procede con la elección de las herramientas y equipos informáticos a utilizar:

#### **4.1.5. Herramientas y equipos informáticos**

La licencia con la que se trabajó es una personal Use, licencia anual de uso individual de *ArcGIS for Desktop Advanced Single Use* con extensiones adicionales, limitándose al uso personal y no comercial, por lo que el desarrollo de toda la metodología y posterior implementación se realizó con fines educativos para el presente trabajo de investigación. La licencia de uso es anual (12 meses) no incluye actualizaciones ni planes de migración adicionales.

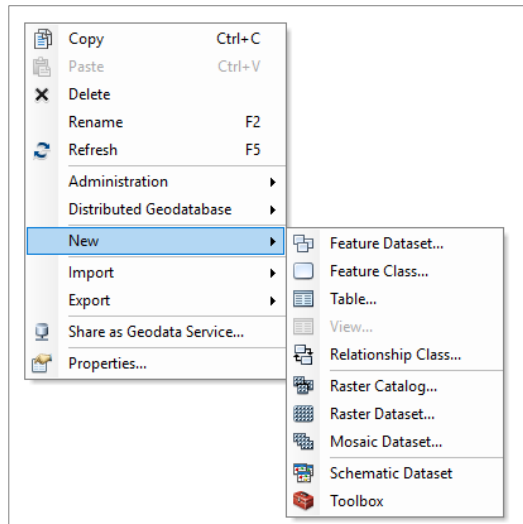
---

La IDEP asegura la cooperación entre entidades públicas y privadas con el propósito de hacer accesible la información geográfica de nuestro territorio. (Resolución Ministerial 325-2007-PCM).

Por ende, para la futura implementación en una empresa de hidrocarburos, es necesaria la adquisición de licencias, según el número de personas o administradores encargados del desarrollo del SIG, teniendo que pagar anualmente por el mantenimiento del software si desean contratar uno de pago, de lo contrario se puede trabajar con software libres, corriendo el riesgo de infecciones a *hardware* por el origen desconocido de donde proviene el *software*, por ello, muchas empresas u organizaciones optan por pagar licencias anuales que les brinden eficiencia pero sobre todo seguridad informática en cada uno de sus procesos.

i. **Software utilizado – ArcGIS 10.5.** Una de las principales ventajas que brinda este *software* licenciado es su confidencialidad de datos. Presentó las siguientes características que fueron fundamentales para su consideración en el trabajo de investigación:

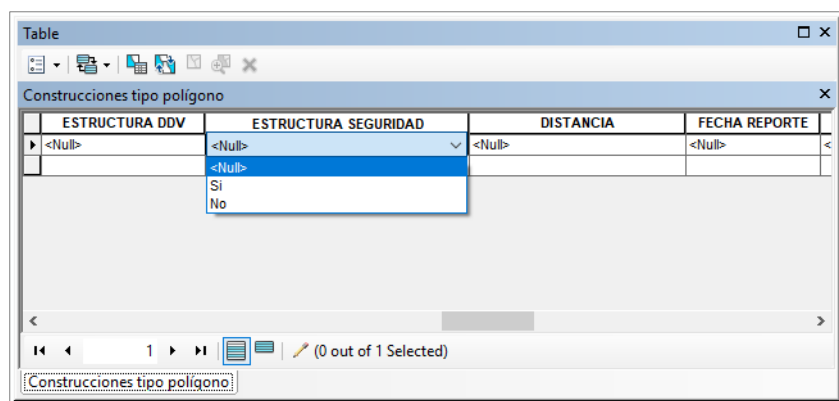
- Permite crear distintos formatos de base de datos: *geodatabase* personal, *geodatabase* de archivos y *geodatabase* corporativa.
- Brinda componentes de base de datos ESRI tablas, *feature class*, *raster dataset*.
- Permite trabajar información agrupada mediante *feature datasets* y *feature class*, garantizando la existencia de un marco de referencia espacial para la veracidad de las relaciones, agrupando información de un tipo en específico.



**Figura 27.** Creación de Feature dataset y feature class

Fuente: Elaboración propia en software ArcGIS 10.5

- Permite el uso de relaciones entre elementos del sistema, para facilitar la consulta de la información dentro de la *geodatabase*, estableciendo reglas de integridad espacial entre todos los datos.
- Permite el uso de dominios. Define un rango de valores para una misma entidad o capa de información, prohibiendo el ingreso de información que no sea listada en los dominios, minimizando la posibilidad de introducir datos incongruentes.



**Figura 28.** Definición de dominios

Fuente: Elaboración propia en software ArcGIS 10.5

- Sencillez de uso, ArcGIS es un software muy amigable para la creación de base de datos geográficas, además por ser un software

licenciado mantiene la confidencialidad de los datos brindando seguridad y recuperación de datos.

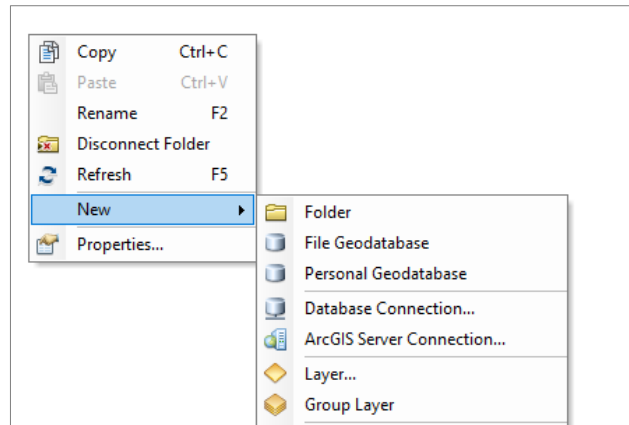
- Toda la base de datos, está soportada en formato nativo de ESRI: *shape*.

Con un software licenciado, son mayores las cualidades y beneficios que brinda a comparación de un software libre, el cual no presenta estabilidad, hay cierres repentinos en el programa, las capas no se integran por grupos específicos (*feature data sets*), tiene un límite de capacidad de información, genera errores en los procesos, requiere conexión a internet todo el tiempo para poder ser usada, cosa que puede ser un problema, ya que para la base de datos a crear, la conexión a internet no es necesaria.

- ii. **Gestor de base de datos.** Según lo mencionado anteriormente, el repositorio de base de datos será tipo *File Geodatabase* o *Geodatabase* de archivos en formato *.gdb*, el cual almacena las bases de datos geográficas en un solo archivo. Cada *feature class* es un archivo físico individual dentro del disco, su capacidad de almacenamiento es de 1 terabyte por cada *dataset*, lo cual es beneficioso, porque el tipo de datos que se manejarán supera las 2 gigas de capacidad que ofrece una geodatabase<sup>27</sup> personal. Además, puede almacenar datos opcionalmente en un formato comprimido de sólo lectura para reducir los requisitos de almacenamiento.

---

<sup>27</sup> Tipos de geodatabase y sus características. <http://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/manage-data/geodatabases/types-of-geodatabases.htm>



**Figura 29.** Creación de tipos de base de datos

*Fuente:* Elaboración propia en software ArcGIS 10.5

Las principales características que se tomaron en cuenta para elegir a este sistema gestor de bases de datos fueron:

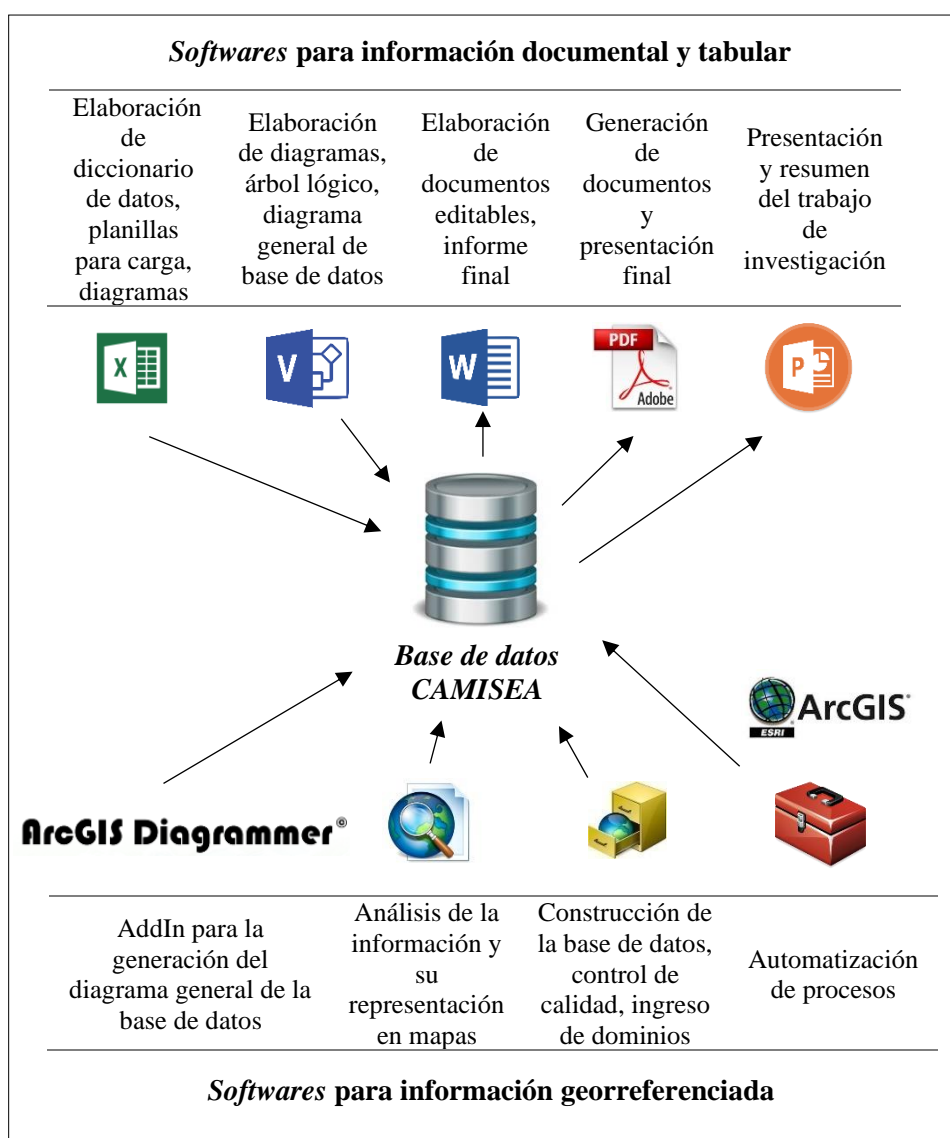
- Independencia física, si se desea cambiar el soporte físico y migrar a otro gestor de base de datos, no perjudicará en la información contenida.
- Independencia lógica, se podrá modificar la información dentro de la base de datos, los dominios o relaciones si se da el caso, sin que afecte el software que lo esté empleando.
- Acceso múltiple, distintos usuarios podrán ingresar a la base de datos, sin presentar conflictos ni versiones distintas.
- Seguridad y confidencialidad de los datos, esto se dará controlando el acceso a la información.

Además de lo mencionado existen programas que son necesarios para llevar a cabo el trabajo de investigación:

**Tabla 7.** Listado de herramientas informáticas empleadas

<b>Softwares para información documental y tabular</b>	<b>Softwares para información georreferenciada</b>
Microsoft Office Professional 2016 (Word, Excel, PowerPoint)	ArcGIS 10.5 (Arc Map, ArcCatalog, ArcServer)
Adobe Acrobat 2011	AddIn Geodatabase Diagrammer
Microsoft Visio 2016	

*Nota:* Los softwares empleados fueron clasificados en dos tipos según la información que en ellos se ingresaba. Para el informe, diagramas, presentación final, etc., se emplearon los programas de información documental y tabular, para el desarrollo y tratamiento de los datos espaciales se empleó el software ArcGIS, que procesa información espacial.



**Figura 30.** Herramientas informáticas empleadas

*Fuente:* Elaboración propia



## **4.2. Diseño del modelo de base de datos para la identificación de las amenazas en el sistema de transporte de hidrocarburos por ductos del proyecto Camisea que permita la implementación de un sistema de información geográfica**

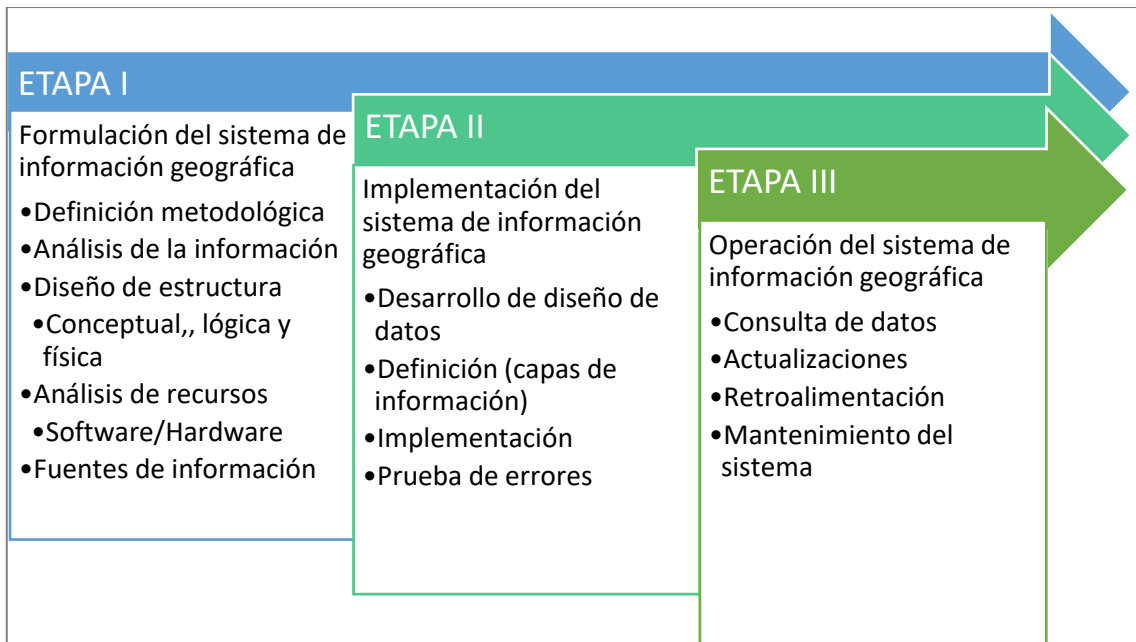
Se llevó a cabo el diseño de un modelo de base de datos para la identificación de las amenazas en el sistema de transporte de hidrocarburos por ductos, tomando como base la información de los años 2016 y 2017 para sus tres diseños, conceptual, lógico y físico.

En esta etapa se evaluó la información del alcance del proyecto para determinar los pasos a seguir para el desarrollo de la fase de diseño del modelo de datos en base a la información temática, que representará todo lo relacionado al proyecto Camisea en un solo repositorio de datos consistente para dar paso luego a la estructura final de la base de datos geográfica.

### **4.2.1. Elaboración de un esquema de trabajo para la implementación del SIG**

El diseño del sistema de información geográfica se basa en la premisa de disponer de una estructura variable de elementos de almacenamiento, análisis de la información, acceso a los datos, etc., para dar solución a las necesidades planteadas. Para llevar a cabo esta tarea, se desarrolló preliminarmente un esquema de flujo de trabajo para la implementación del SIG, que incluía el análisis de las necesidades, el diseño propiamente dicho, la implantación física y la futura estrategia de actuación, es decir, las acciones que se debe tener en cuenta la implementación del sistema de información geográfica.

El esquema de trabajo para la etapa del diseño del modelo de la base de datos geográfica que es la etapa preliminar de la implementación, se especifica del siguiente modo:

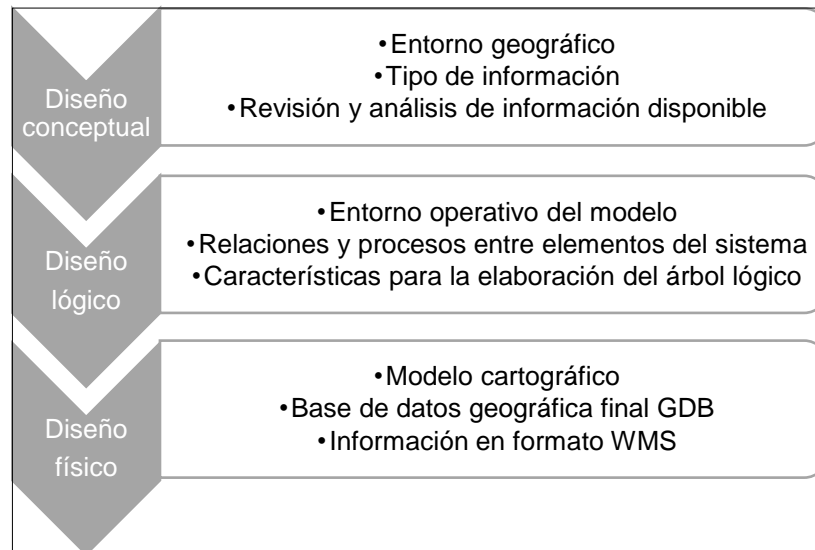


**Figura 31.** Esquema para la implementación del SIG

*Fuente:* Elaboración propia

#### 4.2.2. Creación del diseño del modelo de datos

En el diseño preliminar de un modelo de datos, se utilizó primero el modelo conceptual para obtener una descripción de la realidad; luego se da paso al modelo lógico, el cual transforma el esquema conceptual en un esquema lógico que es básicamente el corazón del modelo final y el último paso es el desarrollo del modelo físico en donde se materializa todos los elementos que serán parte de la base de datos a implementar. Todas estas etapas en el diseño de modelo de datos definen de manera lógica y organizada la operatividad del sistema, permitiendo su implementación y correcto funcionamiento.



**Figura 32.** *Etapas en el diseño del modelo de datos*

*Fuente:* Elaboración propia

#### 4.2.2.1. Diseño conceptual

La estructura de los datos comienza con el proceso del modelamiento temático para definir datos primarios y por consiguiente datos secundarios, teniendo dos tipos de información: los indicadores de gestión y el producto operativo o final, donde en ambos casos se muestra la información solicitada. El primer punto para el desarrollo del trabajo parte de un objeto general y real, el cual es suministrar información geográfica de las amenazas y sus variables presentes en el sistema de transporte de hidrocarburos por ductos. La base de datos fue alimentada por información espacial (datos de entrada) que están en cambio y actualización constante una vez implementado el modelo. El diseño del modelo conceptual, permite representar el mecanismo del sistema de forma general, las relaciones entre todos los elementos y también la delimitación del sistema a partir de sus alcances y recursos.

- **Entorno geográfico.** Está definido por el ámbito de investigación, en este caso el sistema de transporte de hidrocarburos por ductos del proyecto Camisea.
- **Tipo de información.** A partir de esto, se puede identificar los demás elementos o tipo de información dentro del sistema, clasificándolos en dos tipos:
  - Elementos *online*: Son aquellos que están relacionados directamente con el funcionamiento de la base de datos, en este caso, son las 42 variables de las nueve amenazas.
  - Elementos *offline*: Son aquellos datos que están dentro del sistema pero que no realizan funciones operativas en la base de datos, solo son usados como datos complementarios para la orientación espacial por parte del usuario, por ejemplo, todos los datos de las instituciones públicas (ríos, vías, centros poblados, etc.). Para el caso de las relaciones a crear, sólo los elementos *online* tendrán esta característica, ya que estarán relacionados con la capa “Ductos”.
- **Revisión y análisis de la información.** Esta etapa contiene el insumo inicial con lo que se cuenta para ingresar y estructurar la base de datos geográfica, de este punto es necesario que cuente con un nivel de precisión y confiabilidad, de la operación Camisea, los mismo son confiables.

La siguiente figura muestra la forma en la que se clasificaron los diversos tipos de información en la base de datos geográfica, donde cada una de las amenazas, fue transformado en un *feature dataset* y

cada variable o entidad, un *feature class* con sus atributos definidos, además de sus dominios.

**Tabla 8.** Listado de las variables requeridas por el sistema

FACTOR	AMENAZA	VARIABLES	
DEPENDIENTES DEL TIEMPO	Corrosión externa	Bacterias	
		Cloruros	
		PH Suelo	
		Redox	
		Sulfatos	
		Sulfuros	
	Corrosión interna	Análisis microbiológico	
		Velocidad de corrosión	
		Velocidad de fluido	
	Corrosión bajo esfuerzo / Estrés	Abolladuras	
		Arrugas	
		Crecimiento de grietas	
INDEPENDIENTES DEL TIEMPO	Afectaciones por Terceros	Construcciones Polígono	
		Construcciones Punto	
		Cruces de Vía	
		Excavaciones	
		Líneas de transmisión	
		Utilidades	
		Vandalismo	
		Voladuras	
		Operaciones Incorrectas	Obras de geotecnia
	Programa de seguridad		
	Simulacros		
	Fuerzas externas	Cruces de agua	
		Erosión	
		Geología	
		Geomorfología	
		Huaycos	
		Sismos	
		Uso de suelo	
Topografía			
ESTABLES EN EL TIEMPO		Defectos de construcción	Derivación
	Soldadura		
	Tapada		
	Defectos de fabricación	Codo	
		Fibra óptica	
		Manga	
	Fallas en equipos	Antenas	
		Caja de empalme	
		Estaciones	
		Punto kilométrico	
			Válvulas

*Nota:* Las 42 variables que se presentan, fueron definidas tomando en cuenta lo descrito por Arpel. El criterio para la caracterización de las amenazas partió de la comparación con otros trabajos de implementación que presentaban un diseño holístico, no esquematizado, por lo que fue necesario poner al sistema de transporte

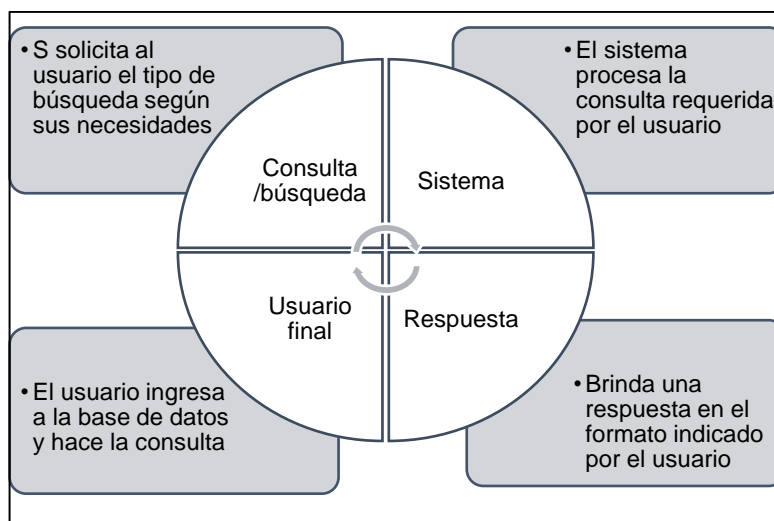
de hidrocarburos por ductos como la fuente principal de información y también como la más vulnerable ante las amenazas. *Fuente: Elaboración propia*

#### 4.2.2.2. Diseño lógico

Está definido por el entorno operativo del modelo y las relaciones y procesos entre los elementos del sistema, que darán como resultado las características para la elaboración del árbol lógico y la integración de los datos.

El desarrollo de este modelo consiste en la operatividad del sistema, el cual funciona por la retroalimentación de todos los elementos dentro del mismo, consultando, adicionando y agregando cada uno de los sucesos que son parte de los requerimientos del usuario final. Es aquí, donde se desarrollan todas las metodologías planteadas anteriormente junto con el método conceptual para obtener un esquema específico de cada una de las capas que conformarán la *geodatabase*, dicho esquema está representado en un diagrama de árbol lógico. La herramienta de modelación empleada es el software nativo de ESRI, ya que el árbol lógico y la base de datos final han sido desarrolladas en la plataforma ArcGIS.

- **Entorno operativo del modelo.** Con lo ya mencionado anteriormente, el entorno operativo está basado en las exigencias del usuario final, el ingreso de datos sobre las distintas variables, hacen parte fundamental para la operación, modificación y actualización de la información. Cuando el sistema entre en operación, generando datos de distintos formatos de salida solicitados por el usuario final, se hará un proceso cíclico constante que implica la constante retroalimentación entre usuario / sistema. El desarrollo será de la siguiente manera:



**Figura 33.** *Entorno operativo de la base de datos*

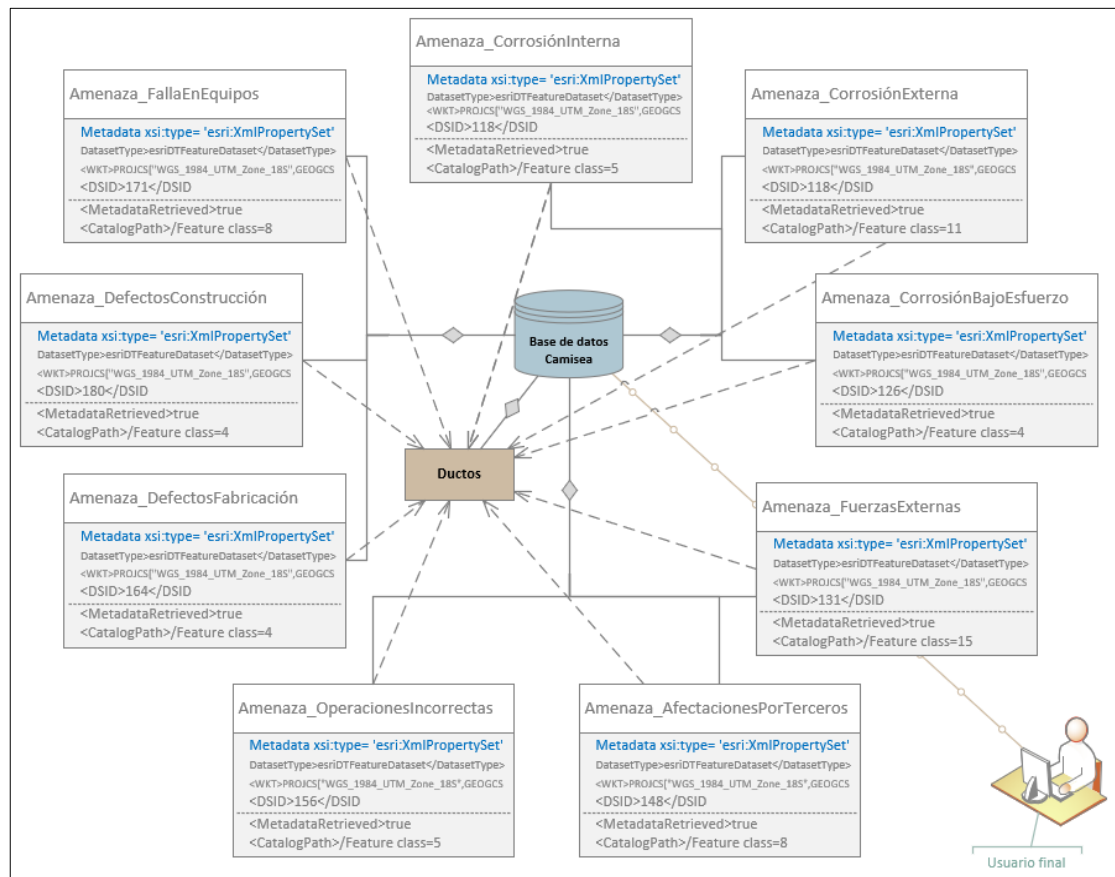
*Nota:* El esquema presentado refleja la sistematización del entorno operativo, su característica y como es aplicado. *Fuente:* *Elaboración propia*

- **Relaciones y procesos entre elementos del sistema.** Una vez determinado los datos de entrada en la base de datos, y haber evaluado las características de todo lo que representa el modelo lógico, se da paso a la especificación de las relaciones y sus procesos dentro del sistema, mediante el esquema lógico del árbol de datos.

Las relaciones son parte importante de la futura base de datos porque permite que exista una asociación primaria (*primary key*<sup>28</sup>) y secundaria entre los *feature class* y las tablas que se puedan crear, mediante sentencias internas. Las relaciones son las responsables de enlazar las capas o elementos que interactuarán entre sí para completar un proceso, logrando el correcto funcionamiento del sistema como un escenario operativo y funcional, estableciendo vínculos. Las mismas, fueron definidas de uno a muchos, según el tipo

<sup>28</sup> Campo o combinación de campos que identifican de forma única a cada fila de una tabla, son códigos únicos dentro de una base de datos. R.H. Güting, M. Schneider, Realm-Based Spatial Data Types: The ROSE Algebra.

de dato, por ejemplo: para el caso de las soldaduras, están relacionadas en un tramo específico de los ductos.



**Figura 34.** Diagrama UML de las relaciones y componentes del sistema

Nota: El diagrama fue trabajado en software Visio, para mostrar las relaciones de los componentes del sistema dentro del entorno operativo, dicho diagrama muestra la funcionalidad que se tendrá implementada la geodatabase. Fuente: Elaboración propia

En el gráfico se muestra el flujograma funcional del sistema en un diagrama UML<sup>29</sup>, estableciendo las relaciones entre los nueve grupos o *feature dataset* que estarán representados por las amenazas, las cuales, asimismo, se agrupan en tres tipos, clasificados por su naturaleza como dependientes, independientes y estables en el tiempo.

<sup>29</sup> Lenguaje unificado de modelado (UML, por sus siglas en inglés, Unified Modeling Language) Es un lenguaje gráfico para visualizar, especificar, construir y documentar un sistema, describir métodos o procesos. Se utiliza para definir un sistema, documentar y construir. En otras palabras, es el lenguaje en el que está descrito el modelo. "Utilización de UML en Ingeniería del Software con Objetos y Componentes". Perdita Stevens, Rob Pooley. Addison Wesley. 2002.



Todas ellas relacionadas con el *feature class* Ductos, porque dependerán de este elemento para su construcción.

- **Características para la elaboración del árbol lógico.** Se definen los criterios para la generación del árbol lógico, el cual representa las entidades y sus relaciones a modo de diagrama, que engloba la estructura de la base de datos (atributos, dominios y relaciones) para el almacenamiento de la información en el sistema. Dicho esquema representa la implementación futura del modelo de datos, ya que está definido a partir de las características que va a tener la base de datos, sin considerar aún los requerimientos del *hardware*. El objetivo del árbol lógico es representar la futura base de datos e identificar los inconvenientes y problemas que pudiesen existir en el modelo conceptual como información repetida y/o irrelevante, omisión de datos e información en los atributos, representación errada de entidades, así como también la falta de integración entre las capas de la base de datos.

#### **4.2.2.3. Diseño físico**

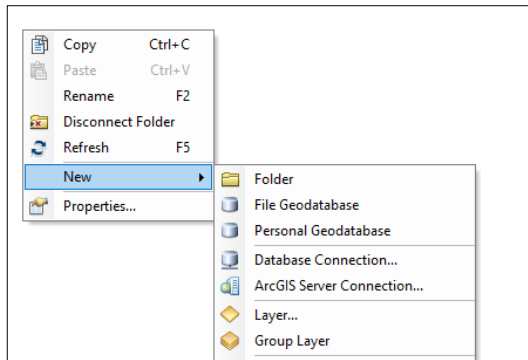
En esta etapa de madurez del modelo en general, la conceptualización física define la estructura específica del almacenamiento además del acceso a la base de datos final. Describe cómo serán almacenados los datos y cómo se interrelacionarán en el proceso. Por lo que, este modelo depende directamente del *hardware* y *software*. El resultado será un esquema físico, denominado diccionario de datos que estará conformado por la descripción de los atributos, campos, dominios, relaciones y contenido de las características y especificaciones de la base de datos final. Cabe mencionar,

que este proceso de modelamiento significa un paso muy importante en la implementación de la base de datos porque:

- Facilitará el análisis con detalle de los elementos del sistema.
  - Permitirá localizar posibles errores u omisiones que se hayan podido obviar en el árbol lógico.
  - Permitirá documentar las características del sistema.
  - Centraliza toda la información y las normas en un solo lugar.
  - En el diseño del diccionario de datos se encontrarán todas las definiciones de los elementos y atributos de cada una de las capas (flujo de información, procesos y almacenamiento) descritos de forma detallada.
  - Normalizará los procesos de actualización de los datos, controlando la información de cada capa además de los datos que se ingresarán.
- **Base de datos gráfica final.** Según lo mencionado anteriormente, el repositorio de base de datos será tipo *File Geodatabase* o *Geodatabase* de archivos en formato .gdb, el cual almacena las bases de datos geográficas en un solo archivo. Cada *feature class* es un archivo físico individual dentro del disco, su capacidad de almacenamiento es de 1 terabyte por cada *dataset*, lo cual es beneficioso, porque el tipo de datos que se manejarán supera las 2 gigas de capacidad que ofrece una *geodatabase*<sup>30</sup> personal. Además, puede almacenar datos opcionalmente en un formato comprimido de sólo lectura para reducir los requisitos de almacenamiento.

---

<sup>30</sup> Tipos de geodatabase y sus características. <http://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/manage-data/geodatabases/types-of-geodatabases.htm>



**Figura 35.** *Creación de tipos de base de datos*

*Fuente:* Elaboración propia en software ArcGIS 10.5

Las principales características que se tomaron en cuenta para elegir a este sistema gestor de bases de datos fueron:

- Independencia física, si se desea cambiar el soporte físico y migrar a otro gestor de base de datos, no perjudicará en la información contenida.
- Independencia lógica, se podrá modificar la información dentro de la base de datos, los dominios o relaciones si se da el caso, sin que afecte el software que lo esté empleando.
- Acceso múltiple, distintos usuarios podrán ingresar a la base de datos, sin presentar conflictos ni versiones distintas.
- Seguridad y confidencialidad de los datos, esto se dará controlando el acceso a la información.

 Point feature class Bacterias	 Point feature class CrucesVias	 Point feature class ObrasGeotecnia
 Point feature class Cloruros	 Point feature class Excavaciones	 Point feature class ProgramaSeguridad
 Point feature class PHSuelo	 Line feature class LineasTransmision	 Point feature class Simulacros
 Point feature class Redox	 Point feature class Utilidades	 Point feature class Derivacion
 Point feature class Sulfatos	 Point feature class Vandalismo	 Point feature class Soldadura
 Point feature class Sulfuros	 Point feature class Voladuras	 Point feature class Tapada
 Point feature class AnalisisMicrobiologico	 Point feature class CrucesAgua	 Point feature class Codo
 Line feature class VelocidadCorrosion	 Polygon feature class Erosion	 Line feature class FibraOptica
 Line feature class VelocidadFluido	 Polygon feature class Geologia	 Line feature class Manga
 Point feature class Abolladuras	 Polygon feature class Geomorfologia	 Point feature class Antenas
 Point feature class Arrugas	 Polygon feature class Huaycos	 Point feature class Estaciones
 Point feature class CrecimientoGrietas	 Point feature class Sismos	 Point feature class Valvulas
 Point feature class ConstruccionesPunto	 Line feature class Topografia	 Point feature class CajaEmpalme
 Polygon feature class ConstruccionesPoligono	 Polygon feature class UsoSuelo	 Point feature class PuntoKilometrico
	 Line feature class Ductos	

**Figura 36.** Identificación de geometría de los atributos del sistema

*Fuente:* Elaboración propia en software Visio

- **Información en formato WMS.** Se identificaron los servidores de los que se extrajo la información en formato WMS, que contempla las principales capas de información de fuente externas.

**Tabla 9.** Direcciones URL de las capas de fuente externa

<b>Institución pública</b>	<b>Capa</b>	<b>Dirección URL</b>
<b>ANA</b>	Humedales y bofedales	<a href="http://geoservidorperu.minam.gob.pe/arcgis/services/ServicioTematico/MapServer/WmsServer?">http://geoservidorperu.minam.gob.pe/arcgis/services/ServicioTematico/MapServer/WmsServer?</a>
	Lagos y lagunas	<a href="http://geo.ana.gob.pe/arcgis/services/SERV_INVENTARIO_LAGUNAS/MapServer/WMSServer?">http://geo.ana.gob.pe/arcgis/services/SERV_INVENTARIO_LAGUNAS/MapServer/WMSServer?</a>
	Ríos y quebradas	<a href="http://www.idep.gob.pe:6080/arcgis/services/IDE_IGN/HIDROGRAFIA_500K/MapServer/WMSServer?">http://www.idep.gob.pe:6080/arcgis/services/IDE_IGN/HIDROGRAFIA_500K/MapServer/WMSServer?</a>
<b>INEI</b>	Centros poblados	<a href="http://www.idep.gob.pe:6080/arcgis/services/IDE_IGN/CULTURAL_500K/MapServer/WMSServer?">http://www.idep.gob.pe:6080/arcgis/services/IDE_IGN/CULTURAL_500K/MapServer/WMSServer?</a>
	Límites políticos	<a href="http://www.idep.gob.pe:6080/arcgis/services/IDE_IGN/LIMITES/MapServer/WMSServer?">http://www.idep.gob.pe:6080/arcgis/services/IDE_IGN/LIMITES/MapServer/WMSServer?</a>
<b>INGEMMET</b>	Catastro minero	<a href="http://mapas.geoidep.gob.pe/geoidep/services/Mineria/MapServer/WMSServer?">http://mapas.geoidep.gob.pe/geoidep/services/Mineria/MapServer/WMSServer?</a>
	Geotermia	<a href="http://geocatmin.ingemmet.gob.pe/arcgis/services/GEOTERMIA">http://geocatmin.ingemmet.gob.pe/arcgis/services/GEOTERMIA</a>
	Peligros geológicos	<a href="http://geocatmin.ingemmet.gob.pe/arcgis/services/SERV_PELIGROS_GEOLOGICOS">http://geocatmin.ingemmet.gob.pe/arcgis/services/SERV_PELIGROS_GEOLOGICOS</a>
<b>MTC</b>	Aeródromos y helipuertos	<a href="http://mtcgeo2.mtc.gob.pe:8080/geoserver/MTC_gis/aerodromo_dic16/wms?service=WMS&amp;request=GetCapabilities&amp;layers=MTC_gis:aerodromo_dic16&amp;">http://mtcgeo2.mtc.gob.pe:8080/geoserver/MTC_gis/aerodromo_dic16/wms?service=WMS&amp;request=GetCapabilities&amp;layers=MTC_gis:aerodromo_dic16&amp;</a>
	Puentes	<a href="http://mtcgeo2.mtc.gob.pe:8080/geoserver/MTC_gis/puente/wms?service=WMS&amp;request=GetCapabilities&amp;layers=MTC_gis:puente&amp;">http://mtcgeo2.mtc.gob.pe:8080/geoserver/MTC_gis/puente/wms?service=WMS&amp;request=GetCapabilities&amp;layers=MTC_gis:puente&amp;</a>
	Red vial	<a href="http://mtcgeo2.mtc.gob.pe:8080/geoserver/MTC_gis/red_vial_nacional_dic16/wms?service=WMS&amp;request=GetCapabilities&amp;layers=MTC_gis:red_vial_nacional_dic16&amp;">http://mtcgeo2.mtc.gob.pe:8080/geoserver/MTC_gis/red_vial_nacional_dic16/wms?service=WMS&amp;request=GetCapabilities&amp;layers=MTC_gis:red_vial_nacional_dic16&amp;</a>
<b>SENAMHI</b>	Alertas meteorológicas	<a href="http://geoservicios.senamhi.gob.pe:8087/wms/service?wms=CLIMATICO">http://geoservicios.senamhi.gob.pe:8087/wms/service?wms=CLIMATICO</a>
	Caracterización climática	<a href="http://geoservicios.senamhi.gob.pe:8087/wms/service?wms=CLASIFICACION_CLIMATICA">http://geoservicios.senamhi.gob.pe:8087/wms/service?wms=CLASIFICACION_CLIMATICA</a>
	Estaciones meteorológicas	<a href="http://geo.ana.gob.pe/arcgis/services/SERV_ESTACIONES_PLUVIOMETRICAS/MapServer/WMSServer?">http://geo.ana.gob.pe/arcgis/services/SERV_ESTACIONES_PLUVIOMETRICAS/MapServer/WMSServer?</a>
<b>SERNANP</b>	Áreas naturales protegidas y zonas de amortiguamiento	<a href="http://geoservidorperu.minam.gob.pe/arcgis/services/ANP/MapServer/WMSServer?">http://geoservidorperu.minam.gob.pe/arcgis/services/ANP/MapServer/WMSServer?</a>
	Comunidades campesinas y nativas	<a href="http://geoservidorperu.minam.gob.pe/arcgis/services/ServicioTematico/MapServer/WmsServer?">http://geoservidorperu.minam.gob.pe/arcgis/services/ServicioTematico/MapServer/WmsServer?</a>
	Ecorregiones	<a href="http://geoservidorperu.minam.gob.pe/arcgis/services/ServicioTematico/MapServer/WmsServer?">http://geoservidorperu.minam.gob.pe/arcgis/services/ServicioTematico/MapServer/WmsServer?</a>
	Zonas arqueológicas	<a href="http://www.idep.gob.pe:6080/arcgis/services/IDE_IGN/CULTURAL_500K/MapServer/WMSServer?">http://www.idep.gob.pe:6080/arcgis/services/IDE_IGN/CULTURAL_500K/MapServer/WMSServer?</a>

Fuente: Elaboración propia

### 4.2.3. Definición de los dominios a ingresar

En el modelo lógico, se definieron los dominios que contribuirán con la clasificación de los datos, dichos dominios fueron establecidos para las variables, con el fin de mantener la integridad de la información, restringiendo el ingreso de datos adicionales que se quieran agregar a los atributos y que no están contenidos en el modelo físico.

aptEstadoEstructura	ceGradoRedox	dcTipoDistribucion	feFuncionValvula
aptMitigInterferencia	ceGradoSulfuros	dcTipoPresion	feTipoEstacion
aptTipoCruce	cePHSuelo	dfCalidadSoldadura	feTipoPunto
aptTipoEstructura	ceRedox	dfCondicionSoldadura	feTipoValvula
aptTipoExcavacion	ceSulfatos	dfEspecificacionCodo	fexAceleracionSuelo
aptTipointerferencia	ceSulfuros	dfEspesor	fexDuracionCorriente
aptTipoUtilidad	ciRangoBacterias	dfGrado	fexHuaycosCuenca
aptvandalismo	ciVelocidadFluido	dfMaterial	fexMitigacionErosion
ceAgresividad	ciVelocidadCorrosion	dfPresionSoldadura	fexMitigacionHuaycos
ceBacterias	ciTipoVelocidadFluido	dfRecubrimiento	fexMitigacionSismo
ceCloruros	csAbolladura	dfTipoConexion	fexMorfologiaCauce
ceGradoPH	csArruga	dfTipoManga	fexTipoUsoSuelo
	csGrietas	dfTipoSoldadura	

**Figura 37.** Listado de dominios a utilizar en la *geodatabase*

*Nota:* Los dominios fueron establecidos a criterio, pero tomando como base y fundamento todas las fuentes de información respecto a cada una de las variables que formaban la amenaza.

*Fuente:* Elaboración propia.

Como se aprecia en la figura, las dos o tres primeras letras según corresponda, hacen referencia al nombre de la amenaza, de esta manera se tiene que:

apt = Afectaciones por terceros

ce = Corrosión externa

ci = Corrosión interna

cs = Corrosión bajo esfuerzo o por estrés

dc = Defectos de construcción

df = Defectos de fabricación

fe = Falla en equipos

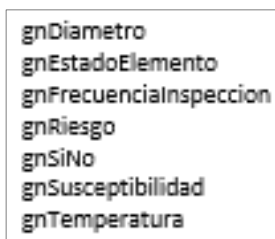
fex = Fuerzas externas

De esta manera, cada *dataset* tendrá un conjunto de dominios utilizado solamente para esa amenaza en específico. Para el caso de información que será general entre todas las capas o será usada por varias de ellas, como por

ejemplo el listado del Sistema Internacional de Unidades<sup>31</sup> o la afirmación de la existencia o no en alguno de los atributos de las capas, se estableció que el sufijo que antecederá al nombre del dominio sea:

gn = Información en general

Dentro de dichos dominios generales, se tienen los siguientes:



gnDiametro  
gnEstadoElemento  
gnFrecuenciaInspeccion  
gnRiesgo  
gnSiNo  
gnSusceptibilidad  
gnTemperatura

**Figura 38.** *Listado de dominios generales*

*Fuente:* Elaboración propia

Los dominios de las amenazas fueron desarrollados a partir de la lectura y revisión del “Manual de referencia ARPEL” además del “Programa de gerenciamiento de integridad del sistema de ductos NG y NGL” en los cuales, se describen todas las amenazas junto con sus variables y las características físicas y espaciales de cada tipo de información. Según estas especificaciones, los dominios se definen en el modelo conceptual, donde se sostiene la organización y almacenamiento previo de la información, para la futura construcción del modelo lógico del sistema.

#### **4.2.4. Elaboración del diccionario de datos**

Mediante el análisis, se generó un diccionario de datos del modelo con información propia del proyecto, que fue elaborado para cada una de las variables generadoras de las nueve amenazas, teniendo un total de 42 planillas (solamente

---

<sup>31</sup> Sistema de unidades que se usa en casi todos los países del mundo. Se basa en 3 unidades básicas coherentes el metro (m), kilogramo (kg) y segundo (s) más un número ilimitado de unidades derivadas de las cuales 22 tienen nombres especiales, prefijos para denotar múltiplos y submúltiplos de las unidades y reglas para escribir el valor de magnitudes físicas. *Bureau International des Poids et Mesures (2006). The International System of Units (SI). 8th ed. Consultado el 13 de febrero de 2008. Chapter 5.*

para información del proyecto). Con lo que respecta a la información complementaria de instituciones públicas, la estructura, atributos e información que se muestre dependerá de la propia institución por lo dicha información se mantendrá íntegra. Para la generación del diccionario se definieron tres ítems: clase, atributos y relaciones.

**Clase:**

- *Feature data set*: Nombre del grupo o paquete de objetos en la que se clasificó la clase, en este caso, nombre de la amenaza (Ejm: corrosión externa, operaciones incorrectas, etc)
- Nombre del *feature class*: Corresponde al nombre de la clase, en este caso, sería cada una de las variables que conforman la amenaza.
- Geometría del *feature class*: Indica el tipo de geometría (punto, línea, polígono) que la tabla almacena. El campo almacenado como un tipo de geometría se llama *shape*.

**Atributos:**

- Nombre: columna en la tabla de atributos, campos de información asociados a la clase, hace referencia a todas las características de la variable formadora de la amenaza.
- Tipo: formato del campo en el que se almacenará el atributo.
- Longitud: tamaño del campo.
- Dominio: Campo que fuerza la integridad de los datos, limitando los valores permitidos en cualquier atributo concreto de una tabla o clase de entidad. Se incluyó en el trabajo esta característica, porque permite la correcta administración de los datos.
- Descripción: Definición detallada de cada fila (clase)



**Relaciones:** Ayudan a asegurar la integridad referencial, evitando la eliminación o modificación de una entidad que a su vez podría estar relacionada con otra.

- *Feature class* relacionado: indica la capa que se encuentra relacionada con la actual. Para el caso de este proyecto, todas las variables que afectan directamente a los ductos y que sean generadoras de amenazas, estarán relacionadas con el ducto.
- Nombre de la relación: indica el nombre que se le dará a la relación.

**Tabla 10.** Estructura del diccionario de datos

Feature DataSet				
Nombre del Feature Class				
Geometría del Feature Class				
Atributos				
Nombre	Tipo	Longitud	Dominio	Descripción
Relaciones				
Feature Class relacionado			Nombre de la Relación	

*Fuente:* Elaboración propia

Con el diccionario de datos, se maneja toda la información propia de la base de datos, para proceder con la creación del árbol lógico y continuar con la construcción de la base de datos (*geodatabase*) teniendo en cuenta lo siguiente:

- Definir como *feature data sets* cada una de las nueve amenazas.
- Asignar una sola representación a las variables, llamándola *feature class*, que irán según corresponda dentro de cada *feature data set*.
- Identificar para cada uno de los *feature class*, los dominios que serán incluidos, para garantizar la calidad de la base de datos.
- Crear relaciones entre los elementos o capas de la base de datos, para mantener la integridad de la información.

El diccionario de datos elaborado se encuentra en la sección *Anexos*.

Antes de elaborar las planillas de información de las capas que integrarán la *geodatabase*, se establecieron las condiciones para el correcto ingreso y edición de la cartografía perteneciente al sistema, a fin de que se normalicen los datos y atributos cartográficos, por esto, fue importante que cada capa o *feature class*, fuera representado por su tipo de geometría: polígono, línea o punto; con la finalidad de que la información que se cargue a futuro, conserven sus características desde los atributos hasta su ubicación espacial, considerando su geometría, por ejemplo, los ductos o un río estarán representados por una línea, mientras que las soldaduras serán puntos en la base de datos.

#### **4.2.5. Elaboración del árbol lógico de la base de datos**

En el diseño lógico se establecieron las características y componentes que debe tener el árbol lógico, con la definición de los dominios y la elaboración del diccionario de datos se completaron los criterios necesarios. Se empleó el AddIn<sup>32</sup> *Geodatabase Diagrammer*, que fue descargado de la comunidad ESRI para la generación del diagrama de árbol lógico preliminar dentro de ArcGIS, que luego fue mejorado en temas de forma con el software Microsoft Office Visio 2016 para la presentación final. El árbol de datos lógico se encuentra en la sección Anexos. Asimismo, en la base de datos geográfica se definieron dominios que contribuyeron en la lógica para la clasificación de la información, en sus tres etapas, registro, edición y consulta, los cuales serán detallados en el siguiente punto.

---

<sup>32</sup> Es una personalización que representa un conjunto de herramientas que se integra en una aplicación de ArcGIS for Desktop (es decir, ArcMap, ArcCatalog, ArcGlobe y ArcScene) con el fin de proporcionar funciones complementarias para la realización de tareas personalizadas. Es un único archivo comprimido con una extensión. *esriaddin*. <http://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/guide-books/python-addins/what-is-a-python-add-in.htm>

#### 4.2.6. Sistemas de referencia espacial

El sistema de coordenadas que se asignó a todos los *datasets* y por ende a la información que forma parte de los mismos, fue el sistema *Universal Transversa de Mercator (UTM)* establecido como el sistema de proyección cartográfica oficial para la República del Perú según el Instituto Geográfico Nacional<sup>33</sup>. El proyecto Camisea concentra toda su información en la zona de proyección 18 sur (18S) por lo que los datos estarán establecidos en la base de datos como WGS 84 UTM Zona 18S.



**Figura 39.** Zonas UTM del Perú: 17, 18 y 19

*Nota:* La imagen muestra, a groso modo, la ubicación del STD (de color rojo) respecto a nuestro país. Los cuadrantes representan las zonas UTM por las que el ducto pasa.

*Fuente:* Elaboración propia

Las variables para definir este sistema con ArcGIS, son las siguientes:

<sup>33</sup> El Sistema de Proyección Cartográfica para la República del Perú, es el Sistema: “Universal Transversa de Mercator” (UTM), que es un sistema cilíndrico transversal conforme, secante al globo terráqueo con las siguientes características técnicas: Zonas de proyección del territorio nacional de 6° de longitud cada una: • Zonas 17 con Meridiano central (MC) 81° Oeste • Zonas 18 con Meridiano central (MC) 75° Oeste • Zonas 19 con Meridiano central (MC) 69° Oeste • Latitud de origen: 0° • Unidad de medida: metro • Falso Norte: 10 000 000 metros • Falso Este: 500 000 metros • Factor de escala en el Meridiano Central: 0.9996. “Norma técnica - Especificaciones técnicas para la producción de cartografía básica”

**Tabla 11.** *Definición del sistema de referencia de la base de datos*

---

WGS_1984_UTM_Zone_18S
Projection: Transverse_Mercator
False_Easting: 500000.0
False_Northing: 10000000.0
Central_Meridian: -75.0
Scale_Factor: 1.000000
Latitude_Of_Origin: 0.0
Linear Unit: Meter (1.0)

---

Geographic Coordinate System: GCS_WGS_1984
Angular Unit: Degree (0.0174532925199433)
Prime Meridian: Greenwich (0.0)
Datum: D_WGS_1984
Spheroid: WGS_1984
Semimajor Axis: 6378137.0
Semiminor Axis: 6356752.314245179
Inverse Flattening: 298.257223563

---

*Fuente:* Elaboración propia en software ArcGIS 10.5

#### **4.2.7. Construcción de la *geodatabase***

La creación de la *geodatabase* es un proceso complejo, que conlleva a realizar muchas modificaciones, pruebas de error, el modelamiento en sí y diversos procesos más. Para este trabajo se consideraron dos grandes puntos para que su implementación sea exitosa:

- Coherencia y conexión entre los elementos del sistema para evitar redundancia en la información.
- Gestión y administración eficaz para la recuperación de datos.

Fue necesario evaluar todos los datos con los que se cuenta, los mismos que ya fueron organizados en el diccionario de datos, para seleccionar las fuentes de alimentación de la *geodatabase*.

En esta fase se construyó el producto final, teniendo en cuenta que el aprovechamiento de las funciones y características de la base de datos,

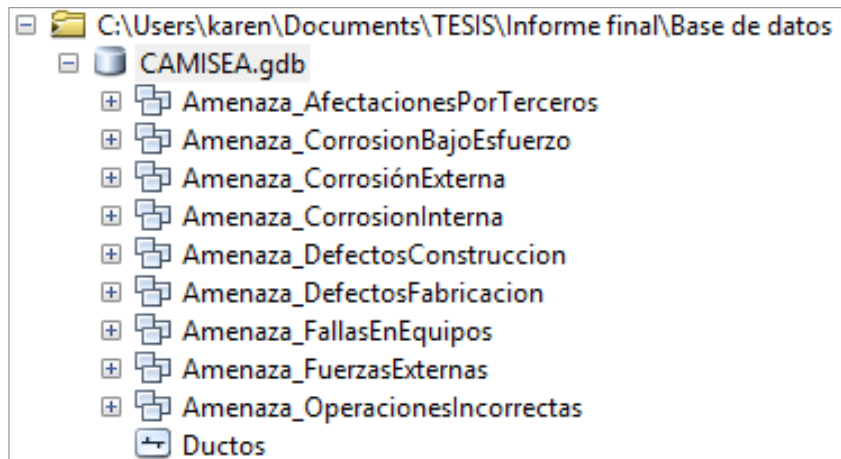
dependerán del conocimiento básico de cartografía y ubicación espacial. Para la creación de la base de datos o *geodatabase* se tomó como modelo el árbol lógico generado a partir del addin. Su estructura fue diseñada en ArcCatalog, creando los diferentes *Feature dataset* y *feature class*, para cada una de las amenazas y sus variables, además de la información alfanumérica, creación de dominios y sus relaciones.

El sistema almacena la información generada en un *hardware* o PC (C:\Users\karen\Documents\TESIS\Informe final\Base de datos) para simular la función de un repositorio central, que en su implementación en generará consultas mediante la red.

#### **4.2.7.1. Creación de la base de datos mediante ArcCatalog.**

Este procedimiento fue simple y directo, porque además de que ya se construyó el árbol lógico que será el soporte para la creación de la *geodatabase*, se utilizó la herramienta principal de geoprocésamiento de ArcGIS: ArcCatalog, mediante *Model builder* para generar cada uno de los *feature data set* de manera automática.

Se creó una nueva *file geodatabase* en la ruta de destino mencionada anteriormente con el nombre “CAMISEA”, la misma tiene nueve *feature data sets* que corresponden a las amenazas existentes en el sistema de transporte por ductos además de un *feature class* fuera de la estructura señalada perteneciente a los ductos, teniendo el siguiente esquema:



**Figura 40.** Estructura de la geodatabase

Fuente: Elaboración propia en software ArcGIS 10.5

A su vez, dentro de cada *feature dataset* se agregaron las capas o *feature class*. En el diccionario de datos (Anexos) se detallaron las características de cada una de las capas, sus atributos, tipo de dato, dominios que deben agregarse, etc., las cuales deberán ser introducidas en el sistema con los mismos criterios señalados.

Además de los atributos con información propia que corresponden a cada una de las variables, se consideró agregar campos de auditoría para un mejor manejo de la información, facilitando el control de ingreso de datos futuros para todas las capas. Este proceso tiene como finalidad medir, monitorear y gestionar los accesos a la información almacenada en la base de datos, resguardando la seguridad corporativa.

Estos campos de auditoría están compuestos por los siguientes ítems:

- ObjectID: Columna única para identificar los datos en la geodatabase. Se genera automáticamente.
- GlobalID: Único identificador global dentro de la base de datos que corresponde al elemento o registro. Se genera automáticamente.
- Creado por: Usuario que crea el elemento.

- Fecha de creación: Fecha en que fue creado el elemento en la base de datos. (dd/mm/aa)
- Estado de elemento: Simplifica las consultas en actuales o históricas.
- Fecha de modificación: Fecha de la última modificación en la base de datos (dd/mm/aa)
- Modificado por: Usuario que realizó la última modificación.
- Ducto: indica qué ducto está comprometido con cada uno de los atributos pertenecientes a una capa o variable en específico, por ejemplo, si existiese una voladura en la zona, indica que ducto más cercano sería el afectado.
- Comentarios: Se adiciona para que el usuario pueda agregar cualquier información adicional del atributo.

Field Name	Data Type
OBJECTID	Object ID
SHAPE	Geometry
CREADOPOR	Text
FECHACREACION	Date
ESTADOELEMENTO	Text
FECHAMODIFICACION	Date
MODIFICADOPOR	Text
DUCTO	Text
COMENTARIOS	Text
POSICION	Double
ESTE	Double
NORTE	Double
ALTITUD	Double

**Figura 41.** Campos de auditoría para los feature class

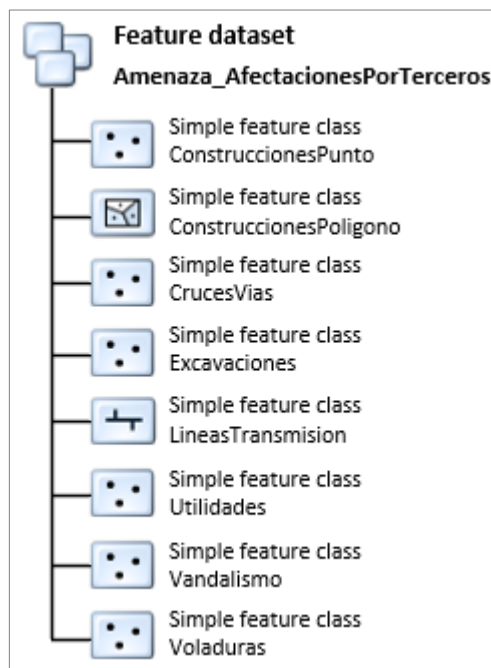
Fuente: *Elaboración propia en software ArcGIS 10.5*

Para el campo “Estado elemento” cuenta con un dominio establecido denominado gnEstadoHistorico, el cual hace referencia a la información que se cargará en la base de datos, pudiendo ser histórica o actual. Por ejemplo, si se tiene alguna estación o instalación funcionando, pero que por temas logísticos no es viable y cambia de lugar, también se actualizará en el GIS manteniendo ambos datos, tanto el anterior (histórico) como la nueva

ubicación (actual). La definición y estructura de cada *feature dataset* se detalla de la siguiente manera:

- Amenaza Afectaciones por terceros:

Consta de ocho (08) *feature class* o capas con información referente al daño o futuro daño a las tuberías, proveniente de las actividades causadas por terceras personas ajenas a la operación, que en la mayoría de casos afectan directamente la seguridad e integridad de los ductos. Se definieron ocho (08) dominios para asegurar que la escritura en los campos que involucran información ya definida, preserve la integridad de la base de datos. La relación a establecer en este *dataset* será de todos los *features class* de la amenaza Afectaciones por terceros y la capa “Ductos”.



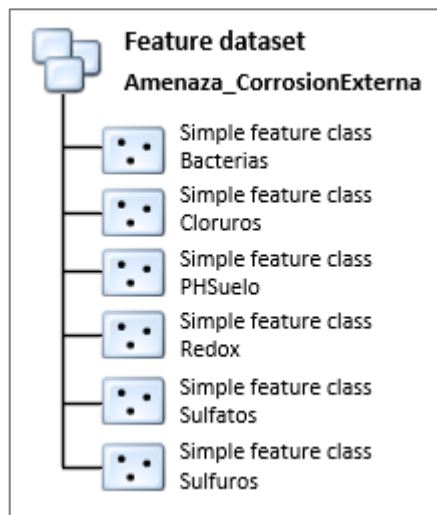
**Figura 42.** Estructura del dataset - *Amenaza\_AfectacionesPorTerceros*

*Nota:* La figura muestra la estructura final elaborada en el *software* para la amenaza *Afectaciones por terceros*. *Fuente:* Elaboración propia en *software* ArcGIS 10.5



- Amenaza Corrosión externa:

Consta de seis (06) *feature class* o capas con información referente al daño causado en las tuberías por el contacto directo con algún tipo de metal diferente a su composición más un medio húmedo. Para este *dataset* se crearon diez (10) dominios para asegurar la integridad de la información y de la base de datos. La relación a establecer en este *dataset* será de todos los *features class* de la amenaza Corrosión externa y la capa “Ductos”.



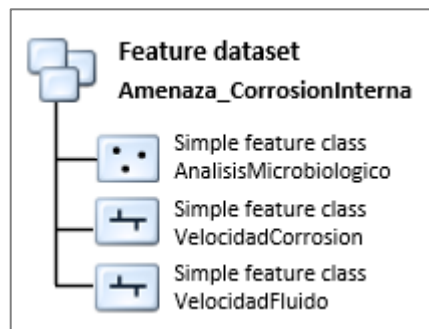
**Figura 43.** Estructura del dataset - Amenaza\_CorrosionExterna

*Nota:* La figura muestra la estructura final elaborada en el *software* para la amenaza Corrosión externa. *Fuente:* Elaboración propia en *software* ArcGIS 10.5

- Amenaza Corrosión interna:

Consta de tres (03) *feature class* o capas con información referente al daño causado al interior de las tuberías por la presencia de diversas moléculas como el sulfuro de hidrógeno, ácidos orgánicos e incluso el agua. Para este *dataset* se crearon cuatro (04) dominios para esta amenaza, asegurando la integridad de la información y de la base de

datos. La relación a establecer en este *dataset* será de todos los *features class* de la amenaza Corrosión interna y la capa “Ductos”.

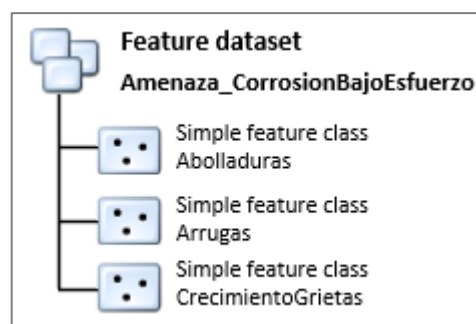


**Figura 44.** Estructura del dataset - Amenaza\_CorrosionInterna

*Nota:* La figura muestra la estructura final elaborada en el *software* para la amenaza Corrosión interna. *Fuente:* Elaboración propia en *software* ArcGIS 10.5

- Amenaza Corrosión bajo esfuerzo:

Consta de tres (03) *feature class* o capas con información referente al daño causado por la combinación de tensiones intensas en un medio corrosivo que dan lugar a fisuras y roturas de la tubería. Para este *dataset* se crearon tres (03) dominios para asegurar la integridad de la información y de la base de datos. La relación a establecer en este *dataset* será de todos los *features class* de la amenaza Corrosión bajo esfuerzo y la capa “Ductos”.

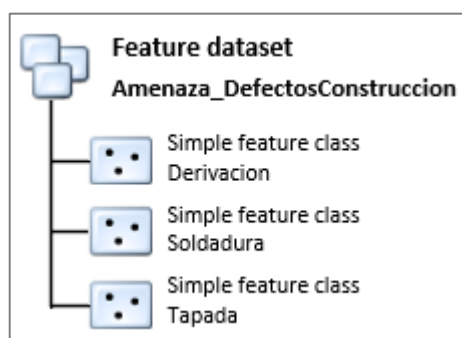


**Figura 45.** Estructura del dataset - Amenaza\_CorrosionBajoEsfuerzo

*Nota:* La figura muestra la estructura final elaborada en el *software* para la amenaza Corrosión bajo esfuerzo. *Fuente:* Elaboración propia en *software* ArcGIS 10.5

- Amenaza Defectos de construcción:

Consta de tres (03) *feature class* o capas con información referente al daño que se pudiese suscitar debido a defectos o errores cometidos en la época de construcción del sistema de transporte de hidrocarburos por ductos y que pudiese presentar inconvenientes en plena operación. Se crearon dos (02) dominios para esta amenaza, asegurando la integridad de la información y de la base de datos. La relación por establecer en este *dataset* será de todos los *features class* de la amenaza Defectos de construcción y la capa “Ductos”.

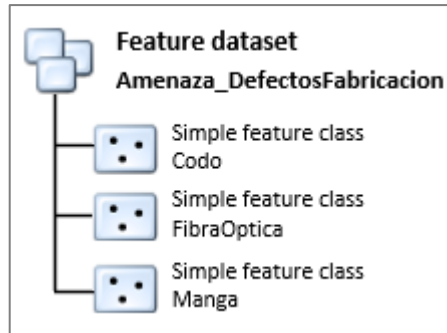


**Figura 46.** Estructura del dataset - Amenaza\_DefectosConstruccion

*Nota:* La figura muestra la estructura final elaborada en el *software* para la amenaza Defectos de construcción. *Fuente:* Elaboración propia en software ArcGIS 10.5

- Amenaza Defectos de fabricación:

Consta de tres (03) *feature class* o capas con información referente al riesgo que puede presentar las tuberías debido a defectos de fabricación de los componentes instalados a lo largo del sistema que son parte importante de la operación. Se crearon once (11) dominios para esta amenaza, para asegurar la integridad de la información y de la base de datos. La relación a establecer en este *dataset* será de todos los *features class* de la amenaza Defectos de fabricación y la capa “Ductos”.

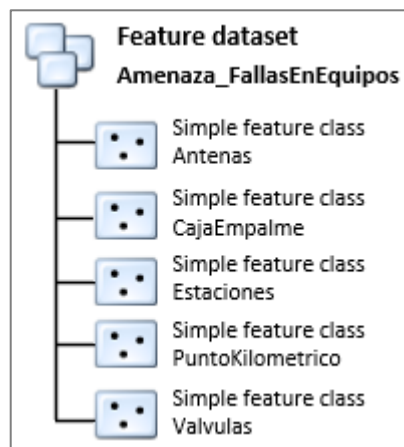


**Figura 47.** Estructura del dataset - Amenaza\_DefectosFabricacion

Nota: La figura muestra la estructura final elaborada en el software para la amenaza Defectos de fabricación. Fuente: Elaboración propia en software ArcGIS 10.5

- Amenaza Fallas en equipos:

Consta de cinco (05) *feature class* o capas con información referente al riesgo que puede aparecer debido a algún tipo de falla que presente cualquiera de los equipos que son parte importante del sistema de transporte de gas. Se crearon cuatro (04) dominios para esta amenaza, para asegurar la integridad de la información y de la base de datos. La relación a establecer en este *dataset* será de todos los *features class* de la amenaza Fallas en equipos y la capa “Ductos”.

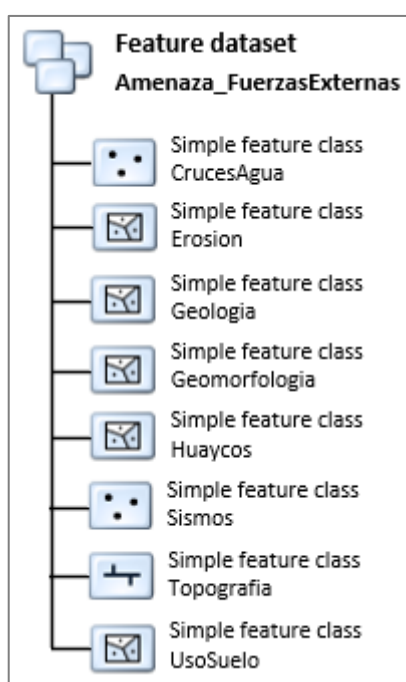


**Figura 48.** Estructura del dataset - Amenaza\_FallasEnEquipos

Nota: La figura muestra la estructura final elaborada en el software para la amenaza Fallas en equipos. Fuente: Elaboración propia en software ArcGIS 10.5

- Amenaza Fuerzas externas:

Consta de ocho (08) *feature class* o capas con información referente al daño que pueden sufrir las tuberías por las fuerzas de la naturaleza o también conocidas como geo-amenazas que no pueden ser controladas por el ser humano, el objetivo de almacenar esta información es el de proporcionar una herramienta de prevención para evitar situaciones o futuros impases que puedan comprometer el correcto funcionamiento del STD. Se crearon ocho (08) dominios para esta amenaza, para asegurar la integridad de la información y de la base de datos. La relación a establecer en este *dataset* será de todos los *features class* de la amenaza Fuerzas externas y la capa “Ductos”.

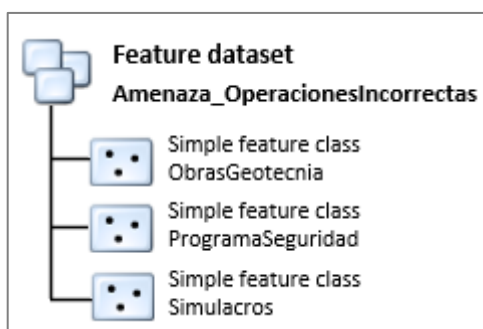


**Figura 49.** Estructura del dataset - Amenaza\_FuerzasExternas

*Nota:* La figura muestra la estructura final elaborada en el software para la amenaza Fuerzas externas. *Fuente:* Elaboración propia en software ArcGIS 10.5

- Amenaza Operaciones Incorrectas:

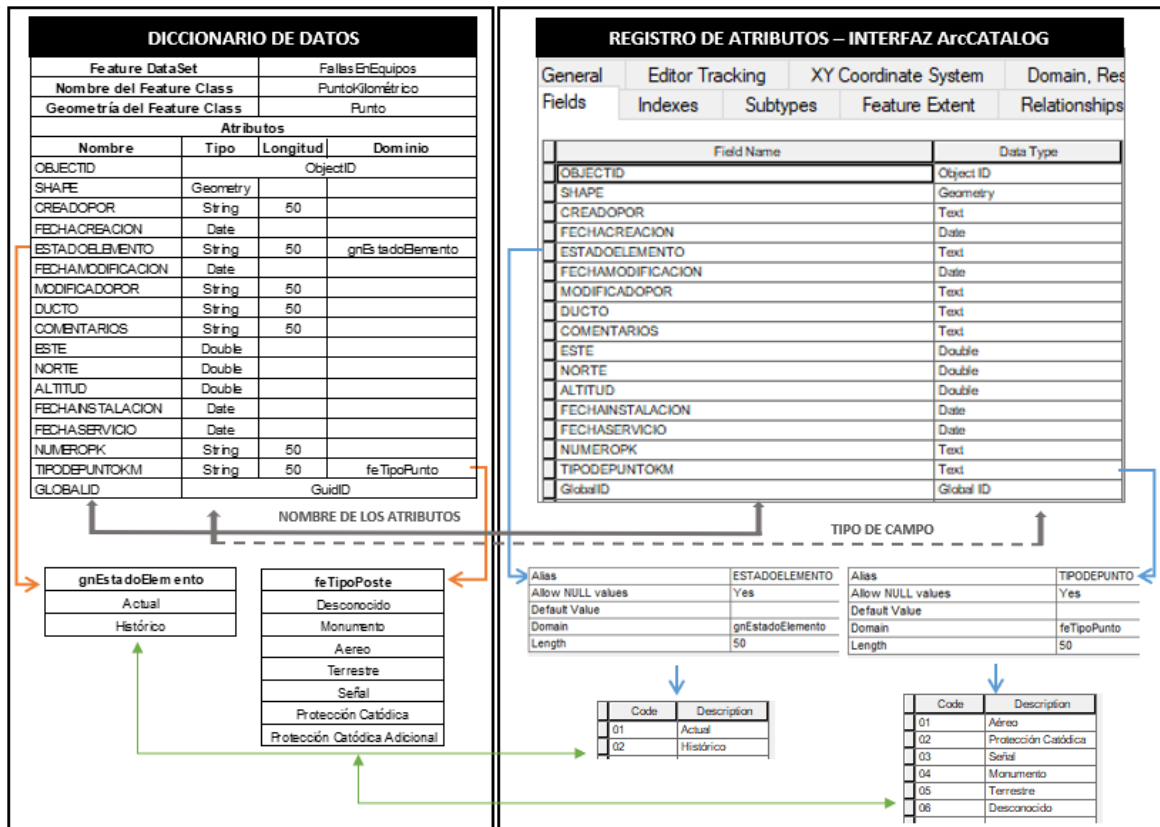
Consta de cuatro (03) *feature class* o capas con información referente al daño o riesgo que pueden presentar las tuberías a causa de las operaciones incorrectas o malas maniobras incurridas por terceras personas dentro de la operación, es decir malos procedimientos, programas de seguridad errados o simulacros de emergencias, etc. Para este *dataset* no se crearon dominios, porque la información que será guardada sólo tendrá atributos de ubicación y descripción de los procedimientos. La relación a establecer en este *dataset* será de todos los *features class* de la amenaza Operaciones incorrectas y la capa “Ductos”.



**Figura 50.** Estructura del dataset - Amenaza\_OperacionesIncorrectas  
*Nota:* La figura muestra la estructura final elaborada en el software para la amenaza Operaciones incorrectas. *Fuente:* Elaboración propia en software ArcGIS 10.5

#### 4.2.8. Registro de todos los atributos en la interfaz ArcCatalog

El registro de los atributos en cada uno de las capas generadas se realizó en base al diccionario de datos generado, y el registro de los mismos fue mediante ArcCatalog. Es decir, se replicaron los atributos tal cual y se ingresó al sistema tomando en consideración el nombre del campo, tipo, longitud y dominio si es que lo tuviese, es en este punto en donde el sistema se define y crea criterios para el registro futuro de la información.



**Figura 51.** Registro de los atributos en ArcCatalog

*Nota:* La figura muestra cómo fue el proceso para el registro de los datos y sus características (sin información aún) a partir del diccionario de datos, conservando el los mismos nombres, tipo de campo y dominio, las flechas indican la congruencia en cada uno de los campos. *Fuente:* Elaboración propia en software ArcGIS 10.5

Con el fin de automatizar los procedimientos en la carga de atributos, se elaboraron geoprocetos para la estructuración de la *geodatabase*, como edición de datos, consultas, importación, análisis espacial, etc., a partir de la herramienta de trabajo que ofrece ArcGIS. Según lo que indica Matallanes, R. (2015) *un model builder* “corresponde a una de las herramientas disponibles en ArcGIS destinada a la edición y administración de geoprocetos con el fin de generar modelos de trabajos autónomos y secuenciales. Es decir, permite crear herramientas que analicen nuestros datos según nuestras exigencias, optimizando tiempo y siguientes secuencias de análisis lógicas y progresivas. (...) Estas tareas están encadenadas secuencialmente para generar líneas de trabajo que pueden

desarrollarse de manera lineal, paralela o converger en una actividad con el fin de dar un resultado final.”

En el siguiente listado se especifican los modelos de geoprocetos generados que fueron elaborados para crear la estructura de la base de datos geográfica, así como también los que fueron utilizados para la carga de tipos de datos específicos de las amenazas.

**Tabla 12.** *Geoprocetos de creación / migración a la base de datos Camisea*

Geoproceto de creación de <i>Feature data set</i>
Geoproceto de creación de <i>Feature class</i>
Geoproceto de creación de campos de auditoría para todos los <i>feature class</i>

*Fuente:* Elaboración propia

**Tabla 13.** *Geoprocetos complementarios para la base de datos Camisea*

Geoproceto de creación de campos adicionales
Geoproceto de generación de ficha técnica de cada capa (tabla de atributos)
Geoproceto de actualización de servicios WMS

*Fuente:* Elaboración propia

Todos los geoprocetos diseñados a partir de *model builder* fueron creados para facilitar el trabajo de modelamiento, carga y/o actualización, aunque se puede realizar de la forma convencional también es posible generar modelos para ahorro de tiempo, en este trabajo de investigación se realizó de ambas formas para detallar en la siguiente tabla comparativa las horas-hombre destinadas a dichas actividades.

**Tabla 14.** *Comparativa de horas / hombre destinadas a las actividades*

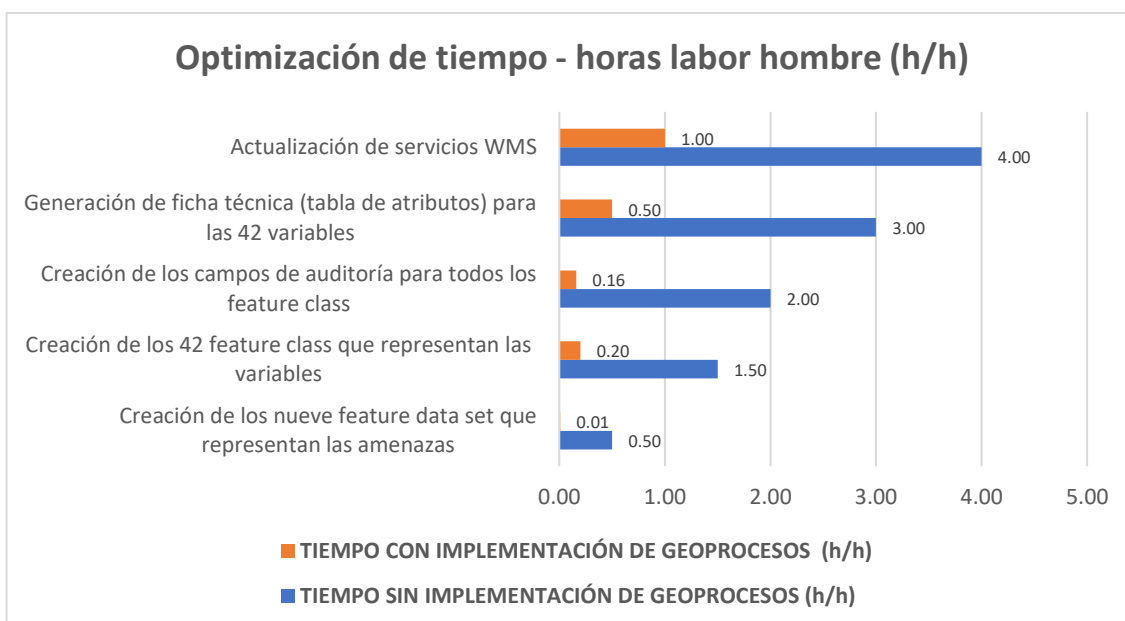
GEOPROCESO IMPLEMENTADO	TIEMPO SIN IMPLEMENTACIÓN DE GEOPROCETOS HORAS – HOMBRE (h/h)	TIEMPO CON IMPLEMENTACIÓN DE GEOPROCETOS HORAS – HOMBRE (h/h)
Creación de los nueve <i>feature data set</i> que representan las amenazas	0.5	0.01
Creación de los 42 <i>feature class</i> que representan las variables	1.5	0.2



Creación de los campos de auditoría para todos los <i>feature class</i>	2.0	0.16
Generación de ficha técnica (tabla de atributos) para las 42 variables	3.0	0.5
Actualización de servicios WMS	4.0	1.0

Fuente: Elaboración propia

El procedimiento de cada uno de los geoprocursos está especificado en la sección Anexos.

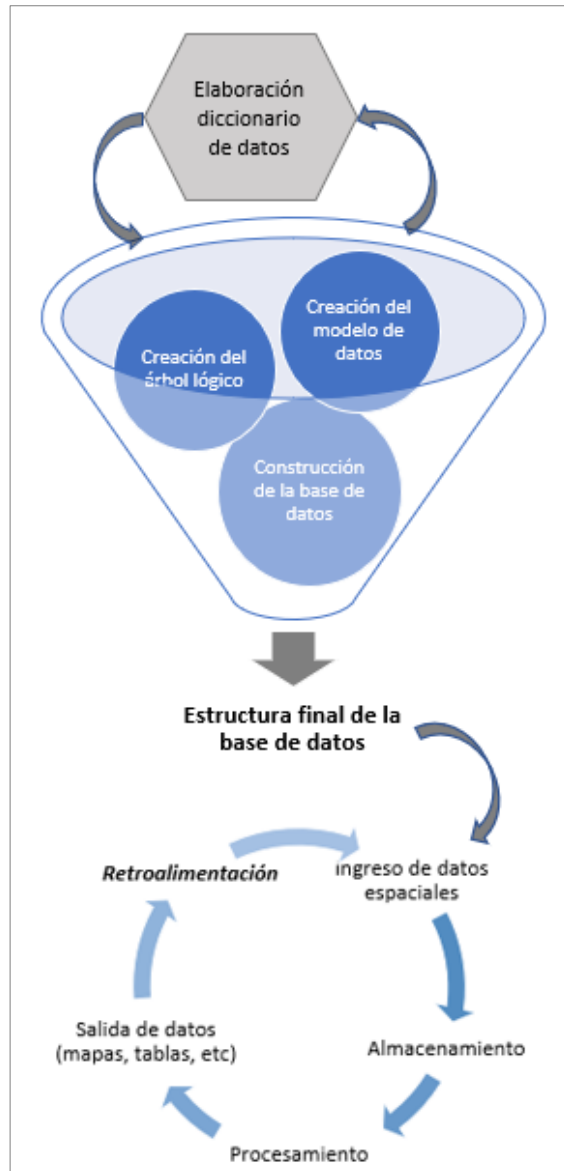


**Figura 52.** Gráfico estadístico de comparación de tiempos

Nota: La figura muestra gráficamente las horas/hombre empleadas en la ejecución de procesos sistemáticos, tanto elaborados manualmente como ejecutados mediante geoprocursos a partir de la elaboración de Modelos (*model builder*) Fuente: *Elaboración propia*.

#### 4.2.9. Elaboración de diagrama de gestión y control

Este diagrama permitió revisar los atributos de la base de datos agregados y su comportamiento referente a la futura carga de los datos, para comprobar su compatibilidad, funcionalidad y control de los datos.



**Figura 53.** Representación de gestión y control dedicado a la implementación del sistema de información geográfico

*Nota:* La figura representa el ciclo de procesos implementados para el sistema de información geográfica, el cual se presenta como un conjunto de elementos que, conectados entre sí, potencian y delimitan la funcionalidad del SIG. *Fuente:* Elaboración propia.

#### 4.2.10. Diagrama general del sistema a implementar

Luego del proceso de creación de la *geodatabase* con lo detallado anteriormente, se generó el esquema final del modelo de datos geográfico para el proyecto Camisea; en él se presenta la organización y estructura, el diagrama detallado de cada uno de las capas o elementos (conjunto de *feature class*

dentro de cada *feature dataset*, dominios creados y relaciones) y un panorama de catálogo de la base de datos. La estructura final fue diseñada con el addin *Geodatabase Diagrammer* pero por temas de forma, se mejoró con el programa *Microsoft Visio 2016*, el diagrama se encuentra en la sección Anexos.

### **4.3. Implementación del sistema de información geográfica para la identificación de las amenazas en el sistema de transporte de hidrocarburos por ductos del proyecto Camisea**

La implementación del sistema de información geográfica, consta procedimientos estructurados, donde todos ellos deben trabajar en armonía, para garantizar el funcionamiento y correcta ejecución entre todos los elementos del sistema, para llegar a este fin, se establecieron los siguientes procesos:

#### **4.3.1. Compatibilidad de la información**

En este proceso se identificó las características del sistema de información geográfica, los atributos creados, estrategias de diseño y la futura migración de los datos existentes al nuevo diseño de base de datos. La compatibilidad de los datos, se estableció a partir de su geometría, es decir que cada fuente de información que corresponde a una capa, debe manejar la misma representación gráfica tanto en el dato de campo como en la base de datos geográfica.

#### **4.3.2. Ingreso de información existente**

Con la creación de la *geodatabase* en ArcCatalog se procedió a la migración de toda la *data* proveniente del proyecto Camisea, iniciándose con la recopilación de información que fue cargada a la base de datos espacial, luego se continuó con el almacenamiento en la *geodatabase*. Para el caso de

transformación de la información, es decir, para brindar un producto a partir de los datos almacenados, lo siguiente es el procesamiento (análisis espacial, procesos, modelamiento, creación de mapas, etc.) mediante el software ArcGIS u otro software según decida la organización, que lea y soporte datos espaciales, para dar paso al último punto que fue la salida de la información ya procesada, según desee el usuario final.

Todo este proceso, es un ciclo constante de retroalimentación donde muchos datos serán ingresados nuevamente en la *geodatabase* para brindar información actualizada y de confianza, repitiéndose el proceso muchas veces, generando una actividad cíclica donde el objetivo fundamental es el de controlar y optimizar el comportamiento del Sistema de Información Geográfica implementado, convirtiéndose en una poderosa herramienta de gestión de la información a gran escala.

#### **4.3.2.1. Ingreso de datos espaciales**

Creada ya la base de datos en ArcCatalog, se procedió con el proceso de migración de toda la información. Se comienza con la recopilación de los datos concernientes al proyecto Camisea, el cual se hizo con los datos proporcionados por Perupetro, a futuro, dependerá de cada área competente dentro de la organización. Como se indicó al inicio de este trabajo de investigación, el propósito de esta implementación es el de presentar un sistema de información geográfica que pueda ser implementado en otras empresas de hidrocarburos, específicamente gas natural, ya que las amenazas y sus variables afectan del mismo modo a una compañía que se encuentra en el Perú como a una en México.

Existen diversos métodos para cargar información a la *geodatabase* como planillas de Excel, archivos en formato *shape*, archivos en formato *cad*<sup>34</sup>, mapas en físico que deberán ser digitalizados y georreferenciados, etc. Para este caso en específico, se optó por la elaboración de planillas en Excel, donde necesariamente todos los datos a cargar deben tener una referencia espacial (coordenadas X, Y) además de archivos con información que ya se encuentre preestablecida en formato *shape* (\*.shp), estos formatos estandarizados deben ser llenados según corresponda en cada caso por el tipo de información, para que, al momento de ingresar al sistema, la base de datos se encuentre normalizada.

**Tabla 15.** *Formato de tabla en Excel para llenado de información. Ejemplo: Feature class Redox*

DUCTO	POSICION	ESTE	NORTE	ALTITUD	RANGO REDOX	GRADO REDOX	RIESGO
NGL	347176.716	635564.263	8528897.857	3583.570	200 < Redox ≤ 400	No corrosivo	Bajo
NGL	347189.256	635553.722	8528896.835	3582.270	Redox > 400	Leve	Medio
NG	216526.311	538669.930	8553954.794	4447.633	Redox ≤ 100	Severo	Muy alto
NG	216538.023	538657.522	8553959.737	4446.211	100 < Redox ≤ 200	Moderado	Alto

**Tabla 16.** *Formato de tabla en Excel de los dominios que corresponden al feature class Redox*

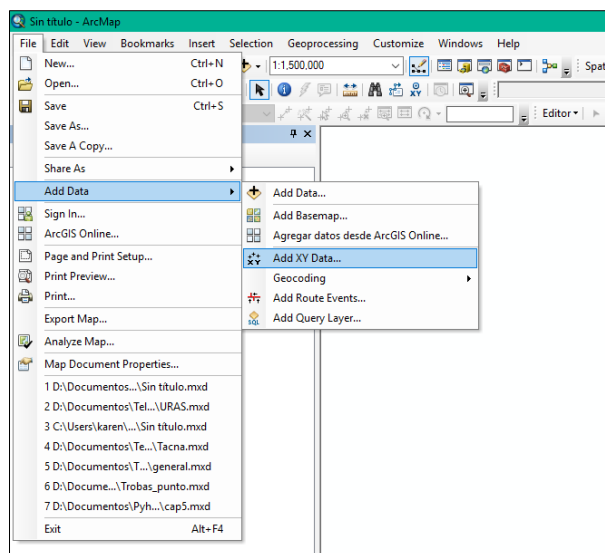
gnDuctos	ceRedox	ceGradoRedox	gnRiesgo
NG	Redox > 400	Leve	Muy Bajo
NGL	200 < Redox ≤ 400	Moderado	Bajo
NG	100 < Redox ≤ 200	No corrosivo	Medio
	Redox ≤ 100	Severo	Alto
	Desconocido		Muy Alto
			Nulo

Fuente: Elaboración propia

<sup>34</sup> El diseño asistido por ordenador (CAD) es un sistema de hardware y software utilizado por los diseñadores profesionales para diseñar y documentar objetos del mundo real. Actualmente, AutoCAD y MicroStation son las dos plataformas de CAD de propósito general más ampliamente usadas. Fuente ESRI

En todas las planillas o *templates* se adicionan los dominios en una hoja aparte dentro del libro de Excel para cada variable, para que se restrinja el ingreso de datos erróneos o repetidos, permitiendo mantener la integridad de la información en el ingreso de los datos. Para el caso de los archivos que serán cargados mediante las planillas, el proceso será el siguiente:

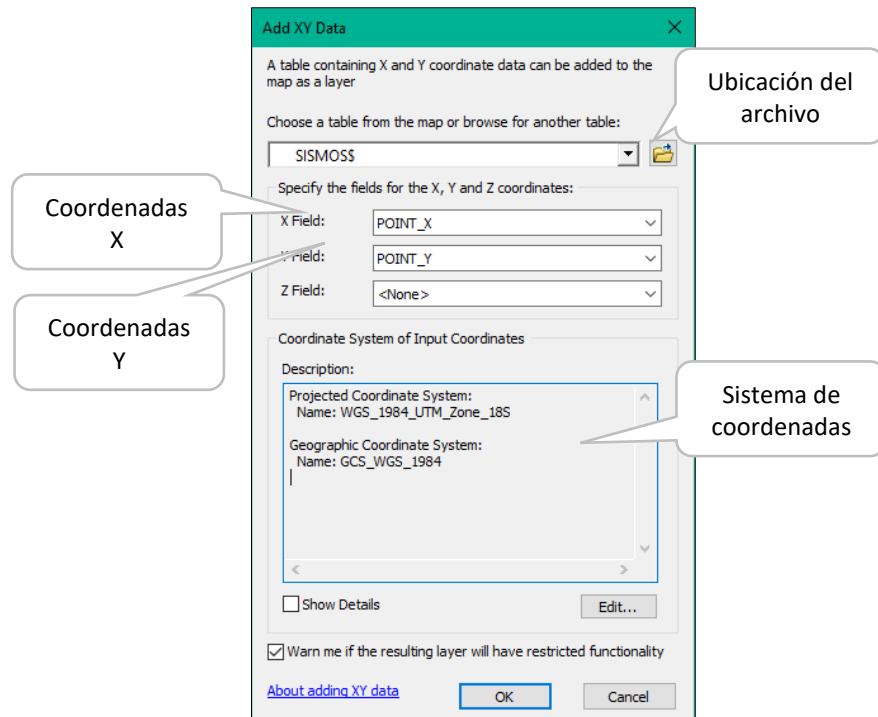
La información se agregó mediante el proceso Add XY Data dentro de la plataforma ArcMap.



**Figura 54.** Carga de datos mediante planillas Excel

Fuente: Elaboración propia en software ArcGIS 10.5

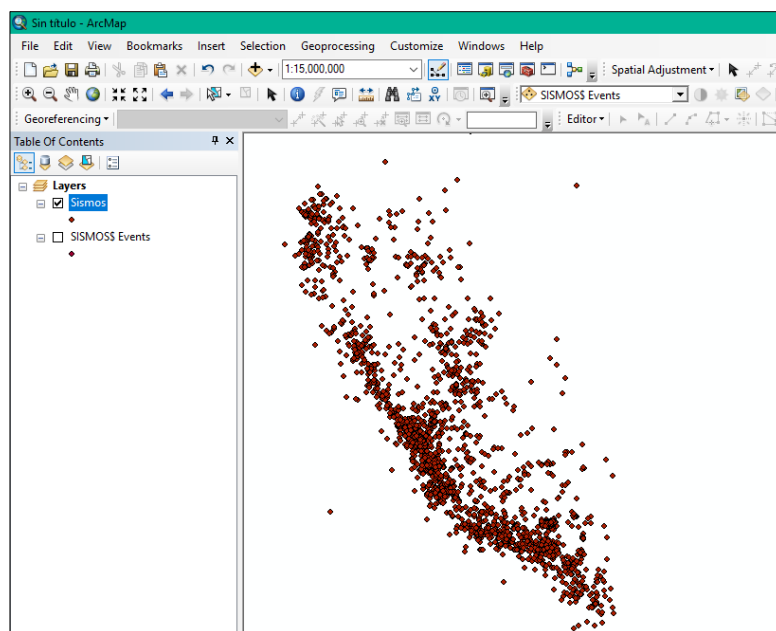
Se ubicó el archivo Excel con los datos; este proceso se realizó para las variables generadoras de la amenaza, ingresando las coordenadas este y norte según corresponda, asignándole también un sistema de coordenadas.



**Figura 55.** Carga de datos mediante planillas Excel

Fuente: Elaboración propia en software ArcGIS 10.5

Luego, se exportó el resultado temporal (*events*) a un archivo en formato *shape*, que conserva todos sus atributos. Para agregarlo a la *geodatabase* se consideró el mismo proceso que para los archivos en formato *shape*.

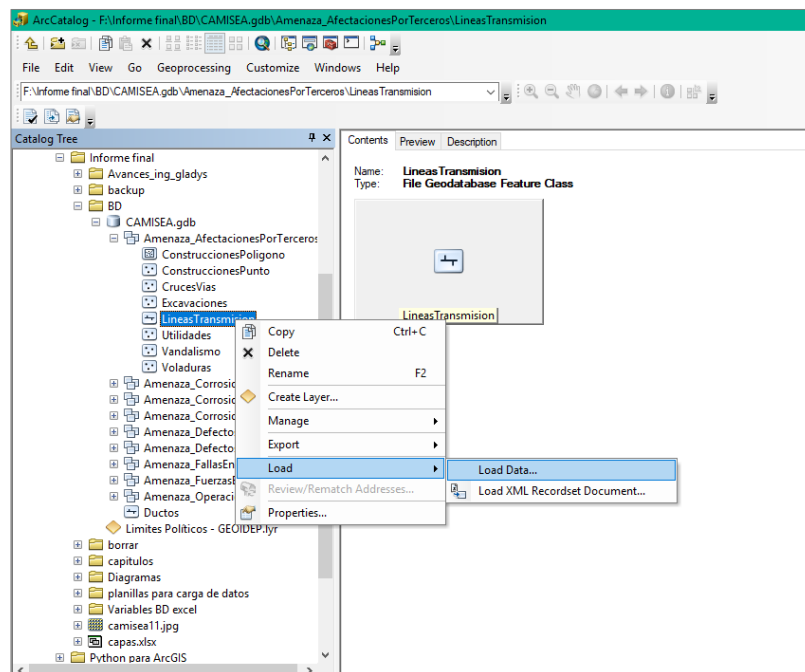


**Figura 56.** Resultado del proceso de carga mediante planillas Excel

Fuente: Elaboración propia en software ArcGIS 10.5

Para el caso de los archivos en formato *shape* los mismos debían coincidir con la geometría y atributos definidos en la *geodatabase*, el proceso realizado para la carga de información mediante este tipo de formato fue el siguiente:

En el entorno de ArcCatalog, se ingresó a la opción *Load data* por cada uno de los *feature class*, de la siguiente manera:

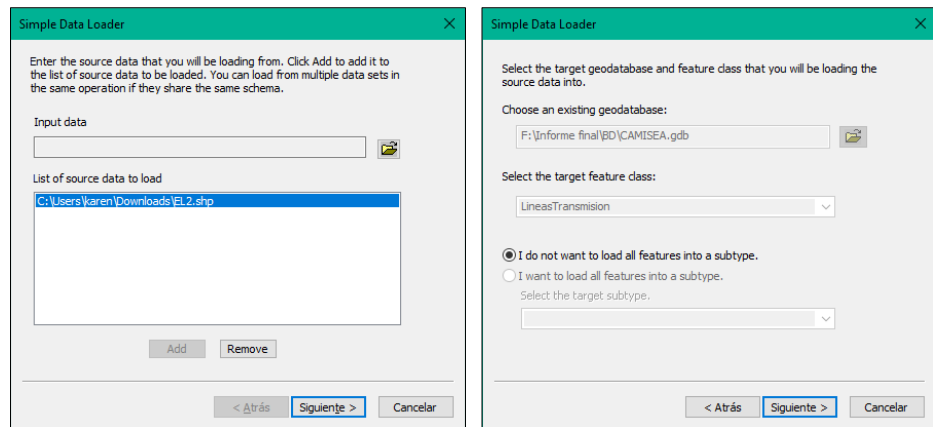


**Figura 57.** Carga de datos mediante archivos *shape*

Fuente: Elaboración propia en software ArcGIS 10.5

Luego se añadió el origen de los datos que debían ser cargados en la *geodatabase* para que en la siguiente ventana se indique el origen y destino de los datos a ingresar. Ya que el proceso de carga se realiza directamente sobre el *feature class*, se reconoce la *geodatabase* a la que pertenece, en este caso CAMISEA.gdb





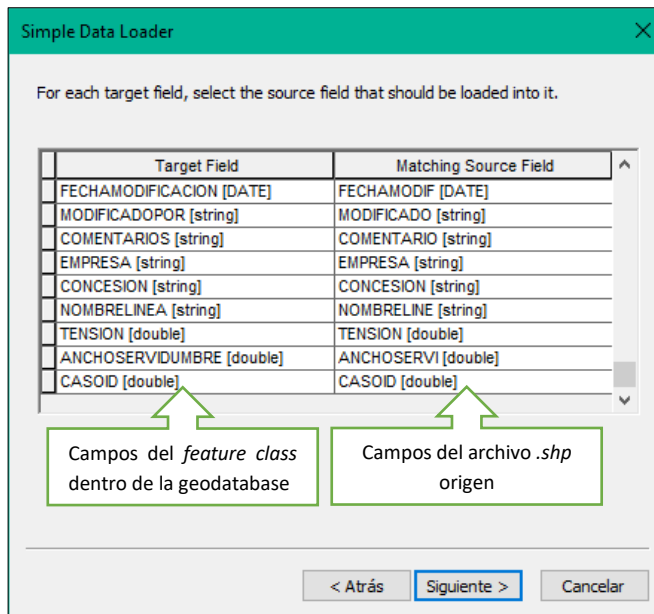
**Figura 58.** Carga de datos mediante archivos shape

Fuente: Elaboración propia en software ArcGIS 10.5

Luego, se indica realizar una comparación, donde se agregó el origen de los datos por ser cargados en la *geodatabase* y posteriormente se indicó el origen y destino de los datos a ingresar. Ya que el proceso de carga se realiza directamente sobre el *Feature class*, se reconoce la *geodatabase* a la que pertenece, en este caso CAMISEA.gdb

En la siguiente etapa, se solicitó realizar una comparación entre la información de la *geodatabase* (*feature class* sin datos) y el archivo en formato .shp a ingresar (*input*).

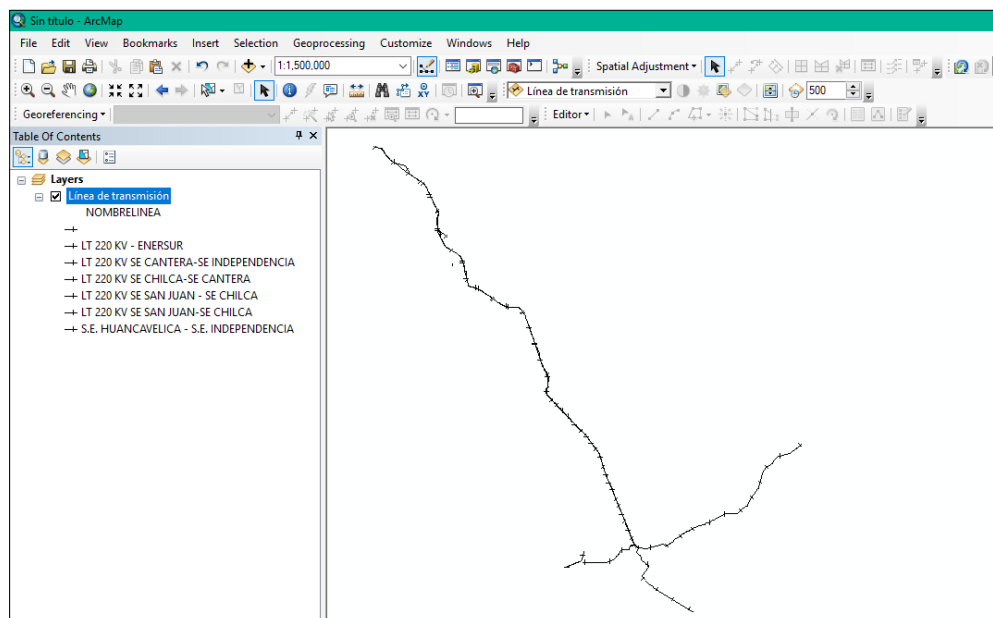
En esta etapa del proceso fue determinante, ya que fue donde los datos iban a ser migrados de una fuente a la *geodatabase* final. Es importante tener en cuenta que los atributos del archivo origen tengan las mismas características y tipo de datos que el destino final, por ello en las planillas de formato excel, se establecieron sus propiedades, las cuales deben ser consideradas también en esta etapa, de lo contrario los datos no podrán ser cargados.



**Figura 59.** Carga de datos mediante archivos *shape*

Fuente: Elaboración propia en software ArcGIS 10.5

Por ejemplo, el “*Target Field*” TENSION es de tipo *double*, por lo que el “*Matching source field*” que le correspondió, en este caso TENSION también, fue ser tipo *double*. Culminado este proceso, la información se cargó a la *geodatabase*.



**Figura 60.** Resultado del proceso de carga de datos mediante archivos *shape*

Fuente: Elaboración propia en software ArcGIS 10.5

Este proceso se repitió para cargar toda la información que provino con formato nativo *shape* para enlazarlo a cada *feature class*.

Este procedimiento fue sumamente importante porque el éxito de mantener la información actualizada y acorde a la realidad dependió de la información obtenida por el ente responsable, además, para su implementación a futuro en otras empresas, dependerá del relevamiento que se realice en campo, y que la persona encargada o supervisor registre los datos debidamente; por ello, es recomendable que previo a la realización de esta actividad, se capacite al personal para que pueda llevar a cabo esta labor sin ningún problema.

#### **4.3.3. Carga de archivos WMS de instituciones públicas**

Para el ingreso de datos, se cargó todo lo que corresponde a la entrada de información: las nueve amenazas y sus variables, además de las capas complementarias de las principales instituciones públicas, las cuales, fueron adicionados como archivos WMS<sup>35</sup> ya que permitían agregar el servicio como archivo externo porque no ocupaba un espacio físico dentro de la base de datos, además que la información es actualizada y confiable porque proviene directamente de cada una de las instituciones, es decir, cada vez que las entidades públicas realicen algún cambio en su información o la actualicen, la misma se verá reflejada en el servicio WMS de la institución<sup>36</sup> agregado a la carpeta donde se ubica la base de datos.

---

<sup>35</sup> Servicio Web de mapas de OGC. Un servicio Web de mapas entrega imágenes de mapas georreferenciadas. Un servicio WMS también puede incluir un descriptor de capa con estilo (SLD) para especificar cómo se va a simbolizar y a representar la capa WMS. <http://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/map/web-maps-and-services/about-using-ogc-service-layers.htm>

<sup>36</sup> Servicio de publicación de mapas es un estándar que ofrece una sencilla interfaz HTTP, que permite realizar una solicitud de imágenes de mapas georreferenciados de una o más bases de datos geográficas distribuidas en más de un servidor. Los servicios WMS permiten la visualización, superposición y consulta puntual de mapas generados desde uno o varios servidores en diferentes entidades públicas o privadas.

Este es uno de los beneficios que brinda ArcGIS, al poder conectar servicios de distintos tipos sin utilizar un espacio físico dentro del disco. Esta información se obtuvo de la página oficial de la *Presidencia del Consejo de Ministros* en la sección *Secretaría de Gobierno Digital* en donde se muestra la información de todas las instituciones públicas.



**Figura 61.** Visualización de plataforma GEOIDEP

*Nota:* Portal de la Secretaria General de la Presidencia del Consejo de Ministros. *Fuente:* Comité Coordinador Permanente de la Infraestructura de Datos Espaciales del Perú <http://www.geoidep.gob.pe/>

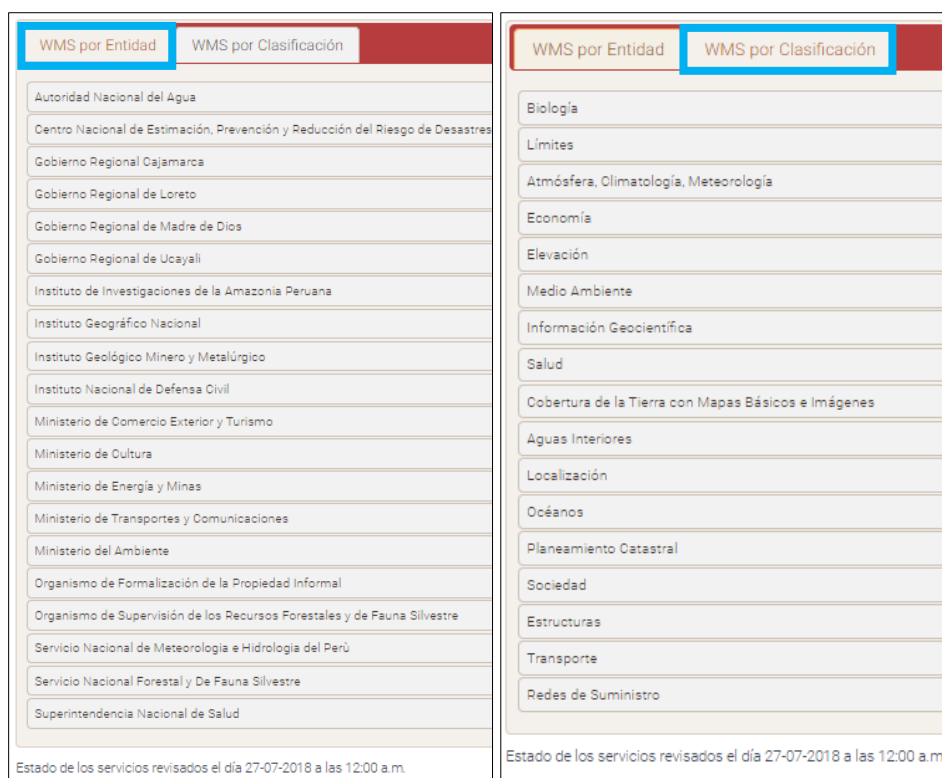
Dentro de la plataforma del GEOIDEP, en la sección de Servicios de actualización WMS, se listaron todos los servicios de las principales instituciones.



**Figura 62.** Visualización de plataforma GEOIDEP

*Fuente:* GEOIDEP -Presidencia del Consejo de Ministros

Se generó un listado de los archivos WMS disponibles, categorizados por WMS Entidad y WMS Clasificación.



**Figura 63.** Visualización de plataforma GEOIDEP

Fuente: Presidencia del Consejo de Ministros

Para este caso, se visualizaron los WMS por Entidad, donde se ubicaron los servicios de interés para el trabajo de investigación, los cuales se detallaron en la sección de Recolección de Información. Cabe mencionar que según el propio portal GEOIDEP, todos los datos se encuentran actualizados a la fecha.

Ubicado el servicio a cargar, se vieron sus detalles en “Dirección del servicio” donde indica el enlace URL<sup>37</sup> que se asignó dentro del entorno de ArcMap para que pueda ser reconocido y agregado a la plataforma.

Para este procedimiento se tomó como ejemplo, el servicio WMS de “Limite político” proporcionado por el *Instituto Geográfico Nacional*.

<sup>37</sup> Localizador Uniforme de Recursos (LUR, más conocido por la sigla URL, del inglés Uniform Resource Locator) es un identificador de recursos uniforme cuyos recursos referidos pueden cambiar, esto es, la dirección puede apuntar a recursos variables en el tiempo. «Resolución del 19 de febrero de 2013, de la Secretaría de Estado de Administraciones Públicas, por la que se aprueba la Norma Técnica de Interoperabilidad de Reutilización de recursos de la información».

WMS por Entidad		WMS por Clasificación			
Biología					
Límites					
Nombre del Servicio	Descripción	Proporcionado por	Estado	Dirección del Servicio	Acceso
Área Político Administrativa	Área Político Administrativa	Gobierno Regional de Ucayali		<a href="#">Ver dirección</a>	<a href="#">Ver Mapa</a>
Límite Político Administrativo	Servicio web de Límite Político Administrativo	Gobierno Regional de Ucayali		<a href="#">Ver dirección</a>	<a href="#">Ver Mapa</a>
Límites (Escala 1:100 000)	Servicio de visualización de la capa de Límites del IGN a escala de 1:100 000	Instituto Geográfico Nacional		<a href="#">Ver dirección</a>	<a href="#">Ver Mapa</a>
Límite Político Administrativo	Servicio web de Visualización de Límite Político Administrativo	Gobierno Regional de Loreto		<a href="#">Ver dirección</a>	<a href="#">Ver Mapa</a>
Área Político Administrativa	Servicio web de Visualización de Área Político Administrativa	Gobierno Regional de Loreto		<a href="#">Ver dirección</a>	<a href="#">Ver Mapa</a>

**Figura 64.** Visualización de plataforma GEOIDEP – Servicios WMS

Fuente: GEOIDEP -Presidencia del Consejo de Ministros

**Detalle de Servicio**

**Tipo de Servicio:** WMS

**URL del Servicio:**  
[http://www.idep.gob.pe:6080/arcgis/services/IDE\\_IGN/LIMITES/MapServer/WMSServer?request=GetCapabilities&service=WMS](http://www.idep.gob.pe:6080/arcgis/services/IDE_IGN/LIMITES/MapServer/WMSServer?request=GetCapabilities&service=WMS)

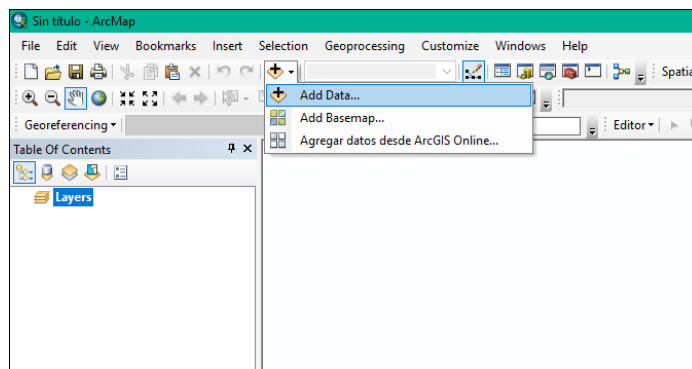
(Copie y pegue el URL en su GIS Desktop o Visor de mapas)

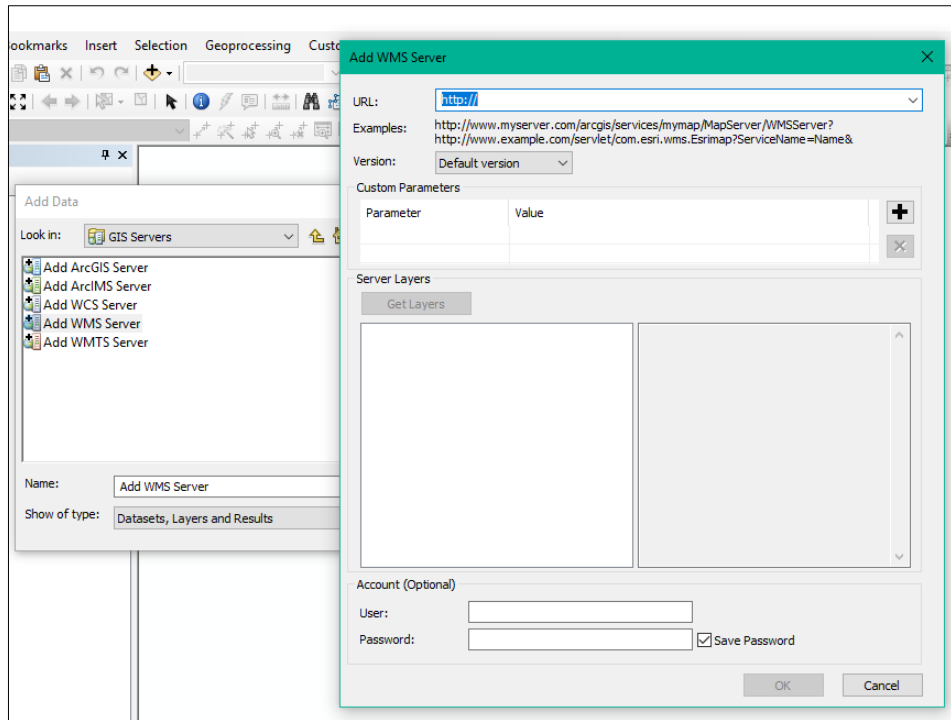
**Figura 65.** Dirección URL del servicio WMS

Fuente: GEOIDEP- Presidencia del Consejo de Ministros

El proceso realizado para la carga de información mediante este tipo de formato, para todos los datos externos (instituciones públicas) fue el siguiente:

Dentro del entorno de ArcMap, en la opción AddData, se ubicó el entorno de GIS Servers, para luego acceder en Add WMS Server.

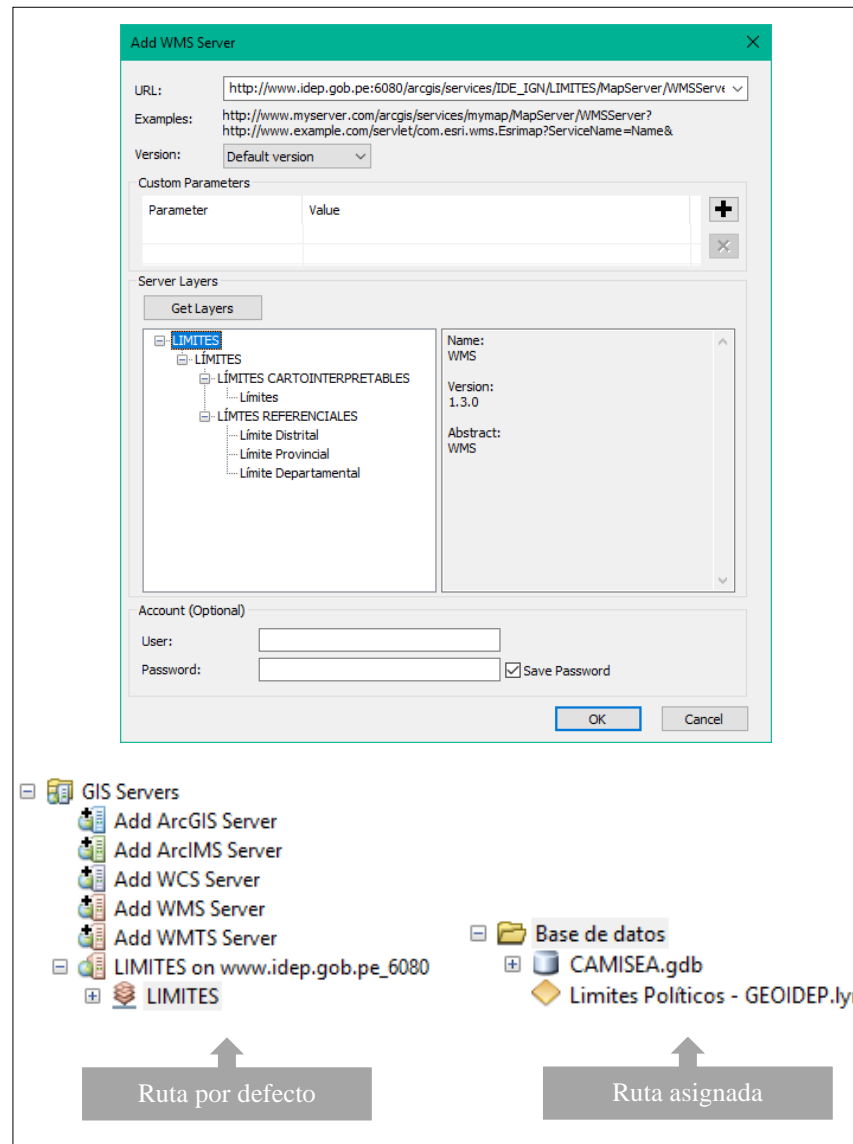




**Figura 66.** Carga de datos de instituciones públicas mediante WMS

Fuente: Elaboración propia en software ArcGIS 10.5

En la ventana que se muestra se ingresaron los servicios URL proporcionados anteriormente en el portal GEOIDEP, para cada tipo de capa. El procedimiento se repitió para toda la información externa añadida. Cuando reconoce el tipo de servicio, se indican las capas que serán incluidas dentro de la carpeta de trabajo, una vez realizado este proceso, se agregó como un *layer* dentro de la carpeta por defecto de ArcMap, por lo que se indicó otra ruta de guardado, en este caso se asignó la ruta en la que se encuentra la *geodatabase*.

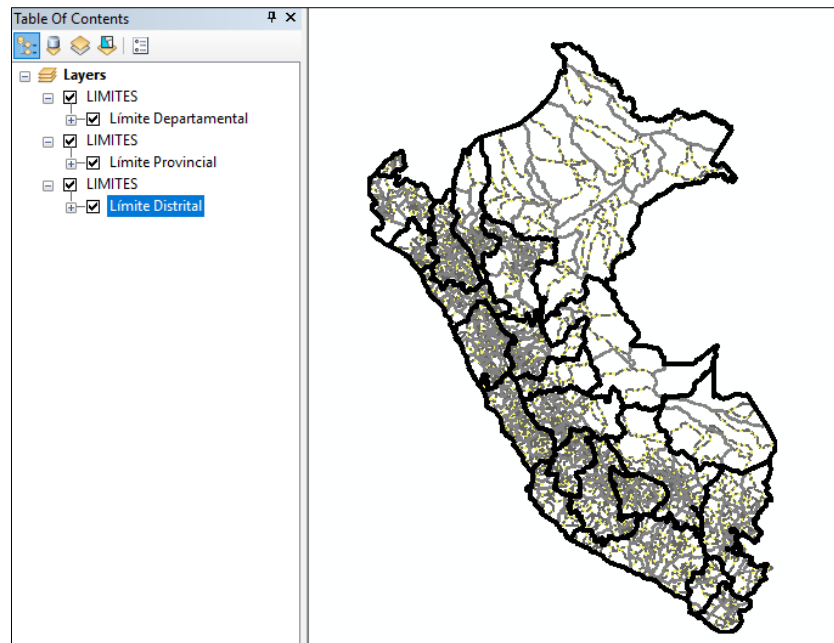


**Figura 67.** Visualización de servicios WMS

Fuente: *Elaboración propia en software ArcGIS 10.5*

Los datos fueron agregados correctamente a la plataforma, para los demás casos, se realizó el mismo procedimiento.





**Figura 68.** Visualización de servicios WMS – Resultado

Fuente: Elaboración propia en software ArcGIS 10.5

Con lo que respecta a la simbología de esta información, no puede ser cambiada por el usuario, ya que se encuentra estandarizada por el *Instituto Geográfico Nacional* en su documentación de “*Catálogo de Objetos y Símbolos*”<sup>38</sup>, por lo que es de carácter oficial según norma N°057-2012-IGN/JEF/OAJ.

Cabe mencionar que si las rutas (direcciones URL) son cambiadas por el administrador de cada institución, no serán visibles en la carpeta de trabajo, por ello es importante realizar un control de datos en un rango de tiempo determinado. Si se presenta este inconveniente, la solución es volver a cargar el servicio WMS con la nueva ruta URL y reemplazar el servicio.

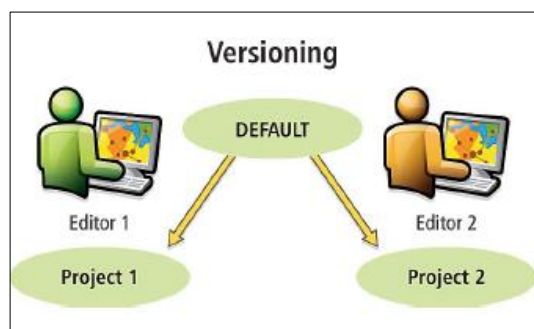
<sup>38</sup> Catálogo de objetos y símbolos para la producción de cartografía básica – Especificaciones técnicas para la producción de mapas topográficos a escala de 1:100000, 1ª edición, Agosto 2005

#### 4.3.4. Almacenamiento

Una vez importada la información mediante las planillas en Excel a la base de datos utilizando el *software* ArcGIS v10, se incorporaron también, cada uno de los *feature class* dentro de la *geodatabase*.

El almacenamiento consistió, como su propio nombre lo dice, en guardar todos los datos y su información o atributos, dentro de la *geodatabase*. Toda la información que se registró previamente en las planillas está acorde al tipo de datos a manejar o agrupada por áreas, de esta manera se garantizó la calidad de los datos.

A toda la información agregada a la *geodatabase* tendrá asignado, se le asignó el sistema de coordenadas planas que corresponde al Perú: UTM WGS 84, en la zona 18 sur, dado que la ubicación del proyecto Camisea desarrolla sus actividades en esa región cartográfica. Una vez validada la información añadida a la base de datos, se continuó con la etapa de Versionamiento<sup>39</sup> en donde se consolidó una sola base de datos como *Default*.



**Figura 69.** *Versionamiento de una base de datos o geodatabase*

Fuente: Elaboración propia en software ArcGIS 10.5

<sup>39</sup> Vista de la geodatabase que compartimentaliza las ediciones. Las versiones permiten que usted y otros usuarios que estén conectados a la misma versión vean los cambios que usted realiza. Los usuarios conectados a otras versiones no verán los cambios hasta que los concilie y los publique en una versión anterior. <http://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/manage-data/geodatabases/an-overview-of-versioning.htm>

Este procedimiento permite que, a futuro, cuando se decida colocar la base de datos geográfica mediante servidores incorporados dentro de la compañía, se pueda editar la misma base de datos por distintos usuarios a la vez. Tanto el ingreso de datos como el almacenamiento de información georreferenciada, se realiza teniendo en cuenta las pautas de normalización de una estructura en un sistema de información, según lo señalado anteriormente en la etapa de construcción de la *geodatabase*; por esta razón, es responsabilidad del administrador que el éxito del funcionamiento del SIG dependa únicamente en mantener la información actualizada.

#### **4.3.5. Análisis preliminar de los resultados de la investigación**

Con los datos cargados a la *geodatabase*, se realizaron las pruebas de integridad de los datos, errores de funcionamiento y de carga de la información en los *dataset* para comprobar el correcto funcionamiento del sistema, dichas pruebas resultaron satisfactoria. Se tomaron en cuenta tres aspectos:

- Llamado a cada tipo de método de acceso a la *geodatabase* con información real: datos válidos e inválidos.
- Revisión de las tablas de atributo de cada una de las capas o *feature class* en las que se hicieron las pruebas para inspeccionar si han sido debidamente llenadas con los datos.
- Revisión de los resultados mediante servicios de capas temáticas.

#### **4.3.6. Procesamiento de la información**

El procesamiento de la información dependerá de las consultas específicas que se hagan en la base de datos, es decir, este proceso se encuentra aislado a la vista del usuario final, ya que se trata de geoprocesamientos dentro del

*software* ArcGIS, por lo que no son visibles a nivel de consulta, sólo quedan como procesos de lenguaje de programación a través de Python<sup>40</sup>.

```
Python
>>> arcpy.Intersect_analysis(['Geology #;StationSeries #;ControlPointPDC #', r'C:\Users\karen\Documents\ArcGIS\Default.gdb\Geology_Intersect', 'ALL', '#', 'INPUT'])
```

**Figura 70.** *Geoprocesos mediante Python*

*Fuente:* Elaboración propia en software ArcGIS 10.5

Para el trabajo de investigación, el procesamiento de la información fueron las consultas específicas para la elaboración de los mapas, es decir se agregó a la interfaz de ArcMap todos los *feature class* de cada una de las amenazas para la elaboración de los mapas finales.

#### **4.3.7. Salida de datos y/o información**

Luego de haber realizado un proceso de validación y normalización de toda la información ingresada a la base de datos geográfica, almacenarla y procesarla, la salida de datos corresponde al entregable que es el resultado de todo el ciclo de implementación del Sistema de Información Geográfica, según la consulta que se tenga. Dentro de la generación de productos se encuentran los reportes en formato Excel, mapas temáticos, modelamientos, etc. Para este caso, se elaboraron 9 mapas (para cada una de las amenazas) en formato A3 en el que se visualizan las variables generadoras del riesgo y por ende de la amenaza. La simbología utilizada se encuentra alineada a los parámetros indicados por OSINERGMIN en su *Norma que establece disposiciones aplicables a los*

---

<sup>40</sup> Python se extiende a través de ArcGIS y se convierte en el lenguaje para análisis de datos, conversión de datos, administración de datos y automatización de mapas, lo que ayuda a aumentar la productividad

*manuales de diseño, construcción, operación y mantenimiento y de seguridad del sistema de distribución de gas natural*<sup>41</sup>

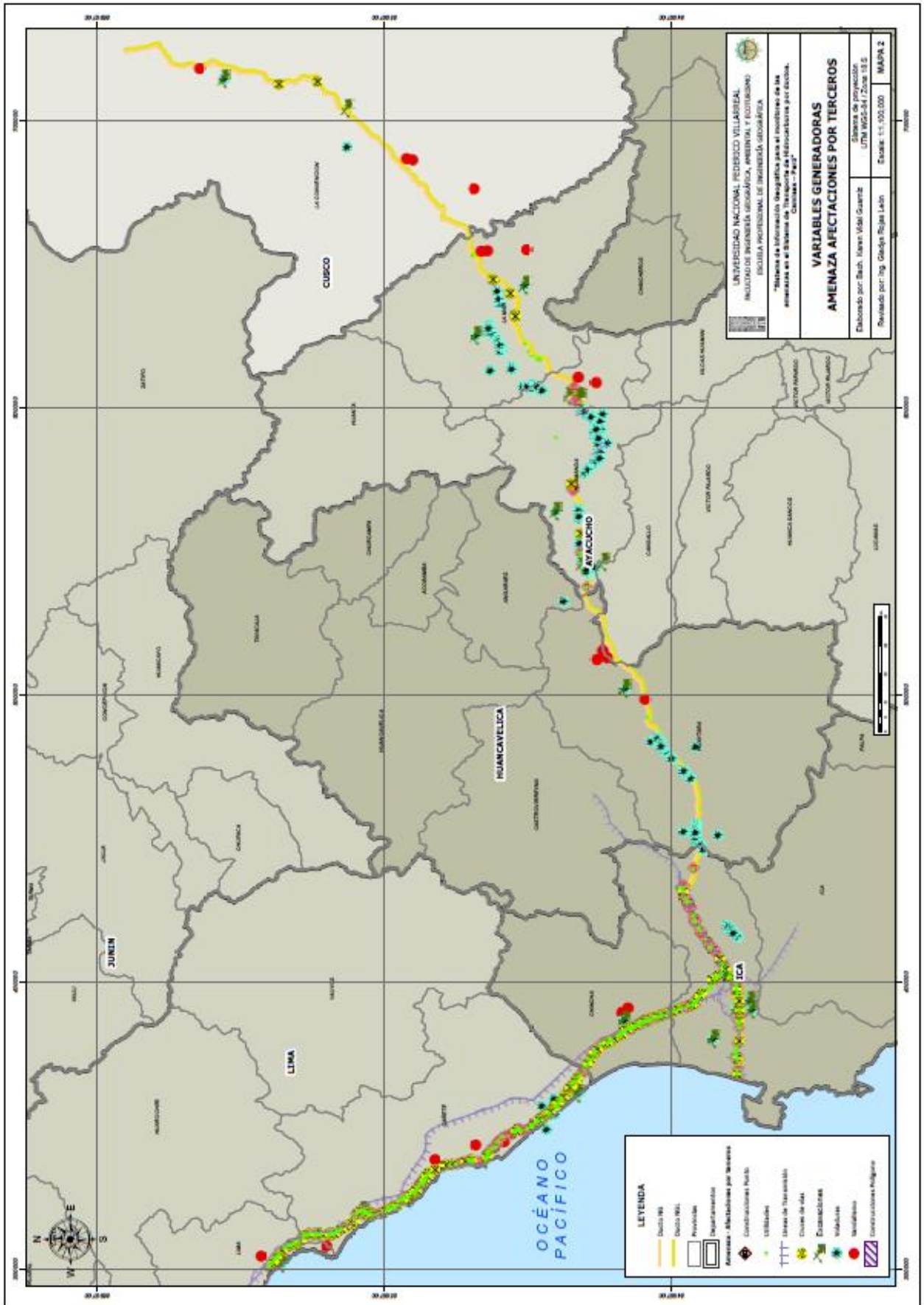
#### **4.3.8. Elaboración de mapas finales**

La salida de información contempló la elaboración de nueve mapas en ArcMap y el resultado final fue su representación en formato PDF, representando a cada una de las amenazas que afectan la integridad en el transporte de hidrocarburos, dichos mapas fueron los siguientes:

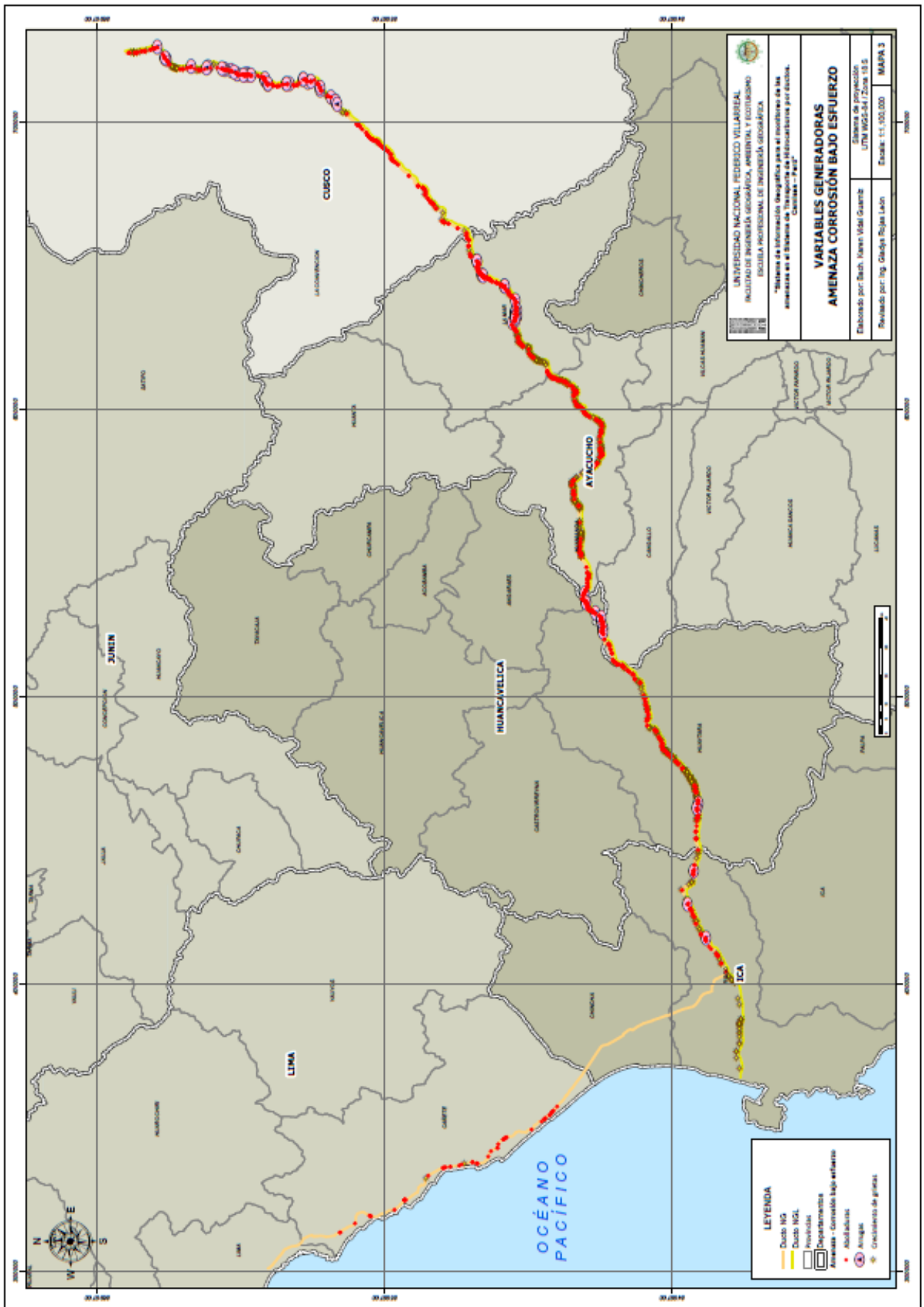
- Mapa 2: Amenaza Afectaciones Por Terceros
- Mapa 3: Amenaza Corrosión Bajo Esfuerzo
- Mapa 4: Amenaza Corrosión Externa
- Mapa 5: Amenaza Corrosión Interna
- Mapa 6: Amenaza Defectos Construcción
- Mapa 7: Amenaza Defectos Fabricación
- Mapa 8: Amenaza Fallas En Equipos
- Mapa 9: Amenaza Fuerzas Externas
- Mapa 10: Amenaza Operaciones Incorrectas

---

<sup>41</sup> Resolución de Consejo Directivo – Organismo supervisor de la inversión en energía y minería OSINERGMIN N°289-2015-OS/CD <https://busquedas.elperuano.pe/download/url/aprueban-norma-que-establece-disposiciones-aplicables-a-los-resolucion-no-289-2015-oscd-1327244-1>

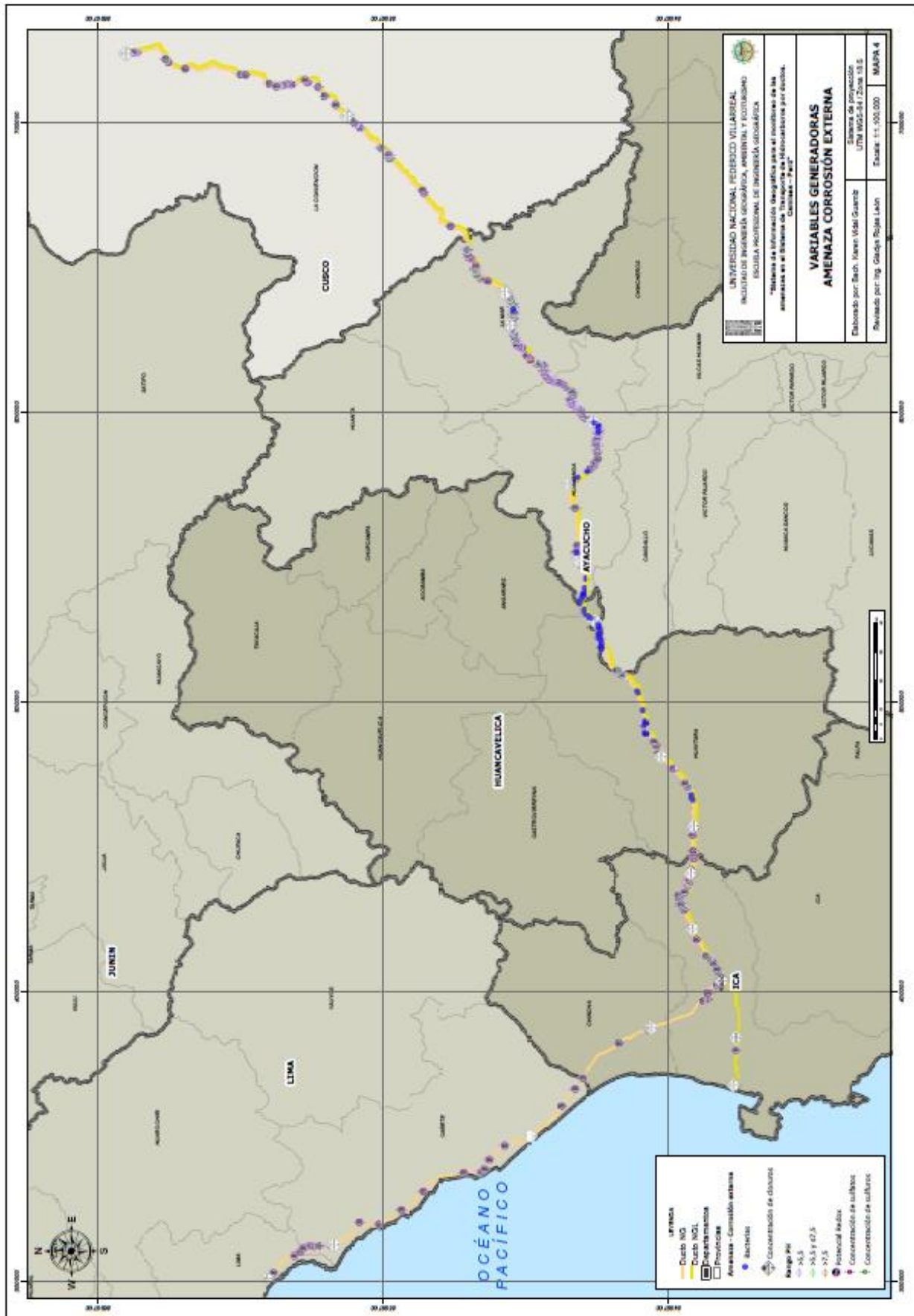


Mapa 2. Ubicación de las variables generadoras de la Amenaza Afectaciones por terceros  
 Fuente: Elaboración propia



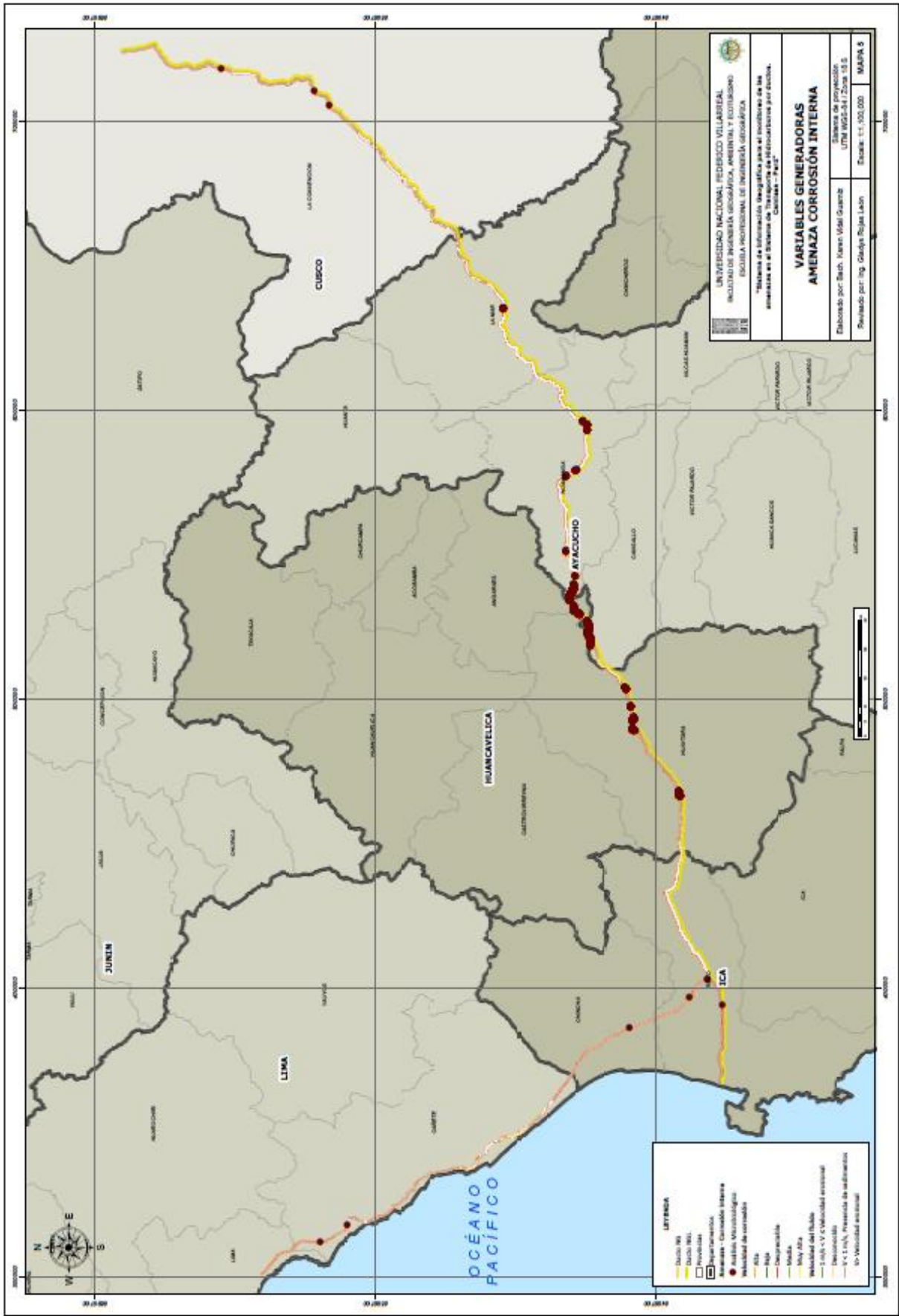
Mapa 3. Ubicación de las variables generadoras de la Amenaza Corrosión bajo esfuerzo  
 Fuente: Elaboración propia



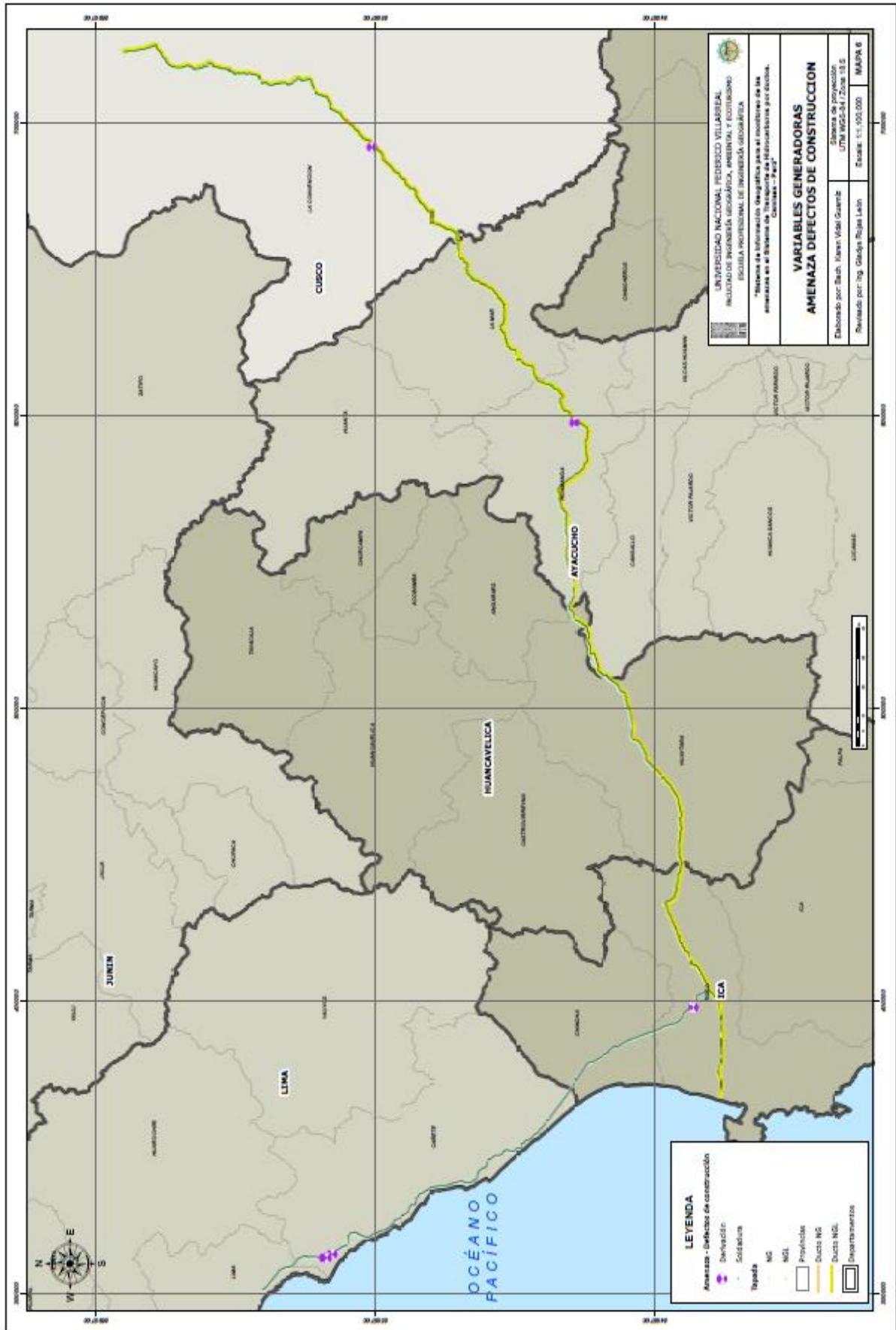


Mapa 4. Ubicación de las variables generadoras de la Amenaza Corrosión externa  
 Fuente: Elaboración propia

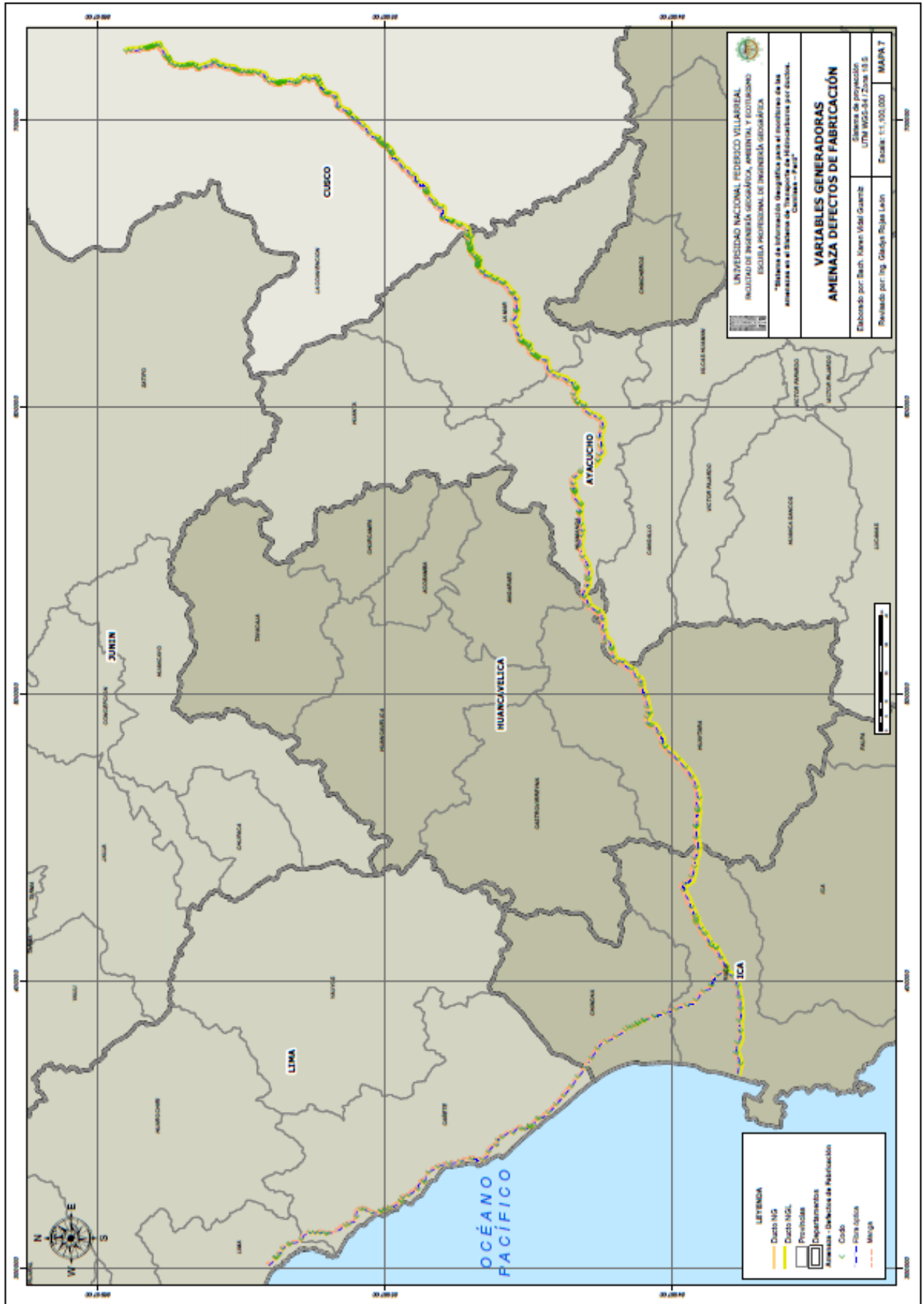




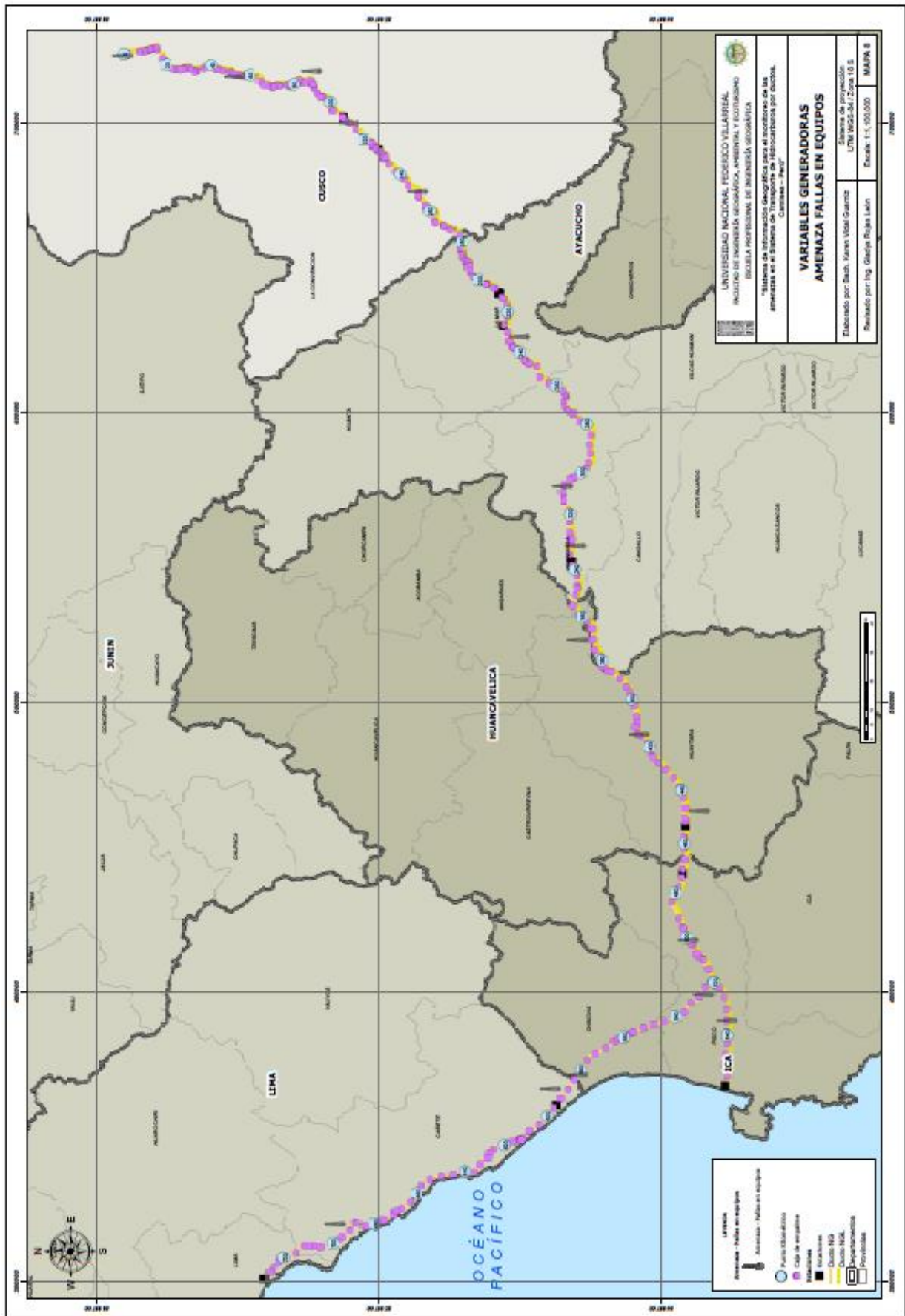
Mapa 5. Ubicación de las variables generadoras de la Amenaza Corrosión interna  
 Fuente: Elaboración propia



Mapa 6. Ubicación de las variables generadoras de la Amenaza Defectos de construcción  
 Fuente: Elaboración propia

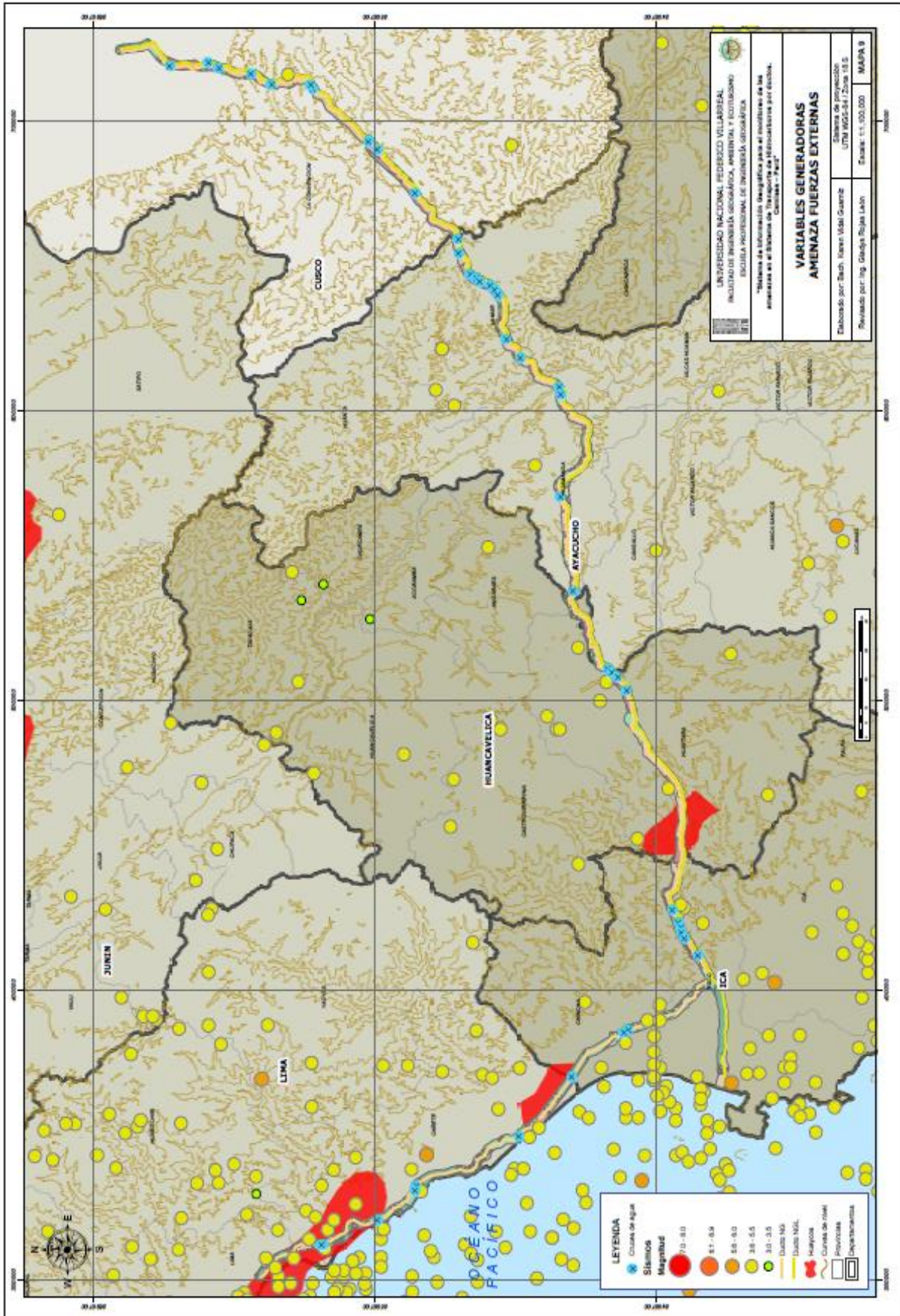


Mapa 7. Ubicación de las variables generadoras de la Amenaza Defectos de fabricación  
 Fuente: Elaboración propia

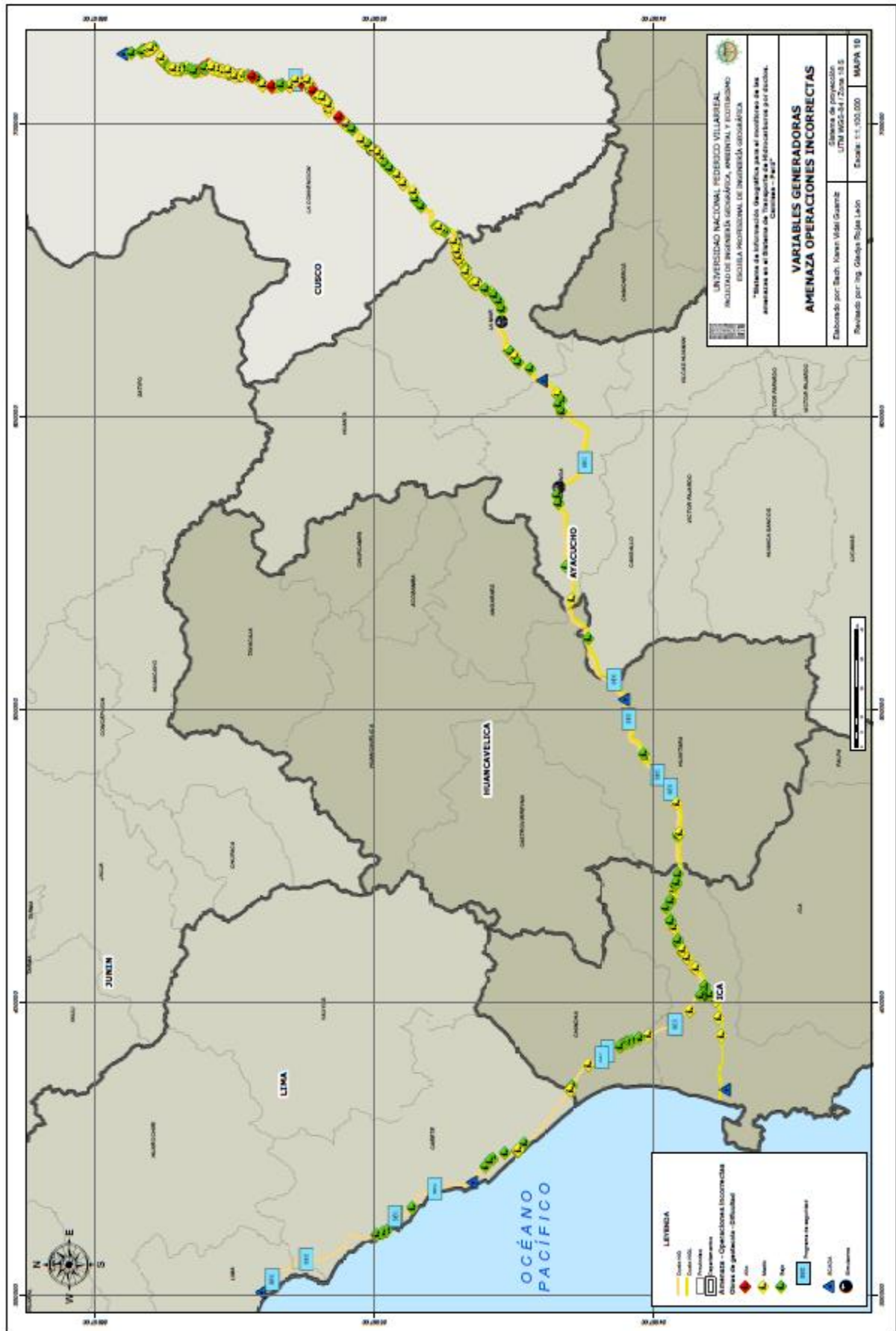


Mapa 8. Ubicación de las variables generadoras de la Amenaza Fallas en equipos  
Fuente: Elaboración propia





Mapa 9. Ubicación de las variables generadoras de la Amenaza Fuerzas externas  
 Fuente: Elaboración propia



Mapa 10. Ubicación de las variables generadoras de la Amenaza Operaciones incorrectas  
 Fuente: Elaboración propia

## 4.3.9. Prueba de errores y mantenimiento del sistema

### 4.3.9.1. Prueba de errores

Al igual que en el caso del análisis preliminar de los resultados de la investigación, se realizaron nuevamente pruebas para comprar la integridad de los datos, posibles errores de funcionamiento que no hayan sido subsanados en la etapa anterior y la carga de la información en todos los *dataset* para comprobar el funcionamiento final del sistema de información geográfica. Las mencionadas pruebas resultaron satisfactorias, tomando en cuenta nuevamente tres aspectos:

- Llamado a cada tipo de método de acceso a la *geodatabase* con información real: datos válidos y finales.
- Revisión de las tablas de atributos de todos los *feature class*, que ya manejan información final.
- Revisión de los resultados finales, mediante servicios de capas temáticas y la elaboración de los mapas finales para presentación y lo que el usuario final crea conveniente.

### 4.3.9.2. Mantenimiento del sistema

Para que un sistema de información geográfica funcione y se aproveche al máximo su funcionalidad, es necesario que toda la información dentro de él se encuentre actualizada constantemente. Según el tipo de dato que se maneje, se debe establecer un rango de tiempo determinado para cargar o reemplazar la data a un estado actualizado. Es necesario que el personal encargado de administrar cualquier *geodatabase* se encuentre capacitado para realizar este procedimiento, junto con el manejo de *software* especializado para llevar a cabo la tarea.

#### **4.3.10. Factibilidad y viabilidad del modelo planteado**

El trabajo constante, progresivo y continuo, teniendo en cuenta las características especiales de la información que se usó, además de los procesos de actualización fueron el principal activo, por ello su efectividad depende del tipo y calidad de datos ingresados y la inversión para la creación del modelo de datos, la cual no representa gastos de producción elevados.

La fuente de información fue obtenida de modo libre (portales de web de datos de libre descarga y/o consulta), la licencia con la que se trabajó el modelo, fue obtenida mediante una licencia de estudios (de bajo costo) pero si se desea realizar esta aplicación a modo empresarial, es necesario que se adquieran todos los recursos necesarios, como *hardware* y *software*, para su implementación; la estructura de la información que fue determinada por el Manual de ARPEL, consideró las nueve amenazas que afectan la integridad de los ductos en el sistema de transporte de hidrocarburos, por lo que, si se plantea implementar este modelo, se debería hacer un estudio general del caso, tal cual como se ha realizado en el presente proyecto de investigación

Analizado el caso, el proyecto ha sido factible y viable porque ha podido ser implementado de manera exitosa tomando en cuenta desde el inicio las posibilidades y probabilidades de su ejecución.



## V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 5.1. Analizar y representar el procedimiento de identificación de las amenazas y sus variables en el sistema de transporte de hidrocarburos por ductos del proyecto Camisea.

El diseño resultante está aplicado con parámetros de gestión empresarial, en donde se tomó en cuenta los procedimientos para relacionar los datos e información con el objetivo de lograr indicadores que ayuden a la correcta gestión, representando relaciones técnicas y operativas del proyecto y por ende de la empresa que lo opera y respondiendo a las obligaciones del negocio. Se consideró un enfoque holístico a comparación de los antecedentes, ya que el trabajo no sólo se centró en la implementación del sistema de información geográfica para la gestión de las amenazas sino también, se agregaron datos públicos de las principales instituciones que hacen que todo el sistema funcione como un todo en un ciclo de retroalimentación constante, no solo aprovechando los recursos que involucra tener la información en un repositorio, sino también para la ejecución de cualquier proceso.

Según lo que mencionan Tovar, G. y Ballesteros, M (2015) su implementación se basó en el modelo APDM (ArcGIS Pipeline Data Model), modelo generado por ESRI, el cual resulta beneficioso para su aplicación, siempre y cuando, se establezcan las técnicas para su reestructuración, ya que dicho modelo está enfocado en datos lineales mas no espaciales, y por ende, no toman a las amenazas como prioridad, sino como elementos aislados que solo serán importantes o reconocidos si están relacionados como objetos “online” es decir, relacionados directamente con el ducto. Por eso, en el presente trabajo de investigación se consideró a cada amenaza como un grupo de información único, representado por

*features dataset* que se componen a su vez por *feature class* clasificados por su tipo de geometría.

Uno de los aportes fundamentales del trabajo de investigación, es la forma en la que se organiza la información, trabajando en armonía ciencias como la Geomática (Sistemas de Información Geográfica) y Gestión de Empresas (Sistemas de Información Gerencial) teniendo como punto de encuentro la búsqueda de comportamientos espaciales que sostienen la toma de decisiones.

Analizada la información de entrada (cartografía base, datos de campo) se halló que gran parte de estos datos no se encontraban normalizados ni adecuados a lo establecido en la etapa de recolección de información, por lo que fue necesario trabajar con cada tipo de capa para que se establezcan los requerimientos para su carga a la base de datos geográfica. La presentación del resultado final del modelo de datos (*geodatabase*) está soportado en formato .gdb dentro del entorno de ArcMap, toda la descripción de cada uno de sus atributos, tipo de capa, geometría, dominios, etc., serán mostrados en la sección de Anexos, donde por cada *feature class* se presentará una hoja de Excel con su información, que corresponde al diccionario de datos.

Asimismo, previo a la carga de datos del proyecto, se realizaron las conexiones a los enlaces URL de los servicios WMS de la información complementaria, los cuales se encuentran detallados en Anexos.

La existencia y razón de ser de esta base de datos geográfica, depende directamente de la presencia de un ducto enterrado que transporte hidrocarburos, ya que las amenazas representadas como *feature data set*, representan realmente lo que ocurre en campo, problemas tanto operacionales como incidencias de terceros y acciones

que pueden alterar o perjudicar su funcionamiento y labor principal, que es el de transportar gas natural hasta el punto principal como es el *City gate*, en donde empieza la distribución para los hogares o empresas.

Cabe mencionar que la estructura es adaptable a cualquier empresa que transporte hidrocarburos bajo ductos enterrados, diferenciándose únicamente en sus características específicas, las mismas, que están estandarizadas según los aportes y documentación de la Asociación de regional de empresas de petróleo y gas – ARPEL.

## **5.2. Diseño del modelo de base de datos para la identificación de las amenazas en el sistema de transporte de hidrocarburos por ductos del proyecto Camisea que ermita la implementación de un sistema de información geográfica.**

El diseño del modelo de base de datos elaborado, fue de tipo relacional, el cual vincula toda la información del proyecto Camisea, que ha sido recopilada y manipulada de manera tabular (alfanumérica) y vectorial (espacial) durante el desarrollo del proceso de la identificación de las amenazas en el sistema de transporte de hidrocarburos por ductos del proyecto Camisea para los años 2016 – 2017, del cual se obtuvo la información y de la que se asegura su confiabilidad y validación, que pueda ser llevada a procesos de análisis posteriores o como fuente de información comparativa o preventiva. Esto coincide con lo que menciona Fernández, *et al.* (1997) y Escalante, *et al.* (2000), con respecto a lo importante que es diseñar una base de datos geográfica que asegure la integridad de la información, la misma que debe ser de tipo relacional para asegurar la interacción entre todos los elementos del sistema en procesos de análisis, procesamiento y ejecución tal como lo indica nuevamente Escalante, *et al.* (2000).

Asimismo, Fernández, *et al.* (1997) y Otaña, *et al.* (2006) coinciden en que una base de datos, debe contar con las bases de validación primordiales y necesarias como registros históricos, documentos, datos tabulares o fotografías, que permitan que la información sea transferible y confiable.

Para el trabajo de investigación desarrollado, se empleó el software ArcGIS, que maneja un tipo de base de datos que es compatible con Microsoft Access como lo indica Otaña *et al.* (2006), por lo que, podrá ser consultada por cualquier *software* que sea capaz de leer este tipo de extensión de base de datos, sin embargo la capacidad que tienen (tamaño) las bases de datos de tipo MDB es pequeña a comparación de las del tipo GDB, es por eso que para el presente proyecto de investigación se desarrolló en formato GDB con una capacidad de 2 *gigabytes* lo que permitió la carga de la información necesaria, si a futuro, el modelo implementado es requerido por una empresa, la misma tendrá que configurar servidores de comunicación para que interactúe en armonía junto con la *geodatabase* y pueda almacenar mayor cantidad de información. Asimismo, la flexibilidad que presenta los diseños de bases de datos del tipo MDB/GDB hacen que puedan ser adaptados o implementados en cualquier plataforma.

### **5.3. Implementación del sistema de información geográfica para la identificación de las amenazas en el sistema de transporte de hidrocarburos por ductos del proyecto Camisea.**

Se diseñó e implementó un sistema de información geográfica para la identificación de las amenazas en el sistema de transporte de hidrocarburos por ductos del proyecto Camisea, tomando como base los datos recolectados entre el período 2016 – 2017, como una herramienta que garantiza la eficacia y eficiencia de la

interacción entre todos los elementos del sistema en las diferentes etapas y/o procesos realizados, que desembocan en la utilización del modelo de datos implementado por parte del usuario final. Esta dinámica de movimiento constante de la información, como el ingreso, procesamiento, análisis y salida de datos (retroalimentación) son los puntos fuertes del sistema, velando siempre por la integridad de los datos y la mejora continua.

Según Otaya *et al* (2006), Mejía (2011) y Escalante *et al* (2000), la implementación de un SIG permite la manipulación de los datos de forma controlada, para el análisis e interpretación que cada usuario pueda darle, optimizando la gestión a partir de la toma de decisiones.

De este modo, Rodríguez (2011) y ARPEL (2015) indican que el inadecuado manejo de la información dentro del sistema de transporte de hidrocarburos perjudica gravemente la correcta gestión de integridad del sistema en general, ya que independientemente de la legislación peruana que regula la implementación de un sistema de gestión de integridad, incluyendo la aplicación del sistema de información geográfica, permite tener un inventario que incluye la localización espacial de todos los elementos que forman parte del transporte de hidrocarburos y que además de ser información confiable y verídica porque es propio del proyecto, permita su evaluación y adopción para toma de decisiones. Todo lo mencionado anteriormente ya viene siendo ejecutado en otros países de la región según lo mencionado por ARPEL (2015), implementando sistemas integrados de gestión de la información de las amenazas que afectan la integridad de los ductos, pero que, a criterio propio, aún no cuentan con el enfoque global: gestión de procesos y modelamiento espacial.

Con todo lo expuesto, un sistema de información geográfica es la herramienta tecnológica que permite el adecuado manejo de los recursos: información, tiempo y costos. Asimismo, asegura la calidad de los datos y su dinámica en cada una de las etapas y/o procesos para la identificación de las amenazas y sus variables en el sistema de transporte de hidrocarburos por ductos, como muestra de ellos se presenta una tabla resumen:

**Tabla 17.** *Comparativa de ejecución de procesos*

Etapa	Tarea	Sin SIG	Con SIG
Análisis	Revisión de antecedentes	Revisión de información	Revisión de los datos y verificación de consistencia espacial (ubicación)
	Análisis para la identificación de las amenazas y sus variables	Análisis de información sin datos espaciales de diversas fuentes	Análisis de información geoespacial del proyecto
	Definición de plan de trabajo	Definición de recursos sin criterio espacial	Definición de criterios espaciales, para la optimización de los tiempos de ejecución
Implementación	Registro de información	Búsqueda de coordenadas y referencias	Diagramas, diccionario de datos y árbol lógico
		Registro de información de forma manual, sin uso de tecnología	Revisión y registro de información de fuente externa como servicio agregado WMS Registro de los datos mediante modelos contruidos para optimizar recursos
Monitoreo de resultados	Revisión y elaboración de informes	Revisión de archivos para la documentación final	Revisión de resultados y análisis espacial
		Cuadros resultantes de la implementación	Elaboración de mapas finales

*Fuente:* Elaboración propia

## VI. CONCLUSIONES

1. El proceso de diagnóstico e identificación de las amenazas del sistema de transporte de hidrocarburos, se realizó mediante un análisis espacial y de contenido, comparando la información existente de otras investigaciones que aplicaban un método de apoyo para la gestión y planificación de datos para resultados concretos. Se logró identificar, clasificar, normalizar y homogeneizar datos de distintas fuentes de información secundarias, propias del proyecto Camisea e información de instituciones gubernamentales, viéndose reflejado este resultado en las salidas de información: mapa de las amenazas y sus variables, además de gráficos, tablas, diagramas, informes, etc; generando un grupo de resultados, que sirven para su representación cartográfica.

2. Como consecuencia del análisis de la información se identificó el tipo de sistema de información geográfica a implementar, fue una *geodatabase* que brindaba todas las condiciones necesarias para almacenar los datos espaciales, así como tabulares, siendo estas capas de información espacial, estandarizadas en el sistema espacial de referencia: Universal Transversal de Mercator UTM, WGS84, zona 18 sur, donde el proyecto Camisea se encuentra ubicado.

Para la concepción de la *geodatabase* se estableció la creación del diseño preliminar en sus 3 componentes (conceptual, lógico y físico) para posteriormente realizar la etapa del modelamiento, que repite los 3 componentes mencionados, pero agregando el modelo cartográfico, que incluía todos los datos en el repositorio de información. Para el modelo conceptual, se automatizaron las tareas de análisis para la categorización de la información, en el modelo lógico se definieron los parámetros de funcionamiento de la *geodatabase* permitiendo

posteriormente, su ejecución en el modelo físico, que es netamente la creación de la *geodatabase*, identificando los elementos del sistema.

3. Luego del diagnóstico se determinó el tipo de información a ser integrado al sistema de información geográfica, compuesta por las 9 amenazas que afectan la integridad de los ductos en el sector hidrocarburos y las 42 variables generadoras de las mismas, esto fue posible gracias al acceso de las fuentes secundarias de información de la operación Camisea que manejan instituciones como Perupetro y Osinergmin que son de acceso público, así mismo se conoció como tenían estructurada su información, de esta forma con los datos conocidos se generaron plantillas para la carga de los mismos a la *geodatabase*, además de un diccionario de datos que contiene todas las características del sistema para cada uno de los *dataset*.

La implementación fue generada a partir del “*Manual de referencia Arpel para la gestión de integridad de ductos*”, que indica qué tan necesario e importante es contar con un SIG en empresas del rubro de hidrocarburos. La *geodatabase* implementada cuenta con la cartografía base del entorno, y la identificación de las variables con sus características principales: su nivel de riesgo, susceptibilidad, ubicación espacial, etc., y es representado alfanuméricamente bajo un modelo relacional (atributos) y gráficamente bajo el modelo físico, que permite su visualización en el *software* ArcGIS. Asimismo, se complementa con un repositorio documental, denominado diccionario de datos, que valida la información y le da confidencialidad.

Cabe mencionar que la información del proyecto de Camisea representa el 76.2% del total de componentes dentro de la *geodatabase*.



La información de carácter externo, fue agregada mediante archivos *Web Map Service* (WMS) extraídos de 6 instituciones públicas involucradas en el proyecto como: ANA, SENAMHI, INGEMMET, SERNANP, MTC e INEI. Se optó por este tipo de extensión, porque si alguno de los organismos realiza cambios en su información la misma se verá reflejada automáticamente en la *geodatabase* implementada.

4. Como producto de la implementación se ha visto que la organización de la información para cada una de las amenazas ha sido positiva y de suma importancia al incluir componentes integrados de registro e ingreso de datos, procesamiento, análisis de la información para la gestión de los mismos y su representación en mapas, informes, tablas, datos estadísticos, etc., que son gestionados por diversos tipos de usuarios que consultarán según su área de interés. Se optimizaron tiempos en actividades de consulta y gestión de información en aproximadamente 80%, reduciendo las horas/hombre invertidas antes de la implementación.

La implementación es crucial en la toma de decisiones donde se requiere datos actualizados y ubicados en el espacio geográfico, pero sobre todo manteniendo la calidad de los mismos, ya que regularmente, entes gubernamentales fiscalizadores como OSINERGMIN y OEFA, supervisan la operación y mantenimiento del sistema de transporte de hidrocarburos por ductos, además del entorno por donde va su recorrido, requiriendo datos oportunos y veraces, junto con data histórica que permita evaluar la condición de la operación a través del tiempo. El SIG, incluye componentes integrados para el registro, procesamiento y análisis de la información que mejora la gestión de los datos para la ejecución de procesos como presentación de mapas, estadísticas, informes, etc., que pueden ser consultados por distintos tipos de usuarios según sus solicitudes.

## VII. RECOMENDACIONES

1. Continuar con investigaciones y trabajos de aplicación que contribuyan a la mejora del diseño planteado, ya que existen pocos trabajos de implementaciones SIG en el sector hidrocarburos, que sean específicos y gestionen directamente toda la información relevante y secundaria del sistema de transporte por ductos. La implementación presentada es un modelo a gran escala porque contempla todo el tramo del gasoducto del Proyecto Camisea, por lo que se sugiere para futuras investigaciones analizar más a detalle cada una de las amenazas y agregar o modificar, si es que existiesen, elementos en el modelo.
2. Se sugiere que exista un periodo de actualización, donde se evalúe y se detecte qué información está faltando o cuál es necesaria verificar en campo, actualizarla o modificarla, ya que de esta forma se garantiza el correcto funcionamiento de la *geodatabase*, tanto para el operador encargado de administrarla, como para el usuario que lo consulta.
3. Se aconseja que cualquier empresa que requiera la implementación de este Sistema de Información Geográfica, lo realice bajo los parámetros establecidos de *hardware* y *software*, por la seguridad que esto demanda, comprando *software* licenciados (de pago y mantenimiento de licencia anual) para evitar posible pérdida de información. Ya que, la implementación de esta *geodatabase* ofrece la ventaja de limitar el consumo de tiempo requerido para la construcción del modelo de datos conceptual, lógico y físico porque se tomó en consideración todo lo especificado por ARPEL para su implementación en el proyecto Camisea, pero puede ser modificada para su desarrollo en otras empresas u organizaciones que operen hidrocarburos bajo ductos enterrados, ya que es de uso dinámico y permite añadir mayores funcionalidades en su entorno.

4. Como complemento, se puede considerar añadir a la investigación, herramientas *desktops* que permitan la extensión de la aplicación SIG, mediante lenguaje de programación Python, en el cual se desarrolla ArcGIS, para generar procesos automatizados en la carga de los datos de forma mucho más rápida y sencilla. Incluso se plantea que el diseño desarrollado en la investigación pueda llevarse a un entorno WebMap / WebGIS, que permita la consulta masiva de múltiples usuarios, para evitar la instalación de licencias en cada computadora, porque demandaría mayores recursos económicos

## VIII. REFERENCIAS

- ARONOFF, S. (1989) *Geographic Information Systems: A Management Perspective*. Ottawa: WDL Publications
- ASOCIACIÓN REGIONAL DE EMPRESAS DEL SECTOR PETRÓLEO, GAS Y BIOCOMBUSTIBLES EN LATINOAMÉRICA Y EL CARIBE -ARPEL (2011). *Manual de referencia ARPEL para la gestión de la integridad de ductos* (1.ª ed.) Recuperado de <https://arpeel.org/media/apps/library/339/files/ductos.pdf>  
<https://es.scribd.com/document/222776775/Manual-de-Referencia-Arpeel>
- BURITICA, G. F. (1994) *Los sistemas de información geográfica y su implantación en la organización. Caso de estudio: Sistema Georreferenciado de información cafetera del Comité de Cafeteros de Caldas (SICA)*. Cenicafé. Recuperado de: <http://orton.catie.ac.cr/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=CAFE.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=001272>
- CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL CENTRO DE ANTIOQUIA – CORANTIOQUIA (2004). *Normas para la adquisición, manejo y procesamiento de información espacial*. (1.ª ed.) Medellín.: La Serena
- DAMMERT, A., GARCIA CARPIO, R., & VÁSQUEZ CORDANO, A. (2006). *Los efectos económicos del proyecto Camisea en el Perú, 2005-2014* (No. 14). Osinergmin, Gerencia de Políticas y Análisis Económico.
- ESCALANTE T., LLORENTE J., ESPINOSA D., y SOBERÓN J. (2000). *Bases de Datos y Sistemas de Información: Aplicaciones en Biogeografía*. Rev. Acad., Colombia.
- ESRI PRESS (2006) *Projected and geographic coordinate systems: ¿What is the difference?*, A to Z GIS.

- ESRI (2008) *City of Loveland & Environmental Systems Research Institute Local Government Data Model*. Recuperado de <http://support.esri.com/index.cfm?fa=downloads.dataModels.filteredGateway&mid=33>
- ESRI. (2015). *Información general sobre las geodatabases*. Recuperado de <http://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/manage-data/geodatabases/what-is-a-geodatabase.htm>.
- F. FERNÁNDEZ, R. MENÉNDEZ y J. MARQUÍNEZ. (1997). *Aplicación de un sistema de información geográfica en la cartografía temática y clasificación geomorfológica de los sistemas fluviales en Asturias*. pp 120, Dpto de Geología.Universidad de Oviedo. Independencia, España. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/263403096\\_Aplicacion\\_de\\_un\\_sistema\\_de\\_informacion\\_geografica\\_en\\_la\\_cartografia\\_tematica\\_y\\_clasificacion\\_geomorfolologica\\_de\\_los\\_sistemas\\_fluviales\\_en\\_Asturias](https://www.researchgate.net/publication/263403096_Aplicacion_de_un_sistema_de_informacion_geografica_en_la_cartografia_tematica_y_clasificacion_geomorfolologica_de_los_sistemas_fluviales_en_Asturias)
- GATRELL, A.C. (1991) *Concepts of space and geographical data en Maguire, D.J.; Goodchild, M.F. Rhind, D.W. (Eds.) Geographical Information Systems: Principles and Applications*. pp. 119-134. Recuperado de [www.wiley.co.uk/wileychi/gis/resources.html](http://www.wiley.co.uk/wileychi/gis/resources.html)
- GLADSTONE, B. (1999) *Geological Hazards: Their assessment, avoidance and mitigation*. E & FN Spon, London
- INGEGI -Instituto Nacional de Estadística y Geografía-. (2000). *Base de Datos Geográficos - Modelo de Datos Vectoriales*. Ciudad de México: INEGI.
- LAW, D. (2007) *A review of design and key features for GIS managers and database administrators. Enterprise Geodatabase 101*. The Magazine for ESRI Software USERS. ESRI Product Management. Vol. 10, No. 1
- LO, C. P., YEUNG, Albert K.W (2007). *Concepts and techniques of geographic information systems*. 2ª ed. New Delhi.Prentice-Hall. 532 p.

- LONGLEY, P., GOODCHILD, M., MAGUIRE, D., RHIND, D., y SONS (2005). *Geographical Information Systems and Science* (2ª.ed).
- MATALLANES, R., QUESADA L., MUÑOZ D., (2015) *Soluciones rápidas a dudas con ArcGIS: Geoprocesos con Model Builder* (Artículo), pp 5. Geofasciculos Proyecto Pandora y Asociación Geoinnova.
- MARTINEZ, G., ZAMBRANO, F., URQUIZO, J. (2010). *Análisis, Diseño e Implementación de un Sistema de Información Geográfica Web Turístico* (tesis de titulación). Escuela Superior Politécnica del Litoral ESPOL, Guayaquil, Ecuador. Recuperado de <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/8686>
- MUGICA, F. (1986). *Sistema de Información Cartográfica*. Revista del Servicio Geográfico del Ejército 62, (Suplemento), pp 5-18.
- NCGIA (1990) *The research plan of the National Center for Geographic Information and Analysis*. International Journal of Geographical Information Systems 3(2): 117
- NEGRETE LÓPEZ, G. A., RODRÍGUEZ ORTEGA, B. (2004) *Arquitectura híbrida de acceso y visualización de datos*. Tesis Licenciatura. Ingeniería en Sistemas Computacionales. Departamento de Ingeniería en Sistemas Computacionales, Escuela de Ingeniería, Universidad de las Américas Puebla. Recuperado de: [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lis/negrete\\_1\\_ga/capitulo2.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lis/negrete_1_ga/capitulo2.pdf)
- OSINERGMIN (2014), *La Industria del Gas Natural en el Perú*
- PASCUAL, A.R (2003), *IDEE: La Infraestructura de Datos Española*, Volumen 86. Madrid, España.
- RAFAEL ANDREU, J. (1996) *La organización en la era de la Información*. Mc.Graw Hill. 2ª ed. Barcelona.

- RODRÍGUEZ AHUMADA, R. J. (2011) *Diseño de un sistema de información gerencial alineado con la orientación estratégica de la empresa para el soporte en la toma de decisiones a nivel estratégico*. Tesis de Grado (Magíster). Bogotá, D.C.-Colombia. Recuperado de:  
<http://www.bdigital.unal.edu.co/6433/1/822050.2011.pdf>
- SANTILLANA J., SALINAS DE SANTILLANA J. (2013) *Ingeniería de procesos en la industria de gas natural y condensados*. Universidad de Wisconsin Madison.
- SINTON, D (1978), *The inherent structure of information as a constraint to analysis: Mapped thematic data as a case study*, Volumen 6, pp 1-17. Universidad de Harvard.
- TOMLINSON, R. (2007) *Pensando en el SIG, Planificación del Sistema de Información Geográfica dirigida a Gerentes* (3ª ed.). New York: ESRI Press
- YAGÜEZ, J.C.D Y LANGHI, R. (2002) *Sistema de Información Geográfica (S.I.G)*. Recuperado de:  
[http://www.inta.gov.ar/barrow/info/documentos/SIG/que\\_es\\_sig.htm](http://www.inta.gov.ar/barrow/info/documentos/SIG/que_es_sig.htm)

## **IX. ANEXOS**

**Anexo N° 01.** Diseño lógico de la base de datos geográfica o *geodatabase*

**Anexo N° 02.** Diagrama general de la base de datos

**Anexo N° 03.** Diccionario de base de datos

**Anexo N° 04.** Listado de dominios de la base de datos

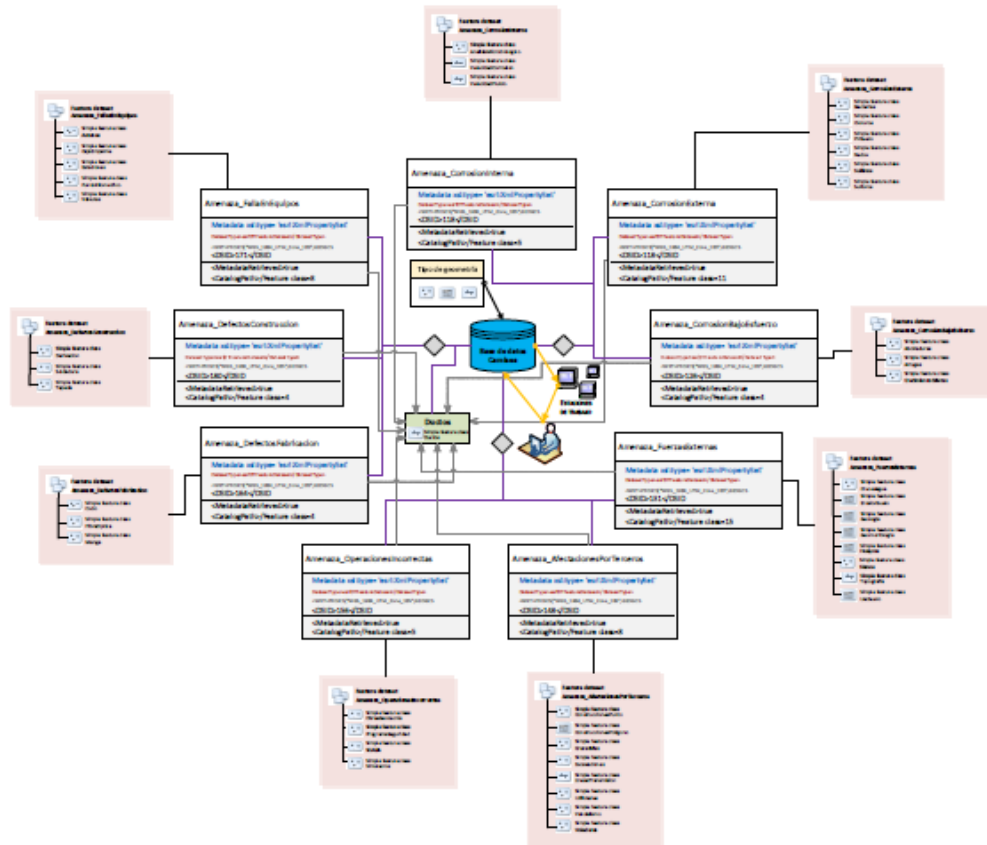
**Anexo N° 05.** Planillas para carga de datos



# Anexo N° 01. Diseño lógico de la base de datos geográfica o *geodatabase*

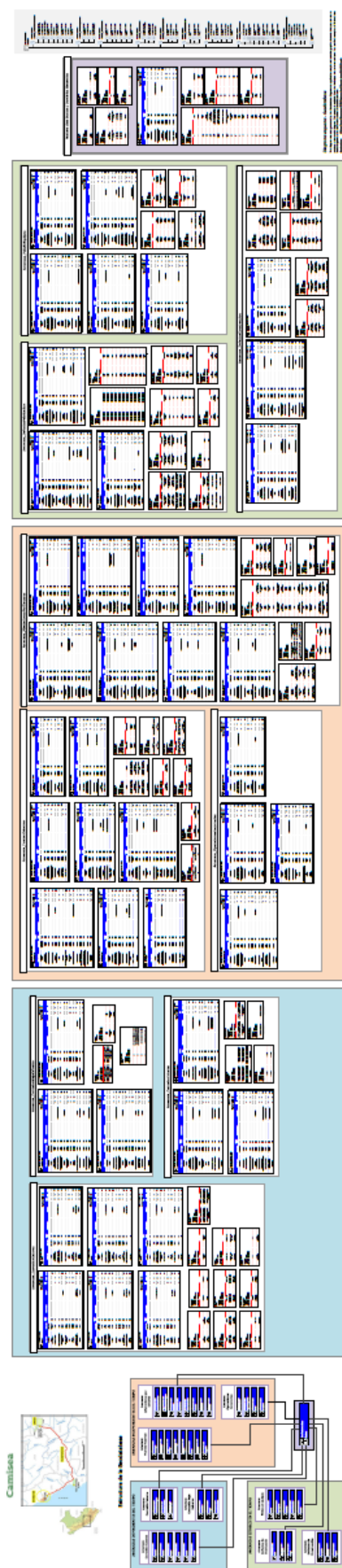
## DISEÑO LÓGICO DE LA BASE DE DATOS GEOGRÁFICA O GEODATABASE

### PROYECTO CAMISEA



## Anexo N° 02. Diagrama general de la base de datos

MODELO DE DATOS GEOGRÁFICO PARA EL PROYECTO CAMISEA  
ORGANIZACIÓN DE LAS AMENAZAS Y SUS VARIABLES EN LA GEODATABASE



### Anexo N° 03. Diccionario de base de datos

#### AMENAZA\_CORROSIONEXTERNA

Feature DataSet				CorrosionExterna
Nombre del Feature Class				Bacterias
Geometría del Feature Class				Punto
Atributos				
Nombre	Tipo	Longitud	Dominio	Descripción
OBJECTID			ObjectID	Columna única para identificar los datos en la geodatabase. Se genera automáticamente.
GLOBALID			GlobalID	Único identificador global dentro de la base de datos que corresponde al elemento o registro.
CREADOPOR	String	50		Usuario que crea el elemento.
FECHACREACION	Date			Fecha en que fue creado el elemento en la base de datos. (dd/mm/aa)
ESTADOELEMENTO	String	50	gnEstadoElemento	Simplifica las consultas en actuales o históricas.
FECHAMODIFICACION	Date			Fecha de la última modificación en la base de datos (dd/mm/aa)
MODIFICADOPOR	String	50		Usuario que realizó la última modificación.
DUCTO	String	50		Ducto en referencia.
COMENTARIOS	String	50		Descripción y/o características del elemento.
POSICION	Double			Ubicación de la variable en el ducto mediante su progresiva (distancia de tubo a tubo).
ESTE	Double			Coordenada Este.
NORTE	Double			Coordenada Norte.
ALTITUD	Double			Altitud (metros sobre nivel del mar).
RANGOBACTERIAS	String	50	ceBacterias	Rango de concentración de bacterias presentes en la muestra.
GRADOAGRESIVIDAD	String	50	ceAgresividad	Describe el grado de agresividad de concentración MIC que afecta al ducto.
RIESGO	String	50	gnRiesgo	Hace referencia a la susceptibilidad y/o riesgo que puede presentar el ducto por el grado concentración de bacterias en el suelo.
SHAPE	Geometry			Geometría del shape.
Relaciones				
Feature Class relacionado			Nombre de la Relación	
Ductos			Bacterias_relationship	

Feature DataSet				CorrosionExterna
Nombre del Feature Class				Cloruros
Geometría del Feature Class				Punto
Atributos				
Nombre	Tipo	Longitud	Dominio	Descripción
OBJECTID			ObjectID	Columna única para identificar los datos en la geodatabase. Se genera automáticamente.
GLOBALID			GlobalID	Único identificador global dentro de la base de datos que corresponde al elemento o registro.
CREADOPOR	String	50		Usuario que crea el elemento.

FECHACREACION	Date			Fecha en que fue creado el elemento en la base de datos. (dd/mm/aa)
ESTADOELEMENTO	String	50	gnEstadoElemento	Simplifica las consultas en actuales o históricas.
FECHAMODIFICACION	Date			Fecha de la última modificación en la base de datos (dd/mm/aa)
MODIFICADOPOR	String	50		Usuario que realizó la última modificación.
DUCTO	String	50		Ducto en referencia.
COMENTARIOS	String	50		Descripción y/o características del elemento.
POSICION	Double			Ubicación de la variable en el ducto mediante su progresiva (distancia de tubo a tubo).
ESTE	Double			Coordenada Este.
NORTE	Double			Coordenada Norte.
ALTITUD	Double			Altitud (metros sobre nivel del mar).
RANGOCOLORUROS	String	50	ceCloruros	Rango de concentración de cloruros presentes en la muestra.
GRADOAGRESIVIDAD	String	50	ceAgresividad	Describe el grado de agresividad de cloruros que afecta al ducto.
RIESGO	String	50	gnRiesgo	Hace referencia a la susceptibilidad y/o riesgo que puede presentar el ducto por el grado concentración de cloruros en el suelo.
SHAPE	Geometry			Geometría del shape.
<b>Relaciones</b>				
<b>Feature Class relacionado</b>			<b>Nombre de la Relación</b>	
Ductos			Cloruros_relationship	

Feature DataSet				CorrosionExterna
Nombre del Feature Class				PHSuelo
Geometría del Feature Class				Punto
Atributos				
Nombre	Tipo	Longitud	Dominio	Descripción
OBJECTID			ObjectID	Columna única para identificar los datos en la geodatabase. Se genera automáticamente.
GLOBALID			GlobalID	Único identificador global dentro de la base de datos que corresponde al elemento o registro.
CREADOPOR	String	50		Usuario que crea el elemento.
FECHACREACION	Date			Fecha en que fue creado el elemento en la base de datos. (dd/mm/aa)
ESTADOELEMENTO	String	50	gnEstadoElemento	Simplifica las consultas en actuales o históricas.
FECHAMODIFICACION	Date			Fecha de la última modificación en la base de datos (dd/mm/aa)
MODIFICADOPOR	String	50		Usuario que realizó la última modificación.
DUCTO	String	50		Ducto en referencia.
COMENTARIOS	String	50		Descripción y/o características del elemento.
ESTE	Double			Coordenada Este.
NORTE	Double			Coordenada Norte.
ALTITUD	Double			Altitud (metros sobre nivel del mar).
RANGOPH	String	50	cePHSuelo	Rango del pH del suelo en el que se encuentra la muestra.
GRADOPH	String	50	ceGradoPH	Describe el grado de pH del suelo que puede afectar al ducto

RIESGO	String	50	gnRiesgo	Hace referencia a la susceptibilidad y/o riesgo que puede presentar el ducto por el grado de PH en el suelo.
SHAPE	Geometry			Geometría del shape.
Relaciones				
Feature Class relacionado			Nombre de la Relación	
-			-	

Feature DataSet				CorrosionExterna	
Nombre del Feature Class				Redox	
Geometría del Feature Class				Punto	
Atributos					
Nombre	Tipo	Longitud	Dominio	Descripción	
OBJECTID			ObjectID	Columna única para identificar los datos en la geodatabase. Se genera automáticamente.	
GLOBALID			GlobalID	Único identificador global dentro de la base de datos que corresponde al elemento o registro.	
CREADOPOR	String	50		Usuario que crea el elemento.	
FECHACREACION	Date			Fecha en que fue creado el elemento en la base de datos. (dd/mm/aa)	
ESTADOELEMENTO	String	50	gnEstadoElemento	Simplifica las consultas en actuales o históricas.	
FECHAMODIFICACION	Date			Fecha de la última modificación en la base de datos (dd/mm/aa)	
MODIFICADOPOR	String	50		Usuario que realizó la última modificación.	
DUCTO	String	50		Ducto en referencia.	
COMENTARIOS	String	50		Descripción y/o características del elemento.	
ESTE	Double			Coordenada Este.	
NORTE	Double			Coordenada Norte.	
ALTITUD	Double			Altitud (metros sobre nivel del mar).	
RANGOREDOX	String	50	ceRedox	Rango Redox que mide el grado de aireación del suelo (oxigenación).	
GRADOAGRESIVIDAD	String	50	ceGradoRedox	Describe el grado de agresividad Redox del suelo que afecta al ducto	
RIESGO	String	50	gnRiesgo	Hace referencia a la susceptibilidad y/o riesgo que puede presentar el ducto por el grado de potencial Redox en el suelo.	
SHAPE	Geometry			Geometría del shape.	
Relaciones					
Feature Class relacionado			Nombre de la Relación		
-			-		

Feature DataSet				CorrosionExterna	
Nombre del Feature Class				Sulfatos	
Geometría del Feature Class				Punto	
Atributos					
Nombre	Tipo	Longitud	Dominio	Descripción	
OBJECTID			ObjectID	Columna única para identificar los datos en la geodatabase. Se genera automáticamente.	
GLOBALID			GlobalID	Único identificador global dentro de la base de datos que corresponde al elemento o registro.	

CREADOPOR	String	50		Usuario que crea el elemento.
FECHACREACION	Date			Fecha en que fue creado el elemento en la base de datos. (dd/mm/aa)
ESTADOELEMENTO	String	50	gnEstadoElemento	Simplifica las consultas en actuales o históricas.
FECHAMODIFICACION	Date			Fecha de la última modificación en la base de datos (dd/mm/aa)
MODIFICADOPOR	String	50		Usuario que realizó la última modificación.
DUCTO	String	50		Ducto en referencia.
COMENTARIOS	String	50		Descripción y/o características del elemento.
POSICION	Double			Ubicación de la variable en el ducto mediante su progresiva (distancia de tubo a tubo).
ESTE	Double			Coordenada Este.
NORTE	Double			Coordenada Norte.
ALTITUD	Double			Altitud (metros sobre nivel del mar).
RANGOSULFATOS	String	50	ceSulfatos	Rango de concentración de sulfatos presentes en la muestra.
GRADOAGRESIVIDAD	String	50	ceAgresividad	Describe el grado de agresividad de sulfuros que afecta al ducto.
RIESGO	String	50	gnRiesgo	Hace referencia a la susceptibilidad y/o riesgo que puede presentar el ducto por el grado concentración de sulfatos en el suelo.
SHAPE	Geometry			Geometría del shape.
<b>Relaciones</b>				
<b>Feature Class relacionado</b>			<b>Nombre de la Relación</b>	
Ductos			Sulfatos_relationship	

Feature DataSet				CorrosionExterna
Nombre del Feature Class				Sulfuros
Geometría del Feature Class				Punto
Atributos				
Nombre	Tipo	Longitud	Dominio	Descripción
OBJECTID			ObjectID	Columna única para identificar los datos en la geodatabase. Se genera automáticamente.
GLOBALID			GlobalID	Único identificador global dentro de la base de datos que corresponde al elemento o registro.
CREADOPOR	String	50		Usuario que crea el elemento.
FECHACREACION	Date			Fecha en que fue creado el elemento en la base de datos. (dd/mm/aa)
ESTADOELEMENTO	String	50	gnEstadoElemento	Simplifica las consultas en actuales o históricas.
FECHAMODIFICACION	Date			Fecha de la última modificación en la base de datos (dd/mm/aa)
MODIFICADOPOR	String	50		Usuario que realizó la última modificación.
DUCTO	String	50		Ducto en referencia.
COMENTARIOS	String	50		Descripción y/o características del elemento.
POSICION	Double			Ubicación de la variable en el ducto mediante su progresiva (distancia de tubo a tubo).
ESTE	Double			Coordenada Este.
NORTE	Double			Coordenada Norte.
ALTITUD	Double			Altitud (metros sobre nivel del mar).
RANGOSULFUROS	String	50	ceSulfuros	Rango de concentración de sulfuros presentes en la muestra.

GRADOSULFUROS	String	50	ceGradoSulfuros	Describe el grado de agresividad de sulfuros que afecta al ducto.
RIESGO	String	50	gnRiesgo	Hace referencia a la susceptibilidad y/o riesgo que puede presentar el ducto por el grado concentración de sulfuros en el suelo.
SHAPE	Geometry			Geometria del shape.
Relaciones				
Feature Class relacionado			Nombre de la Relación	
Ductos			Sulfatos_relationship	

### AMENAZA\_CORROSIONINTERNA

Feature DataSet				CorrosionInterna
Nombre del Feature Class				AnalisisMicrobiologico
Geometría del Feature Class				Punto
Atributos				
Nombre	Tipo	Longitud	Dominio	Descripción
OBJECTID			ObjectID	Columna única para identificar los datos en la geodatabase. Se genera automáticamente.
GLOBALID			GlobalID	Único identificador global dentro de la base de datos que corresponde al elemento o registro.
CREADOPOR	String	50		Usuario que crea el elemento.
FECHACREACION	Date			Fecha en que fue creado el elemento en la base de datos. (dd/mm/aa)
ESTADOELEMENTO	String	50	gnEstadoElemento	Simplifica las consultas en actuales o históricas.
FECHAMODIFICACION	Date			Fecha de la última modificación en la base de datos (dd/mm/aa)
MODIFICADOPOR	String	50		Usuario que realizó la última modificación.
DUCTO	String	50		Ducto en referencia.
COMENTARIOS	String	50		Descripción y/o características del elemento.
ESTE	Double			Coordenada este.
NORTE	Double			Coordenada norte.
ALTITUD	Double			Altitud (msnm)
RANGOBACTERIAS	String	100	ciRangoBacterias	Rango establecido para estimar la presencia de bacterias en base a cantidad (mililitros)
BACTERIA	String	100		Nombre del tipo de bacteria encontrado, por la acumulación de agua.
SUSCEPTIBILIDAD	String	50	gnSusceptibilidad	Indica cómo la presencia de bacterias puede afectar la integridad del ducto.
SHAPE	Geometry			Geometria del shape.
Relaciones				
Feature Class relacionado			Nombre de la Relación	
-			-	

Feature DataSet				CorrosionInterna
Nombre del Feature Class				VelocidadCorrosion
Geometría del Feature Class				Línea
Atributos				
Nombre	Tipo	Longitud	Dominio	Descripción

OBJECTID	ObjectID			Columna única para identificar los datos en la geodatabase. Se genera automáticamente.
GLOBALID	GlobalID			Único identificador global dentro de la base de datos que corresponde al elemento o registro.
CREADOPOR	String	50		Usuario que crea el elemento.
FECHACREACION	Date			Fecha en que fue creado el elemento en la base de datos. (dd/mm/aa)
ESTADOELEMENTO	String	50	gnEstadoElemento	Simplifica las consultas en actuales o históricas.
FECHAMODIFICACION	Date			Fecha de la última modificación en la base de datos (dd/mm/aa)
MODIFICADOPOR	String	50		Usuario que realizó la última modificación.
DUCTO	String	50		Ducto en referencia.
COMENTARIOS	String	50		Descripción y/o características del elemento.
POSICIONINICIAL	Double			Progresiva inicial para la determinación de la temperatura.
POSICIONFINAL	Double			Progresiva final para la determinación de la temperatura.
VELOCIDADCORROSION	String	50	ciVelocidadCorrosion	Rango que determina la pérdida de metal a consecuencia de fenómenos de corrosión en un determinado tiempo
UNIDADLECTURA	String	50	gnUnidadLectura	Describe la unidad en la que se está leyendo la muestra
CRECIMIENTO	String	50	gnSusceptibilidad	Indica cómo el crecimiento de la velocidad de corrosión afecta la integridad del ducto
SHAPE	Geometry			Geometría del shape.
<b>Relaciones</b>				
<b>Feature Class relacionado</b>			<b>Nombre de la Relación</b>	
Ductos			VelocidadCorrosion_relationship	

<b>Feature DataSet</b>				<b>CorrosionInterna</b>
<b>Nombre del Feature Class</b>				<b>VelocidadFluido</b>
<b>Geometría del Feature Class</b>				<b>Línea</b>
<b>Atributos</b>				
<b>Nombre</b>	<b>Tipo</b>	<b>Longitud</b>	<b>Dominio</b>	<b>Descripción</b>
OBJECTID	ObjectID			Columna única para identificar los datos en la geodatabase. Se genera automáticamente.
GLOBALID	GlobalID			Único identificador global dentro de la base de datos que corresponde al elemento o registro.
CREADOPOR	String	50		Usuario que crea el elemento.
FECHACREACION	Date			Fecha en que fue creado el elemento en la base de datos. (dd/mm/aa)
ESTADOELEMENTO	String	50	gnEstadoElemento	Simplifica las consultas en actuales o históricas.
FECHAMODIFICACION	Date			Fecha de la última modificación en la base de datos (dd/mm/aa)
MODIFICADOPOR	String	50		Usuario que realizó la última modificación.
DUCTO	String	50		Ducto en referencia.
COMENTARIOS	String	50		Descripción y/o características del elemento.
POSICIONINICIAL	Double			Progresiva inicial para la determinación de la temperatura.
POSICIONFINAL	Double			Progresiva final para la determinación de la temperatura.
TIPOVELOCIDADFLUIDO	String	50	ciTipoVelocidadFluido	Indica el tipo de velocidad de fluido hallado: Operacional o Erosional



VELOCIDADFLUIDO	String	50	ciVelocidadFluido	Rango que establece la susceptibilidad a erosión por las altas velocidades del fluido o corrosión bajo depósitos.
SUSCEPTIBILIDAD	String	50	gnSusceptibilidad	Indica cómo la temperatura del punto de rocío o saturación puede afectar la integridad del ducto.
SHAPE	Geometry			Geometría del shape.
Relaciones				
Feature Class relacionado			Nombre de la Relación	
Ductos			VelocidadFluido_relationship	

### AMENAZA\_CORROSIONBAJOESFUERZO

Feature DataSet				CorrosionBajoEsfuerzo
Nombre del Feature Class				Abolladuras
Geometría del Feature Class				Punto
Atributos				
Nombre	Tipo	Longitud	Dominio	Descripción
OBJECTID			ObjectID	Columna única para identificar los datos en la geodatabase. Se genera automáticamente.
GLOBALID			GlobalID	Único identificador global dentro de la base de datos que corresponde al elemento o registro.
CREADOPOR	String	50		Usuario que crea el elemento.
FECHACREACION	Date			Fecha en que fue creado el elemento en la base de datos. (dd/mm/aa)
ESTADOELEMENTO	String	50	gnEstadoElemento	Simplifica las consultas en actuales o históricas.
FECHAMODIFICACION	Date			Fecha de la última modificación en la base de datos (dd/mm/aa)
MODIFICADOPOR	String	50		Usuario que realizó la última modificación.
DUCTO	String	50		Ducto en referencia.
COMENTARIOS	String	50		Descripción y/o características del elemento.
POSICION	Double			Ubicación de la variable en el ducto mediante su progresiva (distancia de tubo a tubo).
ESTE	Double			Coordenada Este.
NORTE	Double			Coordenada Norte.
ALTITUD	Double			Altitud (metros sobre nivel del mar).
EXISTENCIAABOLLADURA	String	10	gnSiNo	Indica la existencia o no, de una abolladura
CLASIFICACION	String	50	csAbolladura	Indica la clasificación de las abolladuras, según su ubicación en el ducto.
FECHAABOLLADURA	Date			Fecha en la que se detectó la abolladura (dd/mm/aa).
REPARACION	String	10	gnSiNo	Indica si ha sido reparado o no.
METODODETECCION	String	30		Indica cuál fue el método empleado para detectar la abolladura.
SUSCEPTIBILIDAD	String	50	gnSusceptibilidad	Indica cómo la existencia de abolladuras puede afectar la integridad del ducto.
SHAPE	Geometry			Geometría del shape.
Relaciones				
Feature Class relacionado			Nombre de la Relación	
Ductos			Abolladuras_relationship	

Feature DataSet				CorrosionBajoEsfuerzo
Nombre del Feature Class				Arrugas
Geometría del Feature Class				Punto
Atributos				
Nombre	Tipo	Longitud	Dominio	Descripción
OBJECTID			ObjectID	Columna única para identificar los datos en la geodatabase. Se genera automáticamente.
GLOBALID			GlobalID	Único identificador global dentro de la base de datos que corresponde al elemento o registro.
CREADOPOR	String	50		Usuario que crea el elemento.
FECHACREACION	Date			Fecha en que fue creado el elemento en la base de datos. (dd/mm/aa)
ESTADOELEMENTO	String	50	gnEstadoElemento	Simplifica las consultas en actuales o históricas.
FECHAMODIFICACION	Date			Fecha de la última modificación en la base de datos (dd/mm/aa)
MODIFICADOPOR	String	50		Usuario que realizó la última modificación.
DUCTO	String	50		Ducto en referencia.
COMENTARIOS	String	50		Descripción y/o características del elemento.
POSICION	Double			Ubicación de la variable en el ducto mediante su progresiva (distancia de tubo a tubo).
ESTE	Double			Coordenada Este.
NORTE	Double			Coordenada Norte.
ALTITUD	Double			Altitud (metros sobre nivel del mar).
EXISTENCIAARRUGA	String	10	gnSiNo	Indica la existencia o no, de una arruga
CLASIFICACION	String	70	csArruga	Indica el tipo de arruga o curva según su ubicación en el ducto.
FECHAARRUGA	Date			Fecha en la que se detectó la arruga (dd/mm/aa).
REPARACION	String	10	gnSiNo	Indica si ha sido reparado o no.
METODODETECCION	String	30		Indica cuál fue el método empleado para detectar la arruga.
SUSCEPTIBILIDAD	String	50	gnSusceptibilidad	Indica cómo la existencia de arrugas puede afectar la integridad del ducto.
SHAPE	Geometry			Geometría del shape.
Relaciones				
Feature Class relacionado			Nombre de la Relación	
Ductos			Arrugas_relationship	

Feature DataSet				CorrosionBajoEsfuerzo
Nombre del Feature Class				CrecimientoGrietas
Geometría del Feature Class				Punto
Atributos				
Nombre	Tipo	Longitud	Dominio	Descripción
OBJECTID			ObjectID	Columna única para identificar los datos en la geodatabase. Se genera automáticamente.
GLOBALID	Guid			Único identificador global dentro de la base de datos que corresponde al elemento o registro.
CREADOPOR	String	50		Usuario que crea el elemento.
FECHACREACION	Date			Fecha en que fue creado el elemento en la base de datos. (dd/mm/aa)
ESTADOELEMENTO	String	50	gnEstadoElemento	Simplifica las consultas en actuales o históricas.

FECHAMODIFICACION	Date			Fecha de la última modificación en la base de datos (dd/mm/aa)
MODIFICADOPOR	String	50		Usuario que realizó la última modificación.
DUCTO	String	50		Ducto en referencia.
COMENTARIOS	String	50		Descripción y/o características del elemento.
POSICION	Double			Ubicación de la variable en el ducto mediante su progresiva (distancia de tubo a tubo).
ESTE	Double			Coordenada Este.
NORTE	Double			Coordenada Norte.
ALTITUD	Double			Altitud (metros sobre nivel del mar).
CRECIMIENTOGRIETAS	String	50	csGrietas	Rango que determina el estado de aparición de grietas en el ducto
SUSCEPTIBILIDAD	String	50	gnSusceptibilidad	Indica cómo el crecimiento de la velocidad de corrosión afecta la integridad del ducto
SHAPE	Geometry			Geometría del shape.
<b>Relaciones</b>				
<b>Feature Class relacionado</b>			<b>Nombre de la Relación</b>	
Ductos			CrecimientoGrietas_relationship	

### AMENAZA\_FUERZASEXTERNAS

<b>Feature DataSet</b>				<b>FuerzasExternas</b>
<b>Nombre del Feature Class</b>				<b>CrucesAgua</b>
<b>Geometría del Feature Class</b>				<b>Punto</b>
<b>Atributos</b>				
<b>Nombre</b>	<b>Tipo</b>	<b>Longitud</b>	<b>Dominio</b>	<b>Descripción</b>
OBJECTID			ObjectID	Columna única para identificar los datos en la geodatabase. Se genera automáticamente.
GLOBALID			GuidID	Unico identificador global dentro de la base de datos que corresponde al elemento o registro.
CREADOPOR	String	50		Usuario que crea el elemento.
FECHACREACION	Date			Fecha en que fue creado el elemento en la base de datos. (dd/mm/aa)
ESTADOELEMENTO	String	50	gnEstadoElemento	Simplifica las consultas en actuales o históricas.
FECHAMODIFICACION	Date			Fecha de la última modificación en la base de datos (dd/mm/aa)
MODIFICADOPOR	String	50		Usuario que realizó la última modificación.
DUCTO	String	50		Ducto en referencia.
COMENTARIOS	String	50		Descripción y/o características del elemento.
ESTE	Double			Coordenada Este.
NORTE	Double			Coordenada Norte.
ALTITUD	Double			Altitud (metros sobre nivel del mar).
NOMBRECRUCEDEAGUA	String	100		Nombre del cruce de río, quebrada, etc.
SECTOR	String	50		Sector del cruce de río (costa, sierra o selva)
PRIORIDAD	String	50		Prioridad
AÑO	Double			Año del relevamiento del cruce
MORFOLOGIACAUCE	String	50	fexMorfologiaCauce	Morfología del cauce
DURACIONCORRIENTE	String	50	fexDuracionCorriente	Duración de la corriente

AREACUENCA	Double			Área de la cuenca
ANCHOFLUJO	Double			Ancho de flujo
COTASOCAVACIONCALC	Double			Cota de socavación calculada
COTACLAVEMINCALC	Double			Cota clave mínima calculada
TAPADAMINRECOMEND	Double			Tapada mínima recomendada
COTACLAVEDUCTOS	Double			Cota clave ductos
IDPUNTO	String	100		Identificador del punto
SHAPE	Geometry			Geometría del shape.
<b>Relaciones</b>				
<b>Feature Class relacionado</b>			<b>Nombre de la Relación</b>	
-			-	

<b>Feature DataSet</b>				<b>FuerzasExternas</b>	
<b>Nombre del Feature Class</b>				<b>Erosión</b>	
<b>Geometría del Feature Class</b>				<b>Polígono</b>	
<b>Atributos</b>					
<b>Nombre</b>	<b>Tipo</b>	<b>Longitud</b>	<b>Dominio</b>	<b>Descripción</b>	
OBJECTID			ObjectID	Columna única para identificar los datos en la geodatabase. Se genera automáticamente.	
GLOBALID			GuidID	Único identificador global dentro de la base de datos que corresponde al elemento o registro.	
CREADOPOR	String	50		Usuario que crea el elemento.	
FECHACREACION	Date			Fecha en que fue creado el elemento en la base de datos. (dd/mm/aa)	
ESTADOELEMENTO	String	50	gnEstadoElemento	Simplifica las consultas en actuales o históricas.	
FECHAMODIFICACION	Date			Fecha de la última modificación en la base de datos (dd/mm/aa)	
MODIFICADOPOR	String	50		Usuario que realizó la última modificación.	
COMENTARIOS	String	50		Descripción y/o características del elemento.	
EROSION	String	20	gnSiNo	Si existe erosión en la zona o no.	
EROSIONMITIGACION	String	50	fexMitigacionErosion	Indica si se requiere o se tiene un plan de mitigación	
EROSIONDESCRIPTION	String	150		Describe el tipo de erosión que se presenta.	
LABEL	String	50		Simbología.	
SHAPE	Geometry			Geometría del shape.	
SHAPE.AREA	Double			Área del shape.	
SHAPE.LEN	Double			Longitud del shape.	
<b>Relaciones</b>					
<b>Feature Class relacionado</b>			<b>Nombre de la Relación</b>		
-			-		

<b>Feature DataSet</b>				<b>FuerzasExternas</b>	
<b>Nombre del Feature Class</b>				<b>Geología</b>	
<b>Geometría del Feature Class</b>				<b>Polígono</b>	
<b>Atributos</b>					
<b>Nombre</b>	<b>Tipo</b>	<b>Longitud</b>	<b>Dominio</b>	<b>Descripción</b>	

OBJECTID	ObjectID			Columna única para identificar los datos en la geodatabase. Se genera automáticamente.
GLOBALID	GuidID			Único identificador global dentro de la base de datos que corresponde al elemento o registro.
CREADOPOR	String	50		Usuario que crea el elemento.
FECHACREACION	Date			Fecha en que fue creado el elemento en la base de datos. (dd/mm/aa)
ESTADOELEMENTO	String	50	gnEstadoElemento	Simplifica las consultas en actuales o históricas.
FECHAMODIFICACION	Date			Fecha de la última modificación en la base de datos (dd/mm/aa)
MODIFICADOPOR	String	50		Usuario que realizó la última modificación.
COMENTARIOS	String	50		Descripción y/o características del elemento.
LABEL	String	20		Simbología.
FORMACION	String	70		Formación geológica en la zona. (unidad lito estratigráfica)
DESCRIPCION	String	250		Descripción de la formación geológica.
LIMITELIQUIDO	String	50		Contenido de agua en el suelo.
SUELOSASTM	String	30		Se describe los diferentes tipos de suelos según la clasificación de la American Society for Testing and Materials.
SHAPE	Geometry			Geometría del shape.
SHAPE.AREA	Double			Área del shape.
SHAPE.LEN	Double			Longitud del shape.
<b>Relaciones</b>				
<b>Feature Class relacionado</b>			<b>Nombre de la Relación</b>	
-			-	

<b>Feature DataSet</b>				<b>FuerzasExternas</b>	
<b>Nombre del Feature Class</b>				<b>Geomorfología</b>	
<b>Geometría del Feature Class</b>				<b>Polígono</b>	
<b>Atributos</b>					
<b>Nombre</b>	<b>Tipo</b>	<b>Longitud</b>	<b>Dominio</b>	<b>Descripción</b>	
OBJECTID	ObjectID			Columna única para identificar los datos en la geodatabase. Se genera automáticamente.	
GLOBALID	GuidID			Único identificador global dentro de la base de datos que corresponde al elemento o registro.	
CREADOPOR	String	50		Usuario que crea el elemento.	
FECHACREACION	Date			Fecha en que fue creado el elemento en la base de datos. (dd/mm/aa)	
ESTADOELEMENTO	String	50	gnEstadoElemento	Simplifica las consultas en actuales o históricas.	
FECHAMODIFICACION	Date			Fecha de la última modificación en la base de datos (dd/mm/aa)	
MODIFICADOPOR	String	50		Usuario que realizó la última modificación.	
COMENTARIOS	String	50		Descripción y/o características del elemento.	
LABEL	String	20		Simbología.	
FORMACION	String	70		Formación geomorfológica en la zona.	
DESCRIPCION	String	250		Descripción de la geomorfología del lugar.	
SHAPE	Geometry			Geometría del shape.	
SHAPE.AREA	Double			Área del shape.	
SHAPE.LEN	Double			Longitud del shape.	

Relaciones	
Feature Class relacionado	Nombre de la Relación
-	-

Feature DataSet		FuerzasExternas		
Nombre del Feature Class		Huaycos		
Geometría del Feature Class		Polígono		
Atributos				
Nombre	Tipo	Longitud	Dominio	Descripción
OBJECTID			ObjectID	Columna única para identificar los datos en la geodatabase. Se genera automáticamente.
GLOBALID			GuidID	Único identificador global dentro de la base de datos que corresponde al elemento o registro.
CREADOPOR	String	50		Usuario que crea el elemento.
FECHACREACION	Date			Fecha en que fue creado el elemento en la base de datos. (dd/mm/aa)
ESTADOELEMENTO	String	50	gnEstadoElemento	Simplifica las consultas en actuales o históricas.
FECHAMODIFICACION	Date			Fecha de la última modificación en la base de datos (dd/mm/aa)
MODIFICADOPOR	String	50		Usuario que realizó la última modificación.
COMENTARIOS	String	50		Descripción y/o características del elemento.
EXISTENCIAHUAYCOS	String	50	gnSiNo	Indica si hubo presencia de huaycos en la zona o no.
CUENCA	String	50	fexHuaycosCuenca	Indica si en la cuenca existe acumulación de material a causa de huaycos.
AGENTEDISPARADOR	String	100		Elemento desencadenante del huayco.
HUAYCOSMITIGATION	String	50	fexMitigacionHuaycos	Acción mitigadora que se debe realizar por la llegada de un huayco.
SHAPE	Geometry			Geometría del shape.
SHAPE.AREA	Double			Área del shape.
SHAPE.LEN	Double			Longitud del shape.
Relaciones				
Feature Class relacionado		Nombre de la Relación		
-	-	-	-	-

Feature DataSet		FuerzasExternas		
Nombre del Feature Class		Sismos		
Geometría del Feature Class		Punto		
Atributos				
Nombre	Tipo	Longitud	Dominio	Descripción
OBJECTID			ObjectID	Columna única para identificar los datos en la geodatabase. Se genera automáticamente.
GLOBALID			GuidID	Único identificador global dentro de la base de datos que corresponde al elemento o registro.
CREADOPOR	String	50		Usuario que crea el elemento.
FECHACREACION	Date			Fecha en que fue creado el elemento en la base de datos. (dd/mm/aa)
ESTADOELEMENTO	String	50	gnEstadoElemento	Simplifica las consultas en actuales o históricas.

FECHAMODIFICACION	Date			Fecha de la última modificación en la base de datos (dd/mm/aa)
MODIFICADOPOR	String	50		Usuario que realizó la última modificación.
COMENTARIOS	String	50		Descripción y/o características del elemento.
ACELERACIONSUERO	String	50	fexAceleracionSuelo	Indica la medición directa de las aceleraciones que sufre la superficie del suelo. (Intensidad de campo gravitatorio).
MITIGACIONSSISMO	String	50	fexMitigacionSismo	Acción mitigadora o de prevención que se debe realizar antes de un evento sísmico.
FECHA.UTC	Date			Fecha en la que se registró el sismo (UTC - Tiempo universal coordinado)
HORA.UTC	String	10		Hora en la que se registró el sismo (UTC - Tiempo universal coordinado)
FECHALOCAL	Date			Fecha Local.
HORALOCAL	String	10		Hora Local.
PROFUNDIDAD	Double			Indica la profundidad en la que se registró el sismo, expresada en Kilómetros (km)
MAGNITUD	Double			Magnitud del sismo. (Según escala de Richter)
INTENSIDAD	String	30		Intensidad del sismo (Según escala de Mercalli)
LOCALIDAD	String	100		Indica la ciudad en la que se registró el sismo, según fuente IGP
DISTANCIADUCTO	Double			Distancia (km) donde se registró el sismo hasta el derecho de vía.
ESTE	Double			Coordenada Este.
NORTE	Double			Coordenada Norte.
ALTITUD	Double			Altitud (metros sobre nivel del mar).
SHAPE	Geometry			Geometría del shape.
<b>Relaciones</b>				
<b>Feature Class relacionado</b>		<b>Nombre de la Relación</b>		
-		-		

<b>Feature DataSet</b>				<b>FuerzasExternas</b>	
<b>Nombre del Feature Class</b>				<b>Topografía</b>	
<b>Geometría del Feature Class</b>				<b>Línea</b>	
<b>Atributos</b>					
<b>Nombre</b>	<b>Tipo</b>	<b>Longitud</b>	<b>Dominio</b>	<b>Descripción</b>	
OBJECTID			ObjectID	Columna única para identificar los datos en la geodatabase. Se genera automáticamente.	
GLOBALID			GuidID	Único identificador global dentro de la base de datos que corresponde al elemento o registro.	
CREADOPOR	String	50		Usuario que crea el elemento.	
FECHACREACION	Date			Fecha en que fue creado el elemento en la base de datos. (dd/mm/aa)	
ESTADOELEMENTO	String	50	gnEstadoElemento	Simplifica las consultas en actuales o históricas.	
FECHAMODIFICACION	Date			Fecha de la última modificación en la base de datos (dd/mm/aa)	
MODIFICADOPOR	String	50		Usuario que realizó la última modificación.	
COMENTARIOS	String	50		Descripción y/o características del elemento.	
TIPOCURVA	String	30		Indica el tipo de curva: Principal o secundaria	
COTA	Double			Indica la cota de la curva (msnm)	
SHAPE.LEN	Double			Longitud del shape.	

Relaciones	
Feature Class relacionado	Nombre de la Relación
-	-

Feature DataSet		FuerzasExternas		
Nombre del Feature Class		UsoSuelo		
Geometría del Feature Class		Polígono		
Atributos				
Nombre	Tipo	Longitud	Dominio	Descripción
OBJECTID			ObjectID	Columna única para identificar los datos en la geodatabase. Se genera automáticamente.
GLOBALID			GuidID	Único identificador global dentro de la base de datos que corresponde al elemento o registro.
CREADOPOR	String	50		Usuario que crea el elemento.
FECHACREACION	Date			Fecha en que fue creado el elemento en la base de datos. (dd/mm/aa)
ESTADOELEMENTO	String	50	gnEstadoElemento	Simplifica las consultas en actuales o históricas.
FECHAMODIFICACION	Date			Fecha de la última modificación en la base de datos (dd/mm/aa)
MODIFICADOPOR	String	50		Usuario que realizó la última modificación.
COMENTARIOS	String	50		Descripción y/o características del elemento.
TIPOUSODESUELO	String	50	fexTipoUsoSuelo	Indica el Tipo de uso de suelo en la zona según dominio.
DESCRIPCIONUSODESUELO	String	250		Descripción del Tipo de Uso de suelo.
LABEL	String	50		Simbología.
SHAPE	Geometry			Geometría del shape.
SHAPE.AREA	Double			Área del shape.
SHAPE.LEN	Double			Longitud del shape.
Relaciones				
Feature Class relacionado		Nombre de la Relación		
-		-		

### AMENAZA\_AFECTACIONESPORTERCEROS

Feature DataSet		AfectacionesPorTerceros		
Nombre del Feature Class		ConstruccionesPoligono		
Geometría del Feature Class		Polígono		
Atributos				
Nombre	Tipo	Longitud	Dominio	Descripción
OBJECTID			ObjectID	Columna única para identificar los datos en la geodatabase. Se genera automáticamente.
GLOBALID			GlobalID	Único identificador global dentro de la base de datos que corresponde al elemento o registro.
CREADOPOR	String	50		Usuario que crea el elemento.
FECHACREACION	Date			Fecha en que fue creado el elemento en la base de datos. (dd/mm/aa)
ESTADOELEMENTO	String	50	gnEstadoElemento	Simplifica las consultas en actuales o históricas.



FECHAMODIFICACION	Date			Fecha de la última modificación en la base de datos (dd/mm/aa)
MODIFICADOPOR	String	50		Usuario que realizó la última modificación.
COMENTARIOS	String	50		Descripción y/o características del elemento.
BIHO	String	50	gnSiNo	Indica si las construcciones están destinados a ocupación humana o no
NUMEROOCUPANTES	Long	10		Cantidad de ocupantes.
NOMBRE	String	255		Nombre de la estructura.
ESTADOESTRUCTURA	String	50	aptEstadoEstructura	Estado de la estructura.
TIPOESTRUCTURA	String	50	aptTipoEstructura	Tipo de Estructura.
ESTRUCTURADDV	String	50	gnSiNo	Indica si la estructura se encuentra dentro del derecho de vía.
ESTRUCTURASEGURIDAD	String	50	gnSiNo	Indica si la estructura se encuentra dentro de la zona de seguridad.
DISTANCIA	Double			Distancia desde el ducto hasta la estructura.
FECHAREPORTE	Date			Fecha de reporte (dd/mm/aa).
FECHASUPERVISION	Date			Fecha de relevamiento en campo (dd/mm/aa)
PKREFERENCIA	String	50		Indica el punto kilométrico de referencia tomado en campo.
PKCORREGIDO	String	50		Indica el punto kilométrico corregido
PRIORIDAD	Long	10		Es el criterio que se emplea para poder determinar el peligro de afectación de los ductos para cada caso. Si algo está afectando directamente la tubería, entonces se indica es Prioridad 1, si algo está cerca pero no representa un daño inminente, es Prioridad 2, y si algo sucede fuera del DDV, entonces es Prioridad 3.
CASOID	Long	10		Número del caso identificado
SHAPE	Geometry			Geometría del shape.
SHAPE.AREA	Double			Área del shape.
SHAPE.LEN	Double			Longitud del shape.
<b>Relaciones</b>				
<b>Feature Class relacionado</b>			<b>Nombre de la Relación</b>	
-			-	

Feature DataSet				AfectacionesPorTerceros
Nombre del Feature Class				ConstruccionesPunto
Geometría del Feature Class				Punto
Atributos				
Nombre	Tipo	Longitud	Dominio	Descripción
OBJECTID			ObjectID	Columna única para identificar los datos en la geodatabase. Se genera automáticamente.
GLOBALID			GlobalID	Único identificador global dentro de la base de datos que corresponde al elemento o registro.
CREADOPOR	String	50		Usuario que crea el elemento.
FECHACREACION	Date			Fecha en que fue creado el elemento en la base de datos. (dd/mm/aa)
ESTADOELEMENTO	String	50	gnEstadoElemento	Simplifica las consultas en actuales o históricas.
FECHAMODIFICACION	Date			Fecha de la última modificación en la base de datos (dd/mm/aa)
MODIFICADOPOR	String	50		Usuario que realizó la última modificación.
COMENTARIOS	String	50		Descripción y/o características del elemento.

ESTE	Double			Coordenada Este.
NORTE	Double			Coordenada Norte.
ALTITUD	Double			Altitud (metros sobre nivel del mar).
BIHO	String	50	gnSiNo	Indica si las construcciones están destinados a ocupación humana o no
NUMEROOCUPANTES	Long	10		Cantidad de ocupantes.
NOMBRE	String	250		Nombre de la estructura.
ESTADOESTRUCTURA	String	50	aptEstadoEstructura	Estado de la estructura.
TIPOESTRUCTURA	String	50	aptTipoEstructura	Tipo de Estructura.
ESTRUCTURADDV	String	50	gnSiNo	Indica si la estructura se encuentra dentro del derecho de vía.
ESTRUCTURASEGURIDAD	String	50	gnSiNo	Indica si la estructura se encuentra dentro de la zona de seguridad.
DISTANCIA	Double			Distancia desde el ducto hasta la estructura.
FECHAREPORTE	Date			Fecha de reporte (dd/mm/aa).
FECHASUPERVISION	Date			Indica la fecha de reporte y/o relevamiento en campo (dd/mm/aa)
PKREFERENCIA	String	50		Indica el poste kilométrico de referencia tomado en campo
PKCORREGIDO	String	50		Indica el poste kilométrico corregido
PRIORIDAD	Long	10		Es el criterio que se emplea para poder determinar el peligro de afectación de los ductos para cada caso. Si algo está afectando directamente la tubería, entonces se indica que es Prioridad 1, si algo está cerca pero no representa un daño inminente, entonces es Prioridad 2, y si algo sucede fuera del DDV, entonces se indica como Prioridad 3.
CASOID	Long	10		Número del caso identificado
SHAPE	Geometry			Geometría del shape.
<b>Relaciones</b>				
<b>Feature Class relacionado</b>			<b>Nombre de la Relación</b>	
-			-	

Feature DataSet		AfectacionesPorTerceros		
Nombre del Feature Class		CruceVias		
Geometría del Feature Class		Punto		
Atributos				
Nombre	Tipo	Longitud	Dominio	Descripción
OBJECTID			ObjectID	Columna única para identificar los datos en la geodatabase. Se genera automáticamente.
GLOBALID			GlobalID	Único identificador global dentro de la base de datos que corresponde al elemento o registro.
CREADOPOR	String	50		Usuario que crea el elemento.
FECHACREACION	Date			Fecha en que fue creado el elemento en la base de datos. (dd/mm/aa)
ESTADOELEMENTO	String	50	gnEstadoElemento	Simplifica las consultas en actuales o históricas.
FECHAMODIFICACION	Date			Fecha de la última modificación en la base de datos (dd/mm/aa)
MODIFICADOPOR	String	50		Usuario que realizó la última modificación.
DUCTO	String	50		Ducto en referencia.
COMENTARIOS	String	50		Descripción y/o características del elemento.
ESTE	Double			Coordenada Este.

NORTE	Double			Coordenada Norte.
ALTITUD	Double			Altitud (metros sobre nivel del mar).
TIPOCRUCEVIAS	String	100	aptTipoCruce	Tipo de transporte.
FECHAREPORTE	Date			Indica la fecha del reporte en campo
FECHASUPERVISION	Date			Indica la fecha de reporte y/o relevamiento en campo.
PRIORIDAD	Short			Es el criterio que se emplea para poder determinar el peligro de afectación de los ductos para cada caso. Si algo está afectando directamente la tubería, entonces se indica que es Prioridad 1, si algo está cerca pero no representa un daño inminente, entonces es Prioridad 2, y si algo sucede fuera del DDV, entonces se indica como Prioridad 3.
PKREFERENCIA	String	50		Indica el poste kilométrico de referencia tomado en campo
PKCORREGIDO	String	50		Indica el poste kilométrico corregido
ANCHODEVIA	Double			Ancho de la vía
CASOID	Long			Número del caso identificado
SHAPE	Geometry			Geometría del shape.
<b>Relaciones</b>				
<b>Feature Class relacionado</b>			<b>Nombre de la Relación</b>	
-			-	

Feature DataSet				AfectacionesPorTerceros
Nombre del Feature Class				Excavaciones
Geometría del Feature Class				Punto
Atributos				
Nombre	Tipo	Longitud	Dominio	Descripción
OBJECTID			ObjectID	Columna única para identificar los datos en la geodatabase. Se genera automáticamente.
GLOBALID			GlobalID	Único identificador global dentro de la base de datos que corresponde al elemento o registro.
CREADOPOR	String	50		Usuario que crea el elemento.
FECHACREACION	Date			Fecha en que fue creado el elemento en la base de datos. (dd/mm/aa)
ESTADOELEMENTO	String	50	gnEstadoElemento	Simplifica las consultas en actuales o históricas.
FECHAMODIFICACION	Date			Fecha de la última modificación en la base de datos (dd/mm/aa)
MODIFICADOPOR	String	50		Usuario que realizó la última modificación.
COMENTARIOS	String	50		Descripción y/o características del elemento.
ESTE	Double			Coordenada Este.
NORTE	Double			Coordenada Norte.
ALTITUD	Double			Altitud (metros sobre nivel del mar).
EXISTENCIAEXCAVACION	String	10	gnSiNo	Indica si en la zona supervisada existe evidencia de excavaciones para futuras construcciones que pueden afectar el ducto
TIPOEXCAVACION	String	50	aptTipoExcavacion	Tipo de excavación encontrada
NOMBRE	String	50		Nombre de la estructura.
DISTANCIA	Double			Distancia desde el ducto hasta la excavación
FECHAREPORTE	Date			Fecha de reporte (dd/mm/aa).

FECHASUPERVISION	Date			Indica la fecha de reporte y/o relevamiento en campo (dd/mm/aa)
PKREFERENCIA	String	50		Indica el poste kilométrico de referencia tomado en campo
PKCORREGIDO	String	50		Indica el poste kilométrico corregido
PRIORIDAD	Long	10		Es el criterio que se emplea para poder determinar el peligro de afectación de los ductos para cada caso. Si algo está afectando directamente la tubería, entonces se indica que es Prioridad 1, si algo está cerca pero no representa un daño inminente, entonces es Prioridad 2, y si algo sucede fuera del DDV, entonces se indica como Prioridad 3.
CASOID	Long	10		Número del caso identificado
SHAPE	Geometry			Geometría del shape.
<b>Relaciones</b>				
<b>Feature Class relacionado</b>			<b>Nombre de la Relación</b>	
-			-	

<b>Feature DataSet</b>				<b>AfectacionesPorTerceros</b>
<b>Nombre del Feature Class</b>				<b>LineasTransmision</b>
<b>Geometría del Feature Class</b>				<b>Línea</b>
<b>Atributos</b>				
<b>Nombre</b>	<b>Tipo</b>	<b>Longitud</b>	<b>Dominio</b>	<b>Descripción</b>
OBJECTID			ObjectID	Columna única para identificar los datos en la geodatabase. Se genera automáticamente.
GLOBALID			GlobalID	Único identificador global dentro de la base de datos que corresponde al elemento o registro.
CREADOPOR	String	50		Usuario que crea el elemento.
FECHACREACION	Date			Fecha en que fue creado el elemento en la base de datos. (dd/mm/aa)
ESTADOELEMENTO	String	50	gnEstadoElemento	Simplifica las consultas en actuales o históricas.
FECHAMODIFICACION	Date			Fecha de la última modificación en la base de datos (dd/mm/aa)
MODIFICADOPOR	String	50		Usuario que realizó la última modificación.
COMENTARIOS	String	50		Descripción y/o características del elemento.
EMPRESA	String	50		Nombre de la empresa a cargo de la línea de transmisión
CONCESION	String	50		Nombre del proyecto de concesión
NOMBRELINEA	String	100		Nombre de la línea de transmisión
TENSION	Long	10		Tensión de la línea en Kv
ANCHOSERVIDUMBRE	Long	10		Indica el derecho de vía correspondiente a la línea de transmisión expresada en metros
CASOID	Long	10		Número del caso identificado
SHAPE	Geometry			Geometría del shape.
SHAPE.LEN	Double			Longitud del shape.
<b>Relaciones</b>				
<b>Feature Class relacionado</b>			<b>Nombre de la Relación</b>	
-			-	

<b>Feature DataSet</b>	<b>AfectacionesPorTerceros</b>
------------------------	--------------------------------

Nombre del Feature Class				Utilidades	
Geometría del Feature Class				Punto	
Atributos					
Nombre	Tipo	Longitud	Dominio	Descripción	
OBJECTID			ObjectID	Columna única para identificar los datos en la geodatabase. Se genera automáticamente.	
GLOBALID			GlobalID	Único identificador global dentro de la base de datos que corresponde al elemento o registro.	
CREADOPOR	String	50		Usuario que crea el elemento.	
FECHACREACION	Date			Fecha en que fue creado el elemento en la base de datos. (dd/mm/aa)	
ESTADOELEMENTO	String	50	gnEstadoElemento	Simplifica las consultas en actuales o históricas.	
FECHAMODIFICACION	Date			Fecha de la última modificación en la base de datos (dd/mm/aa)	
MODIFICADOPOR	String	50		Usuario que realizó la última modificación.	
COMENTARIOS	String	50		Descripción y/o características del elemento.	
ESTE	Double			Coordenada Este.	
NORTE	Double			Coordenada Norte.	
ALTITUD	Double			Altitud (metros sobre nivel del mar).	
TIPOMITIGACION	String	50	aptMitigInterferencia	Indica el sistema de mitigación empleado al ducto para evitar las posibles interferencias ocasionadas por utilidades próximas.	
TIPOUTILIDAD	String	50	aptTipoUtilidad	Tipo de utilidad.	
TIPOINTERFERENCIA	String	50	aptTipoInterferencia	Tipo de interferencia.	
FECHAREPORTE	Date			Fecha de reporte (dd/mm/aa).	
FECHASUPERVISION	Date			Indica la fecha de reporte y/o relevamiento en campo (dd/mm/aa)	
PKREFERENCIA	String	50		Indica el poste kilométrico de referencia tomado en campo	
PKCORREGIDO	String	50		Indica el poste kilométrico corregido	
DISTANCIA	Double			Distancia desde el ducto hasta la utilidad	
PRIORIDAD	Long	10		Es el criterio que se emplea para poder determinar el peligro de afectación de los ductos para cada caso. Si algo está afectando directamente la tubería, entonces se indica que es Prioridad 1, si algo está cerca pero no representa un daño inminente, entonces es Prioridad 2, y si algo sucede fuera del DDV, entonces se indica como Prioridad 3.	
CASOID	Long	10		Número del caso identificado	
SHAPE	Geometry			Geometría del shape.	
Relaciones					
Feature Class relacionado			Nombre de la Relación		
-			-		

Feature DataSet				AfectacionesPorTerceros	
Nombre del Feature Class				Vandalismo	
Geometría del Feature Class				Punto	
Atributos					
Nombre	Tipo	Longitud	Dominio	Descripción	
OBJECTID			ObjectID	Columna única para identificar los datos en la geodatabase. Se genera automáticamente.	

GLOBALID	GlobalID			Único identificador global dentro de la base de datos que corresponde al elemento o registro.
CREADOPOR	String	50		Usuario que crea el elemento.
FECHACREACION	Date			Fecha en que fue creado el elemento en la base de datos. (dd/mm/aa)
ESTADOELEMENTO	String	50	gnEstadoElemento	Simplifica las consultas en actuales o históricas.
FECHAMODIFICACION	Date			Fecha de la última modificación en la base de datos (dd/mm/aa)
MODIFICADOPOR	String	50		Usuario que realizó la última modificación.
COMENTARIOS	String	50		Descripción y/o características del elemento.
ESTE	Double			Coordenada Este.
NORTE	Double			Coordenada Norte.
ALTITUD	Double			Altitud (metros sobre nivel del mar).
EVIDENCIAVANDALISMO	String	50	aptVandalismo	Indica el rango y nivel de riesgo asociado a la evidencia de vandalismo en la zona, que puede afectar la integridad del ducto.
FECHAREPORTE	Date			Fecha de reporte (dd/mm/aa).
PKREFERENCIA	String	50		Indica el poste kilométrico de referencia tomado en campo
CASOID	Long	10		Número del caso identificado
SHAPE	Geometry			Geometría del shape.
<b>Relaciones</b>				
<b>Feature Class relacionado</b>			<b>Nombre de la Relación</b>	
-			-	

<b>Feature DataSet</b>				<b>AfectacionesPorTerceros</b>	
<b>Nombre del Feature Class</b>				<b>Voladuras</b>	
<b>Geometría del Feature Class</b>				<b>Punto</b>	
<b>Atributos</b>					
<b>Nombre</b>	<b>Tipo</b>	<b>Longitud</b>	<b>Dominio</b>	<b>Descripción</b>	
OBJECTID	ObjectID			Columna única para identificar los datos en la geodatabase. Se genera automáticamente.	
GLOBALID	GlobalID			Único identificador global dentro de la base de datos que corresponde al elemento o registro.	
CREADOPOR	String	50		Usuario que crea el elemento.	
FECHACREACION	Date			Fecha en que fue creado el elemento en la base de datos. (dd/mm/aa)	
ESTADOELEMENTO	String	50	gnEstadoElemento	Simplifica las consultas en actuales o históricas.	
FECHAMODIFICACION	Date			Fecha de la última modificación en la base de datos (dd/mm/aa)	
MODIFICADOPOR	String	50		Usuario que realizó la última modificación.	
COMENTARIOS	String	50		Descripción y/o características del elemento.	
ESTE	Double			Coordenada Este.	
NORTE	Double			Coordenada Norte.	
ALTITUD	Double			Altitud (metros sobre nivel del mar).	
FEHAVOLADURA	Date			Fecha de la voladura (dd/mm/aa).	
PKREFERENCIA	String	50		Poste Kilométrico de Referencia.	
TIPOEXPLOSIVO	String	50		Tipo de explosivo que se utilizó en la voladura.	
ENERGIALIBERADA	Double			Energía equivalente de liberación del explosivo	
CARTUCHOS	Double			Cartuchos empleados en la voladura.	

TOTALEXPLOSIVOS	String	50		Cantidad (kg) de explosivos total.
DISTANCIADDV	Double			Distancia desde el ducto hasta la voladura
CASOID	Long	10		Número del caso identificado
TALADROS	String	50		Numero de Taladros utilizados en el Plan de Voladura.
SHAPE	Geometry			Geometría del shape.
Relaciones				
Feature Class relacionado			Nombre de la Relación	
-			-	

### AMENAZA\_OPERACIONESINCORRECTAS

Feature DataSet				OperacionesIncorrectas
Nombre del Feature Class				ObrasGeotecnia
Geometría del Feature Class				Punto
Atributos				
Nombre	Tipo	Longitud	Dominio	Descripción
OBJECTID			ObjectID	Columna única para identificar los datos en la geodatabase. Se genera automáticamente.
GLOBALID			GuidID	Único identificador global dentro de la base de datos que corresponde al elemento o registro.
CREADOPOR	String	50		Usuario que crea el elemento.
FECHACREACION	Date			Fecha en que fue creado el elemento en la base de datos. (dd/mm/aa)
ESTADOELEMENTO	String	50	gnEstadoElemento	Simplifica las consultas en actuales o históricas.
FECHAMODIFICACION	Date			Fecha de la última modificación en la base de datos (dd/mm/aa)
MODIFICADOPOR	String	50		Usuario que realizó la última modificación.
DUCTO	String	50		Ducto en referencia.
COMENTARIOS	String	50		Descripción y/o características del elemento.
NIVELRIESGO	String	20	gnRiesgo	Peligro o riesgo en la zona (Alto, medio o bajo)
PKREFERENCIA	String	70		Indica el poste kilométrico de referencia.
PLANTRABAJO	String	100		Plan de trabajo empleado
ZONA	String	50		Zona en la que se realizaron los trabajos (Costa, Sierra o Selva)
PORCENTAJETRABAJO	Double			Trabajo de geotecnia realizado, en función de porcentaje.
FECHAINICIO	Date			Fecha en la que comenzaron los trabajos de geotecnia
REPORTADOPOR	String	100		Indica por quien fue reportado el trabajo de geotecnia.
PLANDEREALIZACION	String	250		Plan de realización.
FECHAFIN	Date			Fecha en la que culminaron los trabajos de geotecnia
AÑOOBRA	Long			Indica el año en el que se realizó la obra de geotecnia.
ESTE	Double			Coordenada Este.
NORTE	Double			Coordenada Norte.
ALTITUD	Double			Altitud (metros sobre nivel del mar).
SHAPE	Geometry			Geometria del shape.
Relaciones				

Feature Class relacionado	Nombre de la Relación
-	-

Feature DataSet				OperacionesIncorrectas
Nombre del Feature Class				ProgramaSeguridad
Geometría del Feature Class				Punto
Atributos				
Nombre	Tipo	Longitud	Dominio	Descripción
OBJECTID	ObjectID			Columna única para identificar los datos en la geodatabase. Se genera automáticamente.
GLOBALID	GuidID			Único identificador global dentro de la base de datos que corresponde al elemento o registro.
CREADOPOR	String	50		Usuario que crea el elemento.
FECHACREACION	Date			Fecha en que fue creado el elemento en la base de datos. (dd/mm/aa)
ESTADOELEMENTO	String	50	gnEstadoElemento	Simplifica las consultas en actuales o históricas.
FECHAMODIFICACION	Date			Fecha de la última modificación en la base de datos (dd/mm/aa)
MODIFICADOPOR	String	50		Usuario que realizó la última modificación.
COMENTARIOS	String	50		Descripción y/o características del elemento.
ESTE	Double			Coordenada Este.
NORTE	Double			Coordenada Norte.
ALTITUD	Double			Altitud (metros sobre nivel del mar).
PROGRAMASEGURIDAD	String	100		Describe las actividades que se desarrollaron en el programa de seguridad ante posibles emergencias.
EXISTEPROGRAMASEGURIDAD	String	10	gnSiNo	Indica si se realizó un programa de seguridad previo en la zona
FECHA	Date			Fecha en la que se llevó a cabo el programa de seguridad (dd/mm/aa).
ZONA	String	50		Describe el sector o zona donde se realizó el simulacro.
SHAPE	Geometry			Geometría del shape.
Relaciones				
Feature Class relacionado				Nombre de la Relación
-				-

Feature DataSet				OperacionesIncorrectas
Nombre del Feature Class				Simulacros
Geometría del Feature Class				Punto
Atributos				
Nombre	Tipo	Longitud	Dominio	Descripción
OBJECTID	ObjectID			Columna única para identificar los datos en la geodatabase. Se genera automáticamente.
GLOBALID	GuidID			Único identificador global dentro de la base de datos que corresponde al elemento o registro.
CREADOPOR	String	50		Usuario que crea el elemento.
FECHACREACION	Date			Fecha en que fue creado el elemento en la base de datos. (dd/mm/aa)
ESTADOELEMENTO	String	50	gnEstadoElemento	Simplifica las consultas en actuales o históricas.



FECHAMODIFICACION	Date			Fecha de la última modificación en la base de datos (dd/mm/aa)
MODIFICADOPOR	String	50		Usuario que realizó la última modificación.
DUCTO	String	50		Ducto en referencia.
COMENTARIOS	String	50		Descripción y/o características del elemento.
ESTE	Double			Coordenada Este.
NORTE	Double			Coordenada Norte.
ALTITUD	Double			Altitud (metros sobre nivel del mar).
NOMBRESIMULACRO	String	100		Describe las actividades que se desarrollaron en el entrenamiento ante posibles emergencias.
EXISTESIMULACRO	String	10	gnSiNo	Indica si se realizó un simulacro o plan de contingencia ante posibles eventos de emergencia.
FECHA	Date			Fecha en la que se llevó a cabo el simulacro (dd/mm/aa).
ZONA	String	50		Describe el sector o zona donde se realizó el simulacro.
SHAPE	Geometry			Geometría del shape.
<b>Relaciones</b>				
<b>Feature Class relacionado</b>		<b>Nombre de la Relación</b>		
-		-		

### AMENAZA\_DEFECTOSFABRICACION

Feature DataSet				DefectosFabricacion
Nombre del Feature Class				Codo
Geometría del Feature Class				Punto
Atributos				
Nombre	Tipo	Longitud	Dominio	Descripción
OBJECTID			ObjectID	Columna única para identificar los datos en la geodatabase. Se genera automáticamente.
GLOBALID			GuidID	Único identificador global dentro de la base de datos que corresponde al elemento o registro.
CREADOPOR	String	50		Usuario que crea el elemento.
FECHACREACION	Date			Fecha en que fue creado el elemento en la base de datos. (dd/mm/aa)
ESTADOELEMENTO	String	50	gnEstadoElemento	Simplifica las consultas en actuales o históricas.
FECHAMODIFICACION	Date			Fecha de la última modificación en la base de datos (dd/mm/aa)
MODIFICADOPOR	String	50		Usuario que realizó la última modificación.
DUCTO	String	50		Ducto en referencia.
COMENTARIOS	String	50		Descripción y/o características del elemento.
ESTE	Double			Coordenada Este.
NORTE	Double			Coordenada Norte.
ALTITUD	Double			Altitud (metros sobre nivel del mar).
POSICION	Double			Ubicación de la variable en el ducto mediante su progresiva (distancia de tubo a tubo).
ÁNGULOCODO	Double			Indica el ángulo que forma el codo con la tubería (ejemplo, 30 °, 45°)
RADIOCODO	Double			Indica el radio del codo de un extremo a otro.
ESPECIFICACION	String	50	dfEspecificacionCodo	Describe la especificación del segmento de tubería que se fabrica para API, ANSI, ASTM y otras organizaciones que publican todas las instrucciones de tuberías. Incluye características como ovalidad, variación espesor de la pared, la fuerza, etc.
FECHAFABRICACION	Date			Fecha de fabricación (dd/mm/aa)

GRADO	String	50	dfGrado	Indica el grado de composición química del acero utilizado para la fabricación de la tubería. Por ejemplo: Grado A (menos carbono) tiene menor resistencia, pero de mayor ductilidad, Grado B (más carbono) es mayor fuerza, pero menos dúctiles, y etc.
TIPOCONEXION	String	50	dfTipoConexion	Tipo de entrada de la conexión según dominio
DIAMETRO	String	50	gnDiametro	Indica el diámetro de entrada del codo a la tubería
ESPESORPAREDTEXT	String	50	dfEspesor	Indica el espesor de pared del tubo de derivación según el dominio.
MATERIAL	String	50	dfMaterial	Tipo de material con el que fue elaborado
FECHAINSTALACION	Date			Fecha de instalación. (dd/mm/aa).
FECHASERVICIO	Date			Fecha de servicio. (dd/mm/aa).
CALIDAD SOLDADURA	String	50	dfCalidadSoldadura	Indica la calidad de la soldadura en ese punto, según dominio.
SHAPE	Geometry			Geometría del shape.
<b>Relaciones</b>				
<b>Feature Class relacionado</b>			<b>Nombre de la Relación</b>	
Ductos			Codo_relationship	

<b>Feature DataSet</b>				<b>DefectosFabricacion</b>	
<b>Nombre del Feature Class</b>				<b>FibraOptica</b>	
<b>Geometría del Feature Class</b>				<b>Línea</b>	
<b>Atributos</b>					
<b>Nombre</b>	<b>Tipo</b>	<b>Longitud</b>	<b>Dominio</b>	<b>Descripción</b>	
OBJECTID			ObjectID	Columna única para identificar los datos en la geodatabase. Se genera automáticamente.	
GLOBALID			GuidID	Único identificador global dentro de la base de datos que corresponde al elemento o registro.	
CREADOPOR	String	50		Usuario que crea el elemento.	
FECHACREACION	Date			Fecha en que fue creado el elemento en la base de datos. (dd/mm/aa)	
ESTADOELEMENTO	String	50	gnEstadoElemento	Simplifica las consultas en actuales o históricas.	
FECHAMODIFICACION	Date			Fecha de la última modificación en la base de datos (dd/mm/aa)	
MODIFICADOPOR	String	50		Usuario que realizó la última modificación.	
COMENTARIOS	String	50		Descripción y/o características del elemento.	
ID	String	50		Identificador de fibra óptica	
FECHAINSTALACION	Date			Fecha de instalación (dd/mm/aa)	
TIPO	String	50		Indica el tipo de fibra óptica instalado	
MODELO	String	30		Modelo de fibra (single-modo o multi-modo)	
CAPACIDAD	String	50		Capacidad en el cable de fibra óptica.	
CANTIDADPELOS	Short			Describe la cantidad de pelos de fibra dentro del cable.	
ATENUACION	Double			Es el valor de pérdida en la transmisión de fibra óptica, ya sea de fábrica o por la misma transmisión.	
HABILITADO	String	20		Indica si el cable de fibra óptica se encuentra habilitado o no.	
<b>Relaciones</b>					
<b>Feature Class relacionado</b>			<b>Nombre de la Relación</b>		
-			-		

Feature DataSet				DefectosFabricacion	
Nombre del Feature Class				Manga	
Geometría del Feature Class				Línea	
Atributos					
Nombre	Tipo	Longitud	Dominio	Descripción	
OBJECTID			ObjectID	Columna única para identificar los datos en la geodatabase. Se genera automáticamente.	
GLOBALID			GuidID	Único identificador global dentro de la base de datos que corresponde al elemento o registro.	
CREADOPOR	String	50		Usuario que crea el elemento.	
FECHACREACION	Date			Fecha en que fue creado el elemento en la base de datos. (dd/mm/aa)	
ESTADOELEMENTO	String	50	gnEstadoElemento	Simplifica las consultas en actuales o históricas.	
FECHAMODIFICACION	Date			Fecha de la última modificación en la base de datos (dd/mm/aa)	
MODIFICADOPOR	String	50		Usuario que realizó la última modificación.	
DUCTO	String	50		Ducto en referencia.	
COMENTARIOS	String	50		Descripción y/o características del elemento.	
POSICIONINICIAL	Double			Progresiva inicial para la determinación de la proximidad de la estación	
POSICIONFINAL	Double			Progresiva final para la determinación de la proximidad de la estación	
GRADO	String	50	dfGrado	Indica el grado de composición química del acero utilizado para la fabricación de la tubería. Por ejemplo: Grado A (menos carbono) tiene menor resistencia, pero de mayor ductilidad, Grado B (más carbono) es mayor fuerza, pero menos dúctiles, y etc.	
DIAMETRO	Double		gnDiametro	Indica el diámetro de entrada del codo a la tubería	
LONGITUD	Short			Longitud de la manga	
TIPOMANGA	String	50	dfTipoManga	Tipo de manga según el dominio.	
ESPESORPARED	Double		dfEspesor	Indica el espesor de pared del tubo de derivación según el dominio.	
CALIDAD SOLDADURA	String	50	dfCalidadSoldadura	Indica la calidad de la soldadura en ese punto, según dominio.	
FECHAFABRICACION	Date			Fecha de fabricación (dd/mm/aa)	
FECHAINSTALACION	Date			Fecha de instalación. (dd/mm/aa).	
FECHASERVICIO	Date			Fecha de servicio. (dd/mm/aa).	
SHAPE	Geometry			Geometria del shape.	
Relaciones					
Feature Class relacionado			Nombre de la Relación		
Ductos			Manga_relationship		

### AMENAZA\_FALLASENEQUIPOS

Feature DataSet				FallasEnEquipos	
Nombre del Feature Class				Antenas	
Geometría del Feature Class				Punto	
Atributos					
Nombre	Tipo	Longitud	Dominio	Descripción	
OBJECTID			ObjectID	Columna única para identificar los datos en la geodatabase. Se genera automáticamente.	

GLOBALID	GuidID			Único identificador global dentro de la base de datos que corresponde al elemento o registro.
CREADOPOR	String	50		Usuario que crea el elemento.
FECHACREACION	Date			Fecha en que fue creado el elemento en la base de datos. (dd/mm/aa)
ESTADOELEMENTO	String	50	gnEstadoElemento	Simplifica las consultas en actuales o históricas.
FECHAMODIFICACION	Date			Fecha de la última modificación en la base de datos (dd/mm/aa)
MODIFICADOPOR	String	50		Usuario que realizó la última modificación.
COMENTARIOS	String	50		Descripción y/o características del elemento.
ESTE	Double			Coordenada Este.
NORTE	Double			Coordenada Norte.
ALTITUD	Double			Altitud (metros sobre nivel del mar).
NOMBRE	String	50		Nombre de la antena.
PROPIETARIO	String	250		Describe al propietario del predio donde se encuentra la antena.
CONTRATO	String	250		Tiempo de vencimiento del contrato del predio.
RENTA	String	250		Pago que se realizó por el contrato.
ALTURAANTENA	Double			Indica a que altura esta la antena (metros)
TIPOANTENA	String	25		Tipo de Antena.
TIPOTORRE	String	30		Describe de que tipo es la torre.
FRECUENCIAINSPECCION	String	50	gnFrecuencialnspeccion	Indica la frecuencia de inspección que se da a la válvula, tomando un rango de tiempo que se encuentra en el dominio.
SHAPE	Geometry			Geometría del shape.
<b>Relaciones</b>				
<b>Feature Class relacionado</b>			<b>Nombre de la Relación</b>	
-			-	

<b>Feature DataSet</b>				<b>FallasEnEquipos</b>	
<b>Nombre del Feature Class</b>				<b>CajaEmpalme</b>	
<b>Geometría del Feature Class</b>				<b>Punto</b>	
<b>Atributos</b>					
<b>Nombre</b>	<b>Tipo</b>	<b>Longitud</b>	<b>Dominio</b>	<b>Descripción</b>	
OBJECTID			ObjectID	Columna única para identificar los datos en la geodatabase. Se genera automáticamente.	
GLOBALID			GuidID	Único identificador global dentro de la base de datos que corresponde al elemento o registro.	
CREADOPOR	String	50		Usuario que crea el elemento.	
FECHACREACION	Date			Fecha en que fue creado el elemento en la base de datos. (dd/mm/aa)	
ESTADOELEMENTO	String	50	gnEstadoElemento	Simplifica las consultas en actuales o históricas.	
FECHAMODIFICACION	Date			Fecha de la última modificación en la base de datos (dd/mm/aa)	
MODIFICADOPOR	String	50		Usuario que realizó la última modificación.	
COMENTARIOS	String	50		Descripción y/o características del elemento.	
ESTE	Double			Coordenada Este.	
NORTE	Double			Coordenada Norte.	

ALTITUD	Double			Altitud (metros sobre nivel del mar).
NOMBRE	String	50		Nombre identificador de la caja de empalme
TIPOCAJA	String	50		Tipo de caja de empalme
ATENUACION	Double			Es el valor de pérdida en la transmisión de fibra óptica
DISTANCIAFO	Double			Distancia desde el poste kilométrico a la caja de empalme.
HABILITACION	String	10	gnSiNo	Indica si la caja de empalme se encuentra habilitada o no.
ACCESORIOSADICIONALES	String	20		Describe los accesorios complementarios que acompañan a la caja de empalme.
SHAPE	Geometry			Geometría del shape.
Relaciones				
Feature Class relacionado			Nombre de la Relación	
-			-	

Feature DataSet				FallasEnEquipos
Nombre del Feature Class				Estaciones
Geometría del Feature Class				Punto
Atributos				
Nombre	Tipo	Longitud	Dominio	Descripción
OBJECTID			ObjectID	Columna única para identificar los datos en la geodatabase. Se genera automáticamente.
GLOBALID			GuidID	Unico identificador global dentro de la base de datos que corresponde al elemento o registro.
CREADOPOR	String	50		Usuario que crea el elemento.
FECHACREACION	Date			Fecha en que fue creado el elemento en la base de datos. (dd/mm/aa)
ESTADOELEMENTO	String	50	gnEstadoElemento	Simplifica las consultas en actuales o históricas.
FECHAMODIFICACION	Date			Fecha de la última modificación en la base de datos (dd/mm/aa)
MODIFICADOPOR	String	50		Usuario que realizó la última modificación.
DUCTO	String	50		Ducto en referencia.
COMENTARIOS	String	50		Descripción y/o características del elemento.
NOMBRE	String	50		Nombre de la estación
TIPOESTACION	String	50	feTipoEstacion	Tipo de estación según el dominio.
FECHAINSTALACION	Date			Fecha de instalación. (dd/mm/aa).
FECHASERVICIO	Date			Fecha de servicio. (dd/mm/aa).
FRECUENCIAINSPECCION	String	50	gnFrecuencialnspeccion	Indica la frecuencia de inspección que se le da a la válvula, tomando un rango de tiempo que se encuentra en el dominio.
ESTE	Double			Coordenada Este.
NORTE	Double			Coordenada Norte.
ALTITUD	Double			Altitud (metros sobre nivel del mar).
SHAPE	Geometry			Geometria del shape.
Relaciones				
Feature Class relacionado			Nombre de la Relación	
-			-	

Feature DataSet				FallasEnEquipos
Nombre del Feature Class				PuntoKilométrico
Geometría del Feature Class				Punto
Atributos				
Nombre	Tipo	Longitud	Dominio	Descripción
OBJECTID			ObjectID	Columna única para identificar los datos en la geodatabase. Se genera automáticamente.
GLOBALID			GuidID	Único identificador global dentro de la base de datos que corresponde al elemento o registro.
CREADOPOR	String	50		Usuario que crea el elemento.
FECHACREACION	Date			Fecha en que fue creado el elemento en la base de datos. (dd/mm/aa)
ESTADOELEMENTO	String	50	gnEstadoElemento	Simplifica las consultas en actuales o históricas.
FECHAMODIFICACION	Date			Fecha de la última modificación en la base de datos (dd/mm/aa)
MODIFICADOPOR	String	50		Usuario que realizó la última modificación.
DUCTO	String	50		Ducto en referencia.
COMENTARIOS	String	50		Descripción y/o características del elemento.
FECHAINSTALACION	Date			Fecha de instalación. (dd/mm/aa).
FECHASERVICIO	Date			Fecha de servicio. (dd/mm/aa).
NUMEROPK	String	50		Es el nombre, número, código o identificación que se le da al poste kilométrico.
TIPODEPUNTOKMM	String	50	feTipoPunto	Indica el tipo de punto kilométrico (Aéreo, terrestre, etc.)
ESTE	Double			Coordenada Este.
NORTE	Double			Coordenada Norte.
ALTITUD	Double			Altitud (metros sobre nivel del mar).
SHAPE	Geometry			Geometría del shape.
Relaciones				
Feature Class relacionado			Nombre de la Relación	
-			-	

Feature DataSet				FallasEnEquipos
Nombre del Feature Class				Válvulas
Geometría del Feature Class				Punto
Atributos				
Nombre	Tipo	Longitud	Dominio	Descripción
OBJECTID			ObjectID	Columna única para identificar los datos en la geodatabase. Se genera automáticamente.
GLOBALID			GuidID	Único identificador global dentro de la base de datos que corresponde al elemento o registro.
CREADOPOR	String	50		Usuario que crea el elemento.
FECHACREACION	Date			Fecha en que fue creado el elemento en la base de datos. (dd/mm/aa)
ESTADOELEMENTO	String	50	gnEstadoElemento	Simplifica las consultas en actuales o históricas.
FECHAMODIFICACION	Date			Fecha de la última modificación en la base de datos (dd/mm/aa)
MODIFICADOPOR	String	50		Usuario que realizó la última modificación.
DUCTO	String	50		Ducto en referencia.

COMENTARIOS	String	50		Descripción y/o características del elemento.
AUTOMATICO	String	50	gnSiNo	Indica si la válvula se abre o se cierra automáticamente en cierta circunstancias
TIPOCONEXION	String	50	dfTipoConexion	Indica el tipo de conexión en la entrada según el dominio.
FUNCIONVALVULA	String	50	feFuncionValvula	Describe la función que desempeña la válvula (por ejemplo, comprobar, regulación, etc.).
NUMEROVALVULA	String	50		Número de la válvula
FECHAINSTALACION	Date			Fecha de instalación. (dd/mm/aa).
FECHASERVICIO	Date			Fecha de servicio. (dd/mm/aa).
TIPOVALVULA	String	50	feTipoValvula	Tipo de válvula según el dominio.
FRECUENCIAINSPECCION	String	50	gnFrecuencialnspeccion	Indica la frecuencia de inspección que se le da a la válvula, tomando un rango de tiempo que se encuentra en el dominio.
ESTE	Double			Coordenada Este.
NORTE	Double			Coordenada Norte.
ALTITUD	Double			Altitud (metros sobre nivel del mar).
SHAPE	Geometry			Geometría del shape.
<b>Relaciones</b>				
<b>Feature Class relacionado</b>		<b>Nombre de la Relación</b>		
-		-		

### AMENAZA\_DEFECTOSCONSTRUCCION

Feature DataSet				DefectosConstruccion
Nombre del Feature Class				Derivación
Geometría del Feature Class				Punto
Atributos				
Nombre	Tipo	Longitud	Dominio	Descripción
OBJECTID			ObjectID	Columna única para identificar los datos en la geodatabase. Se genera automáticamente.
GLOBALID			GuidID	Único identificador global dentro de la base de datos que corresponde al elemento o registro.
CREADOPOR	String	50		Usuario que crea el elemento.
FECHACREACION	Date			Fecha en que fue creado el elemento en la base de datos. (dd/mm/aa)
ESTADOELEMENTO	String	50	gnEstadoElemento	Simplifica las consultas en actuales o históricas.
FECHAMODIFICACION	Date			Fecha de la última modificación en la base de datos (dd/mm/aa)
MODIFICADOPOR	String	50		Usuario que realizó la última modificación.
DUCTO	String	50		Ducto en referencia.
COMENTARIOS	String	50		Descripción y/o características del elemento.
ESTE	Double			Coordenada Este.
NORTE	Double			Coordenada Norte.
ALTITUD	Double			Altitud (metros sobre nivel del mar).
AUTOMATICO	String	50	gnSiNo	Indica si la válvula se abre o se cierra automáticamente en cierta circunstancias

TIPOCONEXION	String	50	dfTipoConexion	Indica el tipo de conexión en la entrada según el dominio.
PRESIONDERIVACION	Long			Indica la presión en el lugar de la derivación
FUNCIONDERIVACION	String	50	feFuncionValvula	Describe la función que desempeña la válvula de derivación (por ejemplo, comprobar, regulación, etc).
NUMERODERIVACION	String	50		Indica el código o número de identificación de la derivación
FECHAINSTALACION	Date			Fecha de instalación. (dd/mm/aa).
FECHASERVICIO	Date			Fecha de servicio. (dd/mm/aa).
TIPODERIVACION	String	50	feTipoValvula	Tipo de válvula de derivación según el dominio.
FRECUENCIAINSPECCION	String	50	gnFrecuenciaInspeccion	Indica la frecuencia de inspección que se le da a la válvula de derivación, tomando un rango de tiempo que se encuentra en el dominio.
SHAPE	Geometry			Geometría del shape.
<b>Relaciones</b>				
<b>Feature Class relacionado</b>			<b>Nombre de la Relación</b>	
-			-	

Feature DataSet				DefectosConstruccion
Nombre del Feature Class				Soldadura
Geometría del Feature Class				Punto
Atributos				
Nombre	Tipo	Longitud	Dominio	Descripción
OBJECTID			ObjectID	Columna única para identificar los datos en la geodatabase. Se genera automáticamente.
GLOBALID			GuidID	Único identificador global dentro de la base de datos que corresponde al elemento o registro.
CREADOPOR	String	50		Usuario que crea el elemento.
FECHACREACION	Date			Fecha en que fue creado el elemento en la base de datos. (dd/mm/aa)
ESTADOELEMENTO	String	50	gnEstadoElemento	Simplifica las consultas en actuales o históricas.
FECHAMODIFICACION	Date			Fecha de la última modificación en la base de datos (dd/mm/aa)
MODIFICADOPOR	String	50		Usuario que realizó la última modificación.
DUCTO	String	50		Ducto en referencia.
COMENTARIOS	String	50		Descripción y/o características del elemento.
ESTE	Double			Coordenada Este.
NORTE	Double			Coordenada Norte.
ALTITUD	Double			Altitud (metros sobre nivel del mar).
FECHAINSTALACION	Date			Fecha de instalación. (dd/mm/aa).
FECHASERVICIO	Date			Fecha de servicio. (dd/mm/aa).
TIPOSOLDADURA	String	50	dfTipoSoldadura	Describe el tipo de método de unión en función de la característica de subtipo.
FABRICANTESOLDADURA	String	50		Indica el fabricante del material
PRESIONSOLDADURA	String	50	dfPresionSoldadura	Indica los valores de presión presentados.
ID	String	30		Codificación para la soldadura.



CONDICION	String	50	dfCondicionSoldadura	Indica cuál es la condición en la que se encuentra las uniones de las tuberías según el dominio.
RADIOGRAFIA	String	50	gnSiNo	Indica si se ha realizado una "radiografía" al ducto, para ver en las condiciones en la que se encuentra.
PK	String	30		Poste kilométrico de referencia
TIPORECUBRIMIENTO	String	50	dfRecubrimiento	Indica el tipo de recubrimiento según el dominio.
CALIDAD SOLDADURA	String	50	dfCalidadSoldadura	Indica la calidad de la soldadura tomando en cuenta el dominio.
SHAPE	Geometry			Geometría del shape.
<b>Relaciones</b>				
<b>Feature Class relacionado</b>			<b>Nombre de la Relación</b>	
Ductos			Soldadura_relationship	

<b>Feature DataSet</b>				<b>DefectosConstruccion</b>	
<b>Nombre del Feature Class</b>				<b>Tapada</b>	
<b>Geometría del Feature Class</b>				<b>Punto</b>	
<b>Atributos</b>					
<b>Nombre</b>	<b>Tipo</b>	<b>Longitud</b>	<b>Dominio</b>	<b>Descripción</b>	
OBJECTID			ObjectID	Columna única para identificar los datos en la geodatabase. Se genera automáticamente.	
GLOBALID			GuidID	Único identificador global dentro de la base de datos que corresponde al elemento o registro.	
CREADOPOR	String	50		Usuario que crea el elemento.	
FECHACREACION	Date			Fecha en que fue creado el elemento en la base de datos. (dd/mm/aa)	
ESTADOELEMENTO	String	50	gnEstadoElemento	Simplifica las consultas en actuales o históricas.	
FECHAMODIFICACION	Date			Fecha de la última modificación en la base de datos (dd/mm/aa)	
MODIFICADOPOR	String	50		Usuario que realizó la última modificación.	
DUCTO	String	50		Ducto en referencia.	
COMENTARIOS	String	50		Descripción y/o características del elemento.	
POSICION	Double			Ubicación de la variable en el ducto mediante su progresiva (distancia de tubo a tubo).	
ESTE	Double			Coordenada Este.	
NORTE	Double			Coordenada Norte.	
ALTITUD	Double			Altitud (metros sobre nivel del mar).	
TAPADA	Double			Indica la tapada (metros) en la zona.	
FECHAREPORTE	Date			Indica la fecha del reporte de la tapada.	
FUENTE	String	50		Describe la fuente/origen/procedencia de la información.	
SHAPE	Geometry			Geometría del shape.	
<b>Relaciones</b>					
<b>Feature Class relacionado</b>			<b>Nombre de la Relación</b>		
Ductos			Tapada_relationship		

## Anexo N° 04. Listado de dominios de la base de datos

### AMENAZA\_AFECTACIONESPORTERCEROS

#### **aptEstadoEstructura**

Desconocido

Existente

Nueva

#### **aptMitigInterferencia**

ON Potencial y / o INSTANT OFF Variable potencial o incierta

ON Potencial > = INSTANT OFF Potencial

Sin identificación

Sistema de mitigación aplicado con dispositivo de acoplamiento

Sistema de mitigación aplicado sin dispositivo de acoplamiento

Tensión de CA > = 15 VCA y / o AC > = 100 A / m2

#### **aptTipoCruce**

Acera

Alcantarilla

Autopista

Camino de grava

Carretera

Desconocido

Entrada de coches

Ferrocarril

Pista de aterrizaje

#### **aptTipoEstructura**

Almacén

Apartamento

Área de ensamblado

Area Recreativa

Arena

Asilo

Cantera

Cementerio

Cerca

Colegio

Cuartel

Desconocido

Estación de bomberos

Estacionamiento

Estadio

Estructura BIHO

Fábrica

Garaje

Granero

Guardería

Hospital

Hotel

Iglesia

Industrial

Instalación religiosa

Instalaciones recreativas

Losas

Negocios

Parque

Patio de recreo

Plantación

Playa

Prisión

Reservorios

Residencia (Casa)

Residencia (Condominio)

Residencia (Departamentos)

Residuos

Terreno de camping

#### **aptTipoExcavacion**

Común

Terreno semi.duro

En Roca

Traspaleo

Agotamiento

Entibamiento

Desconocido

#### **aptTipoInterferencia**

Desconocido

Interferencia AC

Interferencia DC

#### **aptTipoUtilidad**

Alcantarilla

Cable aéreo

Cable de alta tensión

Cable subterráneo (conducto)

Canal de agua

Cerca

Desconocido

Línea de alcantarillado

Línea de agua

Línea eléctrica

Linea telefonica

Oleoducto / gasoducto

Tubos de otras compañías

#### **aptVandalismo**

Desconocido

Evidencia en el último año

Evidencia > 1 año

No Evidencia

## AMENAZA\_CORROSIONEXTERNA

### ceAgresividad

Insignificante  
Leve  
Considerable  
Severo  
Muy Severo

### ceBacterias

MIC BPA <10000 bacterias/ml  
MIC BSR <1000 bacterias/ml  
MIC BPA >10000 bacterias/ml  
MIC BSR >1000 bacterias/ml  
Desconocido

### ceCloruros

Cl <500  
1.500 > Cl ≥ 500  
5.000 > Cl ≥ 1.500  
Cl ≥ 5.000  
Desconocido

### ceGradoPH

Alcalino  
Moderado  
Severo

### ceGradoRedox

Leve  
Moderado  
No corrosivo  
Severo

### ceGradoSulfuros

Corrosivo  
Moderado  
No corrosivo

### cePHSuelo

>7,5  
>5,5 y ≤ 7,5  
>5,5

Desconocido

### ceRedox

Redox >400  
200 < Redox ≤ 400  
100 < Redox ≤ 200  
Redox ≤ 100

Desconocido

### ceSulfatos

SO4 <50  
100 > SO4 ≥ 50  
150 > SO4 ≥ 100  
200 > SO4 ≥ 150  
SO4 ≥ 200

Desconocido

### ceSulfuros

S = 0  
0,5 ≥ S > 0  
S > 0,5  
Desconocido

## AMENAZA\_CORROSIONINTERNA

### ciRangoBacterias

MIC BPA <10000 bacterias/ml  
MIC BSR <1000 bacterias/ml  
MIC BPA >10000 bacterias/ml  
MIC BSR >1000 bacterias/ml  
MIC BHT o BAnT <10000 bacterias/ml  
MIC BHT o BAnT >10000 bacterias/ml  
Desconocido

### ciVelocidadFluido

1 m/s < V ≤ Velocidad erosional  
V < 1 m/s, Presencia de sedimentos

V > Velocidad erosional  
Desconocido

### ciVelocidadCorrosion

< 2 mpy  
2 – 5 mpy  
5 -10 mpy  
>10 mpy

### ciTipoVelocidadFluido

Velocidad operacional  
Velocidad erosional

## AMENAZA\_CORROSIONBAJOESFUERZO

### csAbolladura

Abolladuras con grietas con profundidad ≥ 2% del diámetro nominal  
Abolladuras sin grietas con profundidad < 6% del diámetro nominal  
Abolladuras sin grietas con profundidad ≥ 6% del diámetro nominal

Ausencia de abolladuras

### csArruga

Presencia de "miter bends" (codos segmentados) en sistemas operando a un esfuerzo ≥ 40% SMYS

Presencia de "wrinkle bends" (arrugas en dobleces ) en sistemas operando a un esfuerzo  $\geq 30\%$  SMYS

Presencia de curvas (bends) con los siguientes radios mínimos de curvatura: >18 veces el diámetro, para Diámetros > 12", >21 veces el diámetro para diámetro=14", > 24 veces el diámetro para diámetro=16", > 27 veces el diámetro para diámetro=18" y > 30 veces el diámetro para diámetros  $\geq 20$ "

Presencia de curvas (bends) con los siguientes radios mínimos de curvatura: <18 veces el diámetro, para Diámetros  $\leq 12$ ", 21 veces el diámetro para diámetro=14", 24 veces el diámetro para diámetro=16", 27

veces el diámetro para diámetro=18" y 30 veces el diámetro para diámetros  $\geq 20$ "

Presencia de miter bends en sistemas operando a un esfuerzo < 40% SMYS

Presencia de wrinkle bends en sistemas operando a un esfuerzo < 30% SMYS

Se desconoce la existencia de bends, miter bends y wrinkle bends

#### **csGrietas**

Alta

Baja

Insignificante

Media

Muy baja

### **AMENAZA\_DEFECTOSCONSTRUCCION**

#### **dcTipoDistribucion**

Desconocido

Distribución

Reunión de alta presión

Reunión de baja presión

Transmisión

#### **dcTipoPresion**

De diseño

Desconocido

Facilidad máxima permisible de operación

Máxima presión operativa permitida

Máxima presión reducida permitida

Máxima seguridad

Máximo permisible permitido

Mejora de las instalaciones

Presión de funcionamiento máxima

Presión de funcionamiento máxima permitida

Presión de funcionamiento mínima

Prueba insitu

### **AMENAZA\_DEFECTOSFABRICACION**

#### **dfCalidadSoldadura**

Alto

Desconocido

Pobre

Promedio

#### **dfCondicionSoldadura**

Bueno

Desconocido

Justa

#### **dfEspecificacionCodo**

Desconocido

ANSI

API 5

API 5LX

API 6A

ASME B16.20

ASTM A105

AWWA C207-55

DOT 195

Grado A

Grado B

MSS SP 42

NACE RP-0172

OSHA

SSPC

#### **dfEspesor**

5.563

6.35

7.137

7.925

8.738

9.271

9.525

10.312

11.125

11.43

11.887

11.91

11.913

12.7

14.27

14.275

15.875

17.475

17.48

19.05

20.625

22.225

25.4

**dfGrado**

Desconocido

Grado A

Grado B

Grado C

Y42

Y52

Y56

Y60

Y70

X70

Grado A25

X65

X60

X56

X52

X46

**dfMaterial**

Acero

Concreto

Desconocido

PVC

**dfPresionSoldadura**

API WOG 150 PSI

API WOG 275 PSI

API WOG 300 PSI

API WOG 400 PSI

API WOG 500 PSI

API WOG 600 PSI

API WOG 700 PSI

API WOG 720 PSI

API WOG 800 PSI

API WOG 850 PSI

API WOG 900 PSI

API WOG 950 PSI

API WOG 960 PSI

API WOG 980 PSI

API WOG 1000 PSI

API WOG 1500 PSI

API WOG 2000 PSI

API WOG 3000 PSI

API WOG 5000 PSI

API WOG 10000 PSI

API WOG 15000 PSI

API WOG 20000 PSI

**dfRecubrimiento**

Desconocido

Desnudo

Epoxy

Manga de juntas de aislamiento

**dfTipoConexion**

Acoplamiento

Acoplamiento de cilindro

Cerco completo

Desconocido

Extremo atornillado

Fabricación compuesta

Flanged final

Ninguna

Plain final

Sillín

Soldadura final

Soldadura Socket

Tipo de anillo Junta final

**dfTipoManga**

Abrazadera de fuga

Desconocido

Funda de refuerzo

Manga completa dividida soldada con autógena

Manga compuesta

Manga de emergencia

Manga de refuerzo de acoplamiento

Manga de refuerzo de soldadura

Manga de anillo

Manga recogida

Recorte de tubería

**dfTipoSoldadura**

Acoplamiento mecánico roscado

Filete de soldadura

Junto Dresser - acetileno autógena

SEW w / Dresser junta conjunta

Soldadura a presión

Soldadura a tope

Soldadura de acetileno

Soldadura de arco de metal blindado

Soldadura eléctrica automática

Soldadura eléctrica manual

Soldadura manual por arco

Sólida soldadura eléctrica

**AMENAZA\_FALLASENEQUIPOS**

**feFuncionValvula**

Comprobación

Desconocido

Empate

Goteo

Lado

Puerta de fuego

Regulador

Soplo (Alivio)

**feTipoEstacion**

City Gate  
 Estación compresora  
 Estación controladora de presión  
 Estación de bombeo  
 Estación medidora  
 Estación reductora de presión  
 Scraper Facility

**feTipoPunto**

Aereo  
 Desconocido  
 Monumento  
 Protección Catódica

Terrestre

**feTipoValvula**

Aguja  
 Check  
 Controlador  
 Diafragma  
 Enchufe  
 Globo  
 Mariposa  
 Pelota  
 Portón  
 Seguridad  
 Tres vías

**AMENAZA\_FUERZASEXTERNAS****fexAceleracionSuelo**

$\geq 0,2G$   
 $0,1G \leq x < 0,2G$   
 $0,1G < x$   
 Datos inexistentes/desconocido

**fexDuracionCorriente**

Efímero  
 Intermitente/Estacional  
 Perenne

**fexHuaycosCuenca**

Cuenca con material fuente y pendientes > 50%  
 Cuenca sin material fuente  
 NA

**fexMitigacionErosion**

No requiere  
 Requiere y tiene  
 Sacos de tubería

**fexMitigacionHuaycos**

Enrocados de piso  
 Enrocados de piso + check dams  
 Enrocados de piso + check dams + nuevas tecnologías  
 No requiere  
 Requiere, pero no tiene

**fexMitigacionSismo**

No requiere  
 Requiere y tiene  
 Sacos de tubería

**fexMorfologiaCauce**

Anastomasado  
 Meandrico  
 Semirecto  
 Sinuoso  
 Trenzado

**fexTipoUsoSuelo**

Agrícola  
 Comercial - alta densidad  
 Comercial - baja densidad  
 Comercial - densidad media  
 Desconocido  
 Industrial - alta densidad  
 Industrial - baja densidad  
 Paisaje  
 Residencial - alta densidad  
 Residencial - baja densidad  
 Residencial - densidad media  
 Residencial - muy baja densidad  
 Zona protegida

**DOMINIOS GENERALES****gnDiametro**

10.75  
 12  
 14  
 16  
 18  
 20  
 22  
 24  
 30  
 32

36

**gnEstadoElemento**

Actual  
 Histórico

**gnFrecuenciaInspeccion**

Diario  
 Semanalmente  
 Dos veces por semana  
 $\leq 6$  meses  
 6 - 12 meses  
 12 - 24 meses

24 - 48 meses	julio
48 - 72 meses	vatio
> 72 meses	culombio
Ninguna	voltio
Desconocido	siemens
<b>gnDuctos</b>	faradio
NG	weber
NGL	tesla
<b>gnRiesgo</b>	henrio
Muy bajo	celsius
Bajo	lumen
Medio	lux
Alto	bacquerel
Muy alto	gray
Nulo	sievert
<b>gnSiNo</b>	katal
Si	grado
No	minuto
<b>gnSusceptibilidad</b>	segundo
Despreciable	litro
Baja	tonelada
Media	hectárea
Alta	
Muy Alta	
<b>gnTemperatura</b>	
$T \leq 100 \text{ }^\circ\text{F} (37,7 \text{ }^\circ\text{C})$	
$100^\circ\text{F} \geq T \geq 140^\circ\text{F} (60^\circ\text{C})$	
$T > 140^\circ\text{F}$	
Desconocido	
<b>gnUnidadLectura</b>	
metro	
kilogramo	
segundo	
amperio	
kelvin	
mol	
candela	
metro cuadrado	
metro cúbico	
metro por segundo	
metro por segundo cuadrado	
metro a la potencia menos uno	
kilogramo por metro cúbico	
kilogramo por metro cuadrado	
metro cúbico por kilogramo	
amperio por metro cuadrado	
metro cúbico por kilogramo	
amperio por metro cuadrado	
mol por metro cúbico	
candela por metro cuadrado	
radián	
estereorradián	
hercio	
newton	
pascal	

### Anexo N° 05. Planillas para carga de datos

Todas las planillas para la carga de información se encuentran en formato Excel, condicionadas con los dominios para que facilite la carga en la geodatabase

#### **Amenaza Afectaciones por terceros:**

##### ConstruccionesPoligono

COMENTARIOS	BIHO	NUMEROOCUPANTES	NOMBRE	ESTADOESTRUCTURA	TIPOESTRUCTURA	ESTRUCTURADDV	ESTRUCTURASEGURIDAD	DISTANCIA	FECHAREPORTE	FECHASUPERVISION	PKREFERENCIA	PKCORREGIDO	PRIORIDAD	CASOID
	Si	1400	Hospital IV Augusto Hernández Mendoza	Existente	Hospital	No	Si	88.25	15/11/2015	18/11/2015	618+130	618+135	1	124
	Si	8	Casa privada	Existente	Residencia (Casa)	Si	Si	18.50	20/02/2016	23/02/2016	050+350	050+350	1	85
	Si	150	Colegio San Sebastian	Nueva	Colegio	No	Si	35.70	11/03/2015	13/03/2015	100+675	100+680	1	27

##### ConstruccionesPunto

COMENTARIOS	ESTE	NORTE	ALTITUD	BIHO	NUMEROOCUPANTES	NOMBRE	ESTADOESTRUCTURA	TIPOESTRUCTURA	ESTRUCTURADDV	ESTRUCTURASEGURIDAD	DISTANCIA	FECHAREPORTE	FECHASUPERVISION	PKREFERENCIA	PKCORREGIDO	PRIORIDAD	CASOID
	579892.70	8527144.90	1459.00	Si	400	Fábrica de plásticos	Nueva	Industrial	No	Si	35.80	15/11/2015	18/11/2015	418+130	418+135	1	11
	581552.10	8525573.50	2899.00	No	2	Caseta vigilancia	Existente	Estructura BIHO	Si	Si	3.86	3/07/2016	3/07/2016	435+230	435+226	1	90
	580344.70	8526776.80	2784.44	Si	50	Empresa desconocida	Nueva	Negocios	No	Si	35.70	11/03/2015	13/03/2015	110+675	110+680	1	56

##### CrucesVias

COMENTARIOS	DUCTO	ESTE	NORTE	ALTITUD	TIPOCRUCEVIAS	FECHAREPORTE	FECHASUPERVISION	PKREFERENCIA	PKCORREGIDO	PRIORIDAD	CASOID	ANCHOVIA
	NG	579892.70	8527144.90	1459.00	Camino de grava	11/12/2017	12/12/2017	510+100	510+100	1	100	15
	NG	420030.00	8480445.00	905.15	Carretera	14/05/2016	14/05/2016	045+095	045+090	2	23	10
	NG	580344.70	8526776.80	2784.44	Autopista	31/07/2016	3/08/2016	435+120	435+120	2	83	20

##### Excavaciones

COMENTARIOS	ESTE	NORTE	ALTITUD	EXISTENCIAEXCAVACION	TIPOEXCAVACION	NOMBRE	DISTANCIA	FECHAREPORTE	FECHASUPERVISION	PKREFERENCIA	PKCORREGIDO	PRIORIDAD	CASOID
	511726.34	8516559.38	2570.35	Si	Común	Excavación para pozo	8.00	08/11/2014	08/11/2014	380+120	380+125	2	1
	452281.46	8491460.43	1905.68	Si	Terreno semi.duro	Excavación para construcción de viviendas	14.50	02/11/2015	03/11/2015	420+175	420+178	2	6



	320181.7 2	8600662.8 8	890.30	Si	Desconocido	Desconocido	12.00	05/05/2017	08/05/2017	700+450	700+450	1	10
--	---------------	----------------	--------	----	-------------	-------------	-------	------------	------------	---------	---------	---	----

### Lineas Transmision

COMENTARIOS	EMPRESA	CONCESION	NOMBRELINEA	TENSION	ANCHOSERVIDUMBRE	CASOID
	RED DE ENERGIA DEL PERU SA	TRANSMISION DEL SICN	S.E. INDEPENDENCIA - S.E. ICA	220	100.00	10
	RED DE ENERGIA DEL PERU SA	LT SE SAN JUAN-SE CHILCA-SE INDEPENDENCIA (L2208)	LT 220 KV SE SAN JUAN-SE CHILCA	220	25.00	2
	RED DE ENERGIA DEL PERU SA	LT SE SAN JUAN-SE CHILCA-SE INDEPENDENCIA (L2208)	LT 220 KV SE SAN JUAN - SE CHILCA	220	25.00	5

### Utilidades

COMENTARIOS	ESTE	NORTE	ALTITUD	TIPOMITIGACION	TIPOUTILIDAD	TIPOINTERFERENCIA	FECHAREPORTE	FECHASUPERVISION	PKREFERENCIA	PKCORREGIDO	DISTANCIA	PRIORIDAD	CASOID
	390118.43	8498731.92	459.00	ON Potencial y / o INSTANT OFF Variable potencial o incierta	Canal de agua	Interferencia AC	15/11/2015	18/11/2015	418+130	418+135	5.80	2	9
	368687.14	8530481.98	699.00	Tensión de CA > = 15 VCA y / o AC > = 100 A / m2	Cable de alta tensión	Desconocido	3/07/2016	3/07/2016	635+230	635+226	3.86	1	29
	356812.62	8540020.89	484.44	ON Potencial > = INSTANT OFF Potencial	Tubos de otras compañías	Interferencia AC	11/03/2015	13/03/2015	700+675	700+680	35.70	2	43

### Vandalismo

COMENTARIOS	DUCTO	ESTE	NORTE	ALTITUD	EVIDENCIAVANDALISMO	FECHAREPORTE	PKREFERENCIA	CASOID
		646055.70	8564785.94	1859.00	No	18/12/2017	183+134	3
		374660.18	8477098.43	2899.00	No	19/06/2015	512+134 NGL	12
		714777.44	8641357.39	2784.44	No	15/07/2016	080+456	21

### Voladuras

COMENTARIOS	DUCTO	ESTE	NORTE	ALTITUD	FECHAVOLADURA	PKREFERENCIA	TIPOEXPLOSIVO	ENERGIALIBERADA	CARTUCHOS	TOTALEXPLOSIVOS	DISTANCIADDV	CASOID	TALADROS
		390118.43	8498731.92	459.00	15/11/2014	418+130	Gelatinoso	4.000 - 7.000 m/s	982	982	170	12	5
		376426.22	8525917.91	905.15	20/02/2017	450+350	Hidrogel	3.500 - 4.500 m/s	156	156	280	1	9
		356812.62	8540020.89	484.44	10/04/2015	700+675	Hidrogel	3.500 - 4.500 m/s	356	356	300	7	6

### Amenaza Corrosión bajo esfuerzo:

#### Abolladuras

DUCTO	COMENTARIOS	POSICION	ESTE	NORTE	ALTITUD	EXISTENCIAABOLLADURA	CLASIFICACION	FECHAABOLLADURA	REPARACION	METODODETECCION	SUSCEPTIBILIDAD
-------	-------------	----------	------	-------	---------	----------------------	---------------	-----------------	------------	-----------------	-----------------

NG		12565.000	330288.67 6	8585875.58 2	2883.57 0	No	Ausencia de abolladuras	16/06/2015	No	ILI	Baja
NGL		447176.71 6	538669.93 0	8528897.85 7	2447.63 3	Si	Abolladuras con grietas con profundidad $\geq$ 2% del diámetro nominal	23/06/2016	No	ILI	Muy Alta
NGL		447189.25 6	538657.52 2	8528896.83 5	2646.21 1	Si	Abolladuras sin grietas con profundidad $\geq$ 6% del diámetro nominal	2/11/2015	Si	ILI	Baja

### Arrugas

DUCTO	COMENTARIOS	POSICION	ESTE	NORTE	ALTITUD	EXISTENCIARRUGA	CLASIFICACION	FECHAARRUGA	REPARACION	METODODETECCION	SUSCEPTIBILIDAD
NG		12565.000	330288.676	8585875.582	2883.570	Si	Presencia de "wrinkle bends" (arrugas en dobleces) en sistemas operando a un esfuerzo $\geq$ 30% SMYS	11/12/2017	Si	ILI	Baja
NG		316538.023	642101.122	8557469.521	3882.270	No	Presencia de miter bends en sistemas operando a un esfuerzo $<$ 40% SMYS	10/05/2016	No	ILI	Alta
NGL		447189.256	538657.522	8528896.835	2646.211	Si	Se desconoce la existencia de bends, miter bends y wrinkle bends	16/06/2015	Si	ILI	Baja

### CrecimientoGrietas

DUCTO	COMENTARIOS	POSICION	ESTE	NORTE	ALTITUD	CRECIMIENTOGRIETAS	SUSCEPTIBILIDAD
NG		12565.000	572903.200	8533918.230	2883.570	Baja	Media
NG		316538.023	714720.963	8624617.466	3882.270	Insignificante	Baja
NGL		447176.716	538669.930	8528897.857	2447.633	Alta	Muy Alta

### Amenaza Corrosión externa:

#### Bacterias

DUCTO	COMENTARIOS	POSICION	ESTE	NORTE	ALTITUD	RANGOBACTERIAS	GRADOAGRESIVIDAD	RIESGO
NG		216526.311	635564.263	8553954.794	3583.570	MIC BSR $<$ 1000 bacterias/ml	Insignificante	Muy bajo
NG		216538.023	635553.722	8553959.737	3582.270	MIC BPA $>$ 10000 bacterias/ml	Considerable	Medio
NGL		347189.256	538657.522	8528896.835	4446.211	Desconocido	Insignificante	Nulo

#### Cloruros

DUCTO	COMENTARIOS	POSICION	ESTE	NORTE	ALTITUD	RANGOCOLORUROS	GRADOAGRESIVIDAD	RIESGO
NG		216526.311	635564.263	8553954.794	3583.570	Cl $\geq$ 5.000	Insignificante	Bajo
NGL		347176.716	538669.930	8528897.857	4447.633	1.500 $>$ Cl $\geq$ 500	Severo	Alto

NGL		347189.256	538657.522	8528896.835	4446.211	5.000 > CI ≥ 1.500	Muy Severo	Muy alto
-----	--	------------	------------	-------------	----------	--------------------	------------	----------

#### PHSuelo

DUCTO	COMENTARIOS	POSICION	ESTE	NORTE	ALTITUD	RANGOPH	GRADOPH	RIESGO
NGL		347176.716	635564.263	8528897.857	3583.570	>5,5 y ≤7,5	Moderado	Bajo
NG		216526.311	538669.930	8553954.794	4447.633	>5,5	Alcalino	Alto
NG		216538.023	538657.522	8553959.737	4446.211	Desconocido	Moderado	Bajo

#### Redox

DUCTO	COMENTARIOS	POSICION	ESTE	NORTE	ALTITUD	RANGOREDOX	GRADOREDOX	RIESGO
NGL		347176.716	635564.263	8528897.857	3583.570	200 < Redox ≤ 400	No corrosivo	Bajo
NGL		347189.256	635553.722	8528896.835	3582.270	Redox > 400	Leve	Medio
NG		216526.311	538669.930	8553954.794	4447.633	Redox ≤ 100	Severo	Muy alto

#### Sulfatos

DUCTO	COMENTARIOS	POSICION	ESTE	NORTE	ALTITUD	RANGOSULFATOS	GRADOAGRESIVIDAD	RIESGO
NG		5698547.000	635564.263	8528897.857	2138.58	SO <sub>4</sub> < 50	Insignificante	Muy bajo
NG		3568549.000	538669.930	8553954.794	2452.68	150 > SO <sub>4</sub> ≥ 100	Considerable	Medio
NGL		4235684.000	538657.522	8553959.737	3652.98	100 > SO <sub>4</sub> ≥ 50	Leve	Muy bajo

#### Sulfuros

DUCTO	COMENTARIOS	POSICION	ESTE	NORTE	ALTITUD	RANGOSULFUROS	GRADOSULFUROS	RIESGO
NG		5698547.000	635564.263	8528897.857	2138.58	0,5 ≥ S > 0	Leve	Medio
NG		3568549.000	538669.930	8553954.794	2452.68	S = 0	Insignificante	Bajo
NGL		4235684.000	538657.522	8553959.737	3652.98	Desconocido	Considerable	Alto

### ***Amenaza Corrosión interna:***

#### Análisis microbiológico

DUCTO	COMENTARIOS	POSICION	ESTE	NORTE	ALTITUD	RANGOBACTERIAS	GRADOAGRESIVIDAD	SUSCEPTIBILIDAD
NG		5698547.000	635564.263	8528897.857	2138.58	MIC BPA > 10000 bacterias/ml	Leve	Baja

NG		3568549.000	718997.550	8672355.570	1625.00	MIC BHT o BAnT <10000 bacterias/ml	Severo	Alta
NGL		4235684.000	373846.110	8476730.361	251.65	MIC BHT o BAnT >10000 bacterias/ml	Muy Severo	Muy Alta

#### Velocidad de corrosión

DUCTO	COMENTARIOS	POSICIONINICIAL	POSICIONFINAL	TIPOVELOCIDADFLUIDO	VELOCIDADFLUIDO	SUSCEPTIBILIDAD
NG		231626.311	333564.263	Velocidad operacional	V < 1 m/s, Presencia de sedimentos	Despreciable
NGL		447176.716	447189.256	Velocidad erosional	V < 1 m/s, Presencia de sedimentos	Muy Alta
NGL		447189.256	538657.522	Velocidad erosional	1 m/s < V ≤ Velocidad erosional	Media

#### Velocidad de fluido

DUCTO	COMENTARIOS	POSICIONINICIAL	POSICIONFINAL	VELOCIDADCORROSION	UNIDADLECTURA	CRECIMIENTO
NG		431626.311	533564.263	2 – 5 mpy	ohm	Despreciable
NG		316538.023	435553.722	2 – 5 mpy	ohm	Media
NGL		247176.716	347189.256	5 -10 mpy	ohm	Muy Alta

### Amenaza Defectos de construcción:

#### Derivación

DUCTO	COMENTARIOS	POSICION	ESTE	NORTE	ALTITUD	TIPOCONEXION	PRESIONDERIVACION	FUNCIONDERIVACION	NUMERODERIVACION	FECHAINSTALACION	FECHASERVICIO	TIPODERIVACION	FRECUENCIAINSPECCION
NG		102565.000	330288.676	8585875.582	1526.350	Extremo atornillado	125.00	Regulador	2	20/12/2014	24/12/2014	Check	Semanalmente
NG		316538.023	642101.122	8557469.521	3589.630	Acoplamiento de cilindro	65.00	Comprobación	8	01/06/2016	06/06/2016	Diafragma	6 - 12 meses
NGL		447189.256	538657.522	8528896.835	2646.211	Cerco completo	67.00	Goteo	5	31/07/2017	31/07/2017	Globo	12 - 24 meses

#### Soldadura

DUCTO	COMENTARIOS	POSICION	ESTE	NORTE	ALTITUD	FECHAINSTALACION	FECHASERVICIO	TIPOSOLDADURA	FABRICANTESOLDADURA	PRESIONSOLDADURA	ID	CONDICION	RADIOGRAFIA	PK	TIPORECUBRIMIENTO	CALIDADSOLDADURA
NG		102565.000	330288.676	8585875.582	1526.350	20/12/2014	24/12/2014	Soldadura de acetileno	3M	API WOG 400 PSI	025/68	Justa	Si	254+658	Desnudo	Pobre
NG		316538.023	642101.122	8557469.521	3589.630	01/06/2016	06/06/2016	Soldadura a presión	3M	API WOG 600 PSI	155/45	Bueno	No	50+625	Epoxy	Alto
NGL		447189.256	538657.522	8528896.835	2646.211	31/07/2017	31/07/2017	Soldadura eléctrica manual	3M	API WOG 150 PSI	651/30	Bueno	No	535+647	Desconocido	Desconocido

### Tapada

DUCTO	COMENTARIOS	POSICION	ESTE	NORTE	ALTITUD	TAPADA	FECHAREPORTE	FUENTE
NGL		447189.256	538657.522	8528896.835	3589.630	2.2	02/02/2017	Dato de campo
NG		102565.000	330288.676	8585875.582	2685.600	3.2	10/02/2017	Dato de época de construcción
NG		316538.023	642101.122	8557469.521	2646.211	2.8	10/02/2017	Desconocido

### Amenaza Defectos de fabricación:

#### Codo

DUCTO	COMENTARIOS	POSICION	ESTE	NORTE	ALTITUD	ANGULO CODO	RADIOCODO	ESPECIFICACION	FECHAFABRICACION	GRADO	TIPOCONEXION	DIAMETRO	ESPESORPAR EEXT	MATERIAL	FECHAINSTALACION	FECHASERVICIO	CALIDADSOLUDADURA
NGL		102565.000	330288.676	8585875.582	1526.350	45	25.5	API 6A	03/02/2010	Grado A	Extremo atornillado	10.75	7.137	PVC	24/12/2014	24/12/2014	Promedio
NG		316538.023	642101.122	8557469.521	3589.630	24	25.5	API 5LX	15/08/2015	Grado B	Fabricación compuesta	24.00	10.312	PVC	06/06/2016	06/06/2016	Alto
NG		447176.716	538669.930	8528897.857	2685.600	30	25.5	ASME B16.20	30/08/2015	Y52	Cerco completo	32.00	10.312	Concreto	08/11/2015	08/11/2015	Promedio

#### Fibra óptica

DUCTO	COMENTARIOS	ID	FECHAINSTALACION	TIPO	MODELO	CAPACIDAD	CANTIDADPELOS	ATENUACION	HABILITADO
		3901	15/05/2013	Dual Jacket single Armor	ICT2	100	18	0	Si
		4323	06/07/2014	Triple Jacket dual Armor	ICT2	80	12	0	Si
		4145	05/06/2015	Triple Jacket dual Armor	ICT2	130	12	0	Si

#### Manga

DUCTO	COMENTARIOS	POSICIONINICIAL	POSICIONFINAL	GRADO	DIAMETRO	LONGITUD	TIPOMANGA	ESPESORPAR EEXT	CALIDADSOLDADURA	FECHAFABRICACION	FECHAINSTALACION	FECHASERVICIO
NG		231626.311	333564.263	Grado C	24.00	5.600	Manga completa dividida soldada con autógena	9.271	Pobre	15/05/2015	20/07/2016	20/07/2016
NG		316538.023	335553.722	Y52	18.00	8.500	Manga de refuerzo de acoplamiento	6.350	Promedio	20/03/2016	15/08/2017	15/08/2017
NGL		447176.716	447189.256	X60	10.75	4.650	Manga de refuerzo de soldadura	9.525	Alto	30/06/2015	10/08/2015	10/08/2015

### Amenaza Defectos de fabricación:

#### Antenas

COMENTARIOS	ESTE	NORTE	ALTITUD	NOMBRE	PROPIETARIO	CONTRATO	RENTA	ALTURAANTE NA	TIPOANTE NA	TIPOTORE	FRECUENCIAINSPECCION
	330288.676	8585875.582	1526.350	Las Nubes	Comunidad Campesina San Francisco de Cuchicancha	02 años , vence el 25/05/2019	S/ 1,000.00	36.00	VHF	Tventada	Dos veces por semana
	712946.510	8631239.988	3589.630	Mangoriarí	José Camacho Coloma	7 meses, vence 31/08/2020	S/ 2,000.00	36.00	VHF	Tventada	≤ 6 meses
	554487.432	8529775.562	2685.600	Yanayana	Comunidad Campesina de Occollo, representada por Zenobio Palomino Tacas	19 meses, vence 31/03/18	S/ 1,500.00	36.00	VHF	Tventada	Semanalmente
	719306.486	8667982.526	2646.211	Paratori	Comunidad Nativa de Timplá, representada por José Tenteyo Pereyra	18 meses, vence el 10/07/2019	S/ 2,200.00	36.00	VHF	Tventada	24 - 48 meses

#### Caja de empalme

COMENTARIOS	ESTE	NORTE	ALTITUD	NOMBRE	TIPOCAJA	ATENUACION	DISTANCIAFO	HABILITACION	ACCESORIOSADICIONALES
	577294.720	8531727.630	1526.350	PK 058+100	FOSC 400 A - Tyco	0.00	0.85	True	Si
	669605.690	8580058.320	3589.630	PK 085+159	FOSC 400 A - Tyco	0.00	2.81	True	No
	396493.020	8488807.390	2685.600	PK 152+320	FOSC 400 A - Tyco	0.00	4.09	True	Si
	709375.750	8620228.830	2646.211	PK 458+050	FOSC 400 A - Tyco	0.00	0.09	True	No

#### Estaciones

COMENTARIOS	ESTE	NORTE	ALTITUD	NOMBRE	TIPOESTACION	FECHAINSTALACION	FECHASERVICIO	FRECUENCIAINSPECCION
	724013.657	8689907.053	2654.950	PS#1	Pump Station	15/04/2003	04/08/2004	Semanalmente
	641649.556	8557156.179	3458.500	PS#3	Pump Station	11/12/2003	04/08/2004	Semanalmente
	702184.734	8612304.262	1265.367	SF#12	Scrapet Facility	24/06/2003	04/08/2004	Diario

#### Punto kilométrico

COMENTARIOS	DUCTO	ESTE	NORTE	ALTITUD	FECHAINSTALACION	FECHASERVICIO	NUMEROPK	TIPODEPUNTKM
	NG	718947.880	8672016.870	656.259	15/10/2004	15/10/2004	023+000	Monumento
	NGL	325095.000	8592124.000	36.305	10/04/2004	10/04/2004	669+000	Protección Catódica
	NG	585925.520	8524567.210	4246.927	01/02/2004	01/02/2004	292+000	Aereo
	NGL	439782.708	8492090.213	1830.614	20/11/2004	20/11/2004	472+880	Terrestre

#### Válvulas

COMENTARIOS	DUCTO	ESTE	NORTE	ALTITUD	AUTOMATICO	TIPOCONEXION	PRESIONVALVULA	FUNCIONVALVULA	NUMEROVALVULA	FECHAINSTALACION	FECHASERVICIO	TIPOVALVULA	FRECUENCIAINSPECCION
-------------	-------	------	-------	---------	------------	--------------	----------------	----------------	---------------	------------------	---------------	-------------	----------------------

	NGL	423566 .506	8492144.3 73	764.969	Si	Soldadura final	0.70	Regulador	XV-50014	04/04/2004	04/08/2004	Check	6 - 12 meses
	NG	702287 .669	8612397.0 64	1619.496	No	Plain final	1.00	Goteo	XV-10003	15/01/2004	04/08/2004	Globo	≤ 6 meses
	NG	387661 .496	8505675.4 04	218.742	Si	Acoplamiento de cilindro	1.30	Regulador	XV-10016	07/02/2004	04/08/2004	Check	12 - 24 meses

### Amenaza Fuerzas Externas:

#### Cruces de agua

COMENTARIOS	ESTE	NORTE	NOMBREC RUCEDAEAG UA	SECTOR	PRIOR IDAD	A Ñ O	MORFOLOG IACAUCE	DURACIONC ORRIENTE	AREAC UENCA	ANCHO FLUJO	COTASOCAVA CIONCALC	COTACLAVE MINCALC	TAPADAMINREC OMENDADA	COTACLAVE DUCTOS	IDPUNTO
Poco riesgo por socavación de fondo	693449. 45	860215 0.28	Río Shima	Selva	Alta	20 08	Semirecto	Perenne	155525 198.8		640.3	639.3	2.8	639.5	PK 123+10
Hay riesgo de socavación de fondo	693126. 76	860196 6.85	Río Cumpirosh iato	Selva	Medi a	20 09	Anastomasa do	Perenne	155525 198.8		638.6	637.6	2.8	637.6	PK 123+420
Sin riesgo por socavación	690338. 33	859878 4.95	Qda. Corimayo	Selva	Alta	20 08	Meándrico	Perenne	334918 983.6		701.7	700.7	3.3	702.0	PK 128+350

#### Erosion

COMENTARIOS	EROSION	DUNASCAMBIO	EROSIONMITIGACION	LABEL
	Vertiente moderadamente empinada en estado natural	Si	Si	Vm1
	Colinas bajas moderadamente disectadas	No	Si	Cb2
	Terraza baja	Si	Si	Tb

#### Geología

COMENTARIOS	LABEL	FORMACION	DESCRIPCION	LIMITELIQUIDO	SUELOASTM
	Qr-e	Depósitos de sitios eólicos	Acumulaciones de arenas eólicas de grano medio a fino.	>50	Si
	Dms-c	Lutitas meteorizadas	Lutitas, areniscas con intercalaciones de pizarras; fáciles de intemperizar, relieve de aspecto suave salvo donde afloran las pizarras.	<50	No
	Ki-pa	Basaltos	Basaltos	>50	Si

#### Geomorfología

COMENTARIOS	LABEL	FORMACION	DESCRIPCION
	D2	D2	Vertientes Fuertemente Accidentadas: Son relieves muy accidentados de origen estructural, que conforman una topografía montañosa de vertientes empinadas con pendientes casi siempre superiores a 50%. Conformado por rocas duras de naturaleza arcillosa im
	Pm-1	Pm-1	planicies eriazas onduladas a disectadas

Ctd	Ctd	Terrazas Medias Aluviales: Conforman superficies de relieve plano y de origen agradacional. Compuestas por un conglomerado poco consolidado de bloques, gravas gruesas a finas, arenas y limos, con algunos horizontes lenticulares limo-arenosos.
-----	-----	--

### Huaycos

COMENTARIOS	EXISTENCIAHUAYCOS	CUENCA	AGENTEDISPARADOR	HUAYCOSMITIGACION
	Si	Cuenca con material fuente y pendientes > 50%	Si	Requiere, pero no tiene
	Si	Cuenca sin material fuente	No	Enrocados de piso + check dams + nuevas tecnologías
	No	NA	Si	Enrocados de piso

### Sismos

COMENTARIOS	ACELERACION SUELO	MITIGACION SISMO	FECHA_UTC	HORA_UTC	FECHA LOCAL	HORA LOCAL	PROFUNDIDAD	MAGNITUD	INTENSIDAD	LOCALIDAD	DISTANCIA DUCTO	ESTE	NORTE
			15/08/2007	23:40:57	15/08/2007	18:40:57	40	7.9	VII-VIII	Pisco	60	309641.38	8488078.45
			30/12/2016	20:49:00	30/12/2016	15:49:00	11	5	II	Cusco	206	910955.22	8559506.63
			28/11/2017	03:09:49	27/11/2017	22:09:49	150	5	III	Lagunas, Yurimagua, Moyobamba	793	392046.00	8977280.63

### Topografía

COMENTARIOS	TIPOCURVA	COTA
	Principal	1000
	Secundaria	980
	Secundaria	460

### Uso de suelo

COMENTARIOS	LABEL	DESCRIPCIONUSODESUELO	TIPOUSODESUELO
	MDR	Matorral denso resinoso	Paisaje
	Pj	Pajonal de Puna	Agrícola
	Bf	Bofedal u Oconal	Zona protegida



### Amenaza Operaciones Incorrectas:

#### Obras de geotecnia

COMENTARIOS	ESTE	NORTE	ALTITUD	NIVELRIESGO	PKREFERENCIA	PLANTRABAJO	ZONA	PORCENTAJETRABAJO	FECHAINICIO	REPORTADOR	PLANDEREALIZACION	FECHAFIN	AÑOBRANSA
	726045.521	8679758.036	468.00	Medio	010+650	Plan de Trabajo Rev 1	Selva	70%	15/01/2018	Inspección en campo	En ejecución		2018
	686352.119	8596142.002	1983.00	Alto	133+800	VCO07041	Selva	100%	24/04/2016	Marcha lenta	Concluido	24/06/2016	2016
	387861.921	8505117.471	257.00	Bajo	551+500	01_OTGE_IT_029_08-0 Kp 551+500	Costa	100%	14/06/2015	Marcha lenta	Concluido	28/08/2015	2015

#### Programas de seguridad

COMENTARIOS	ESTE	NORTE	ALTITUD	PROGRAMASEGURIDAD	EXISTEPROGRAMASEGURIDAD	FECHA	ZONA
	605903.336	8533076.495	1095.92	Charla de seguridad diaria	Si	11/12/2013	Selva
	713132.155	8634925.804	1306.38	Inspecciones derecho de vía	Si	06/06/2015	Sierra
	415762.436	8488039.276	681.72	Supervision Osinergmin	Si	14/08/2018	Selva

#### Simulacros

COMENTARIOS	ESTE	NORTE	ALTITUD	NOMBRESIMULACRO	EXISTESIMULACRO	FECHA	ZONA	DUCTO
	712303.421	8622403.630	1658.95	Outside Force - Slope Movement KP 8+700	Si	22/02/2011	Selva	NGL
	645585.206	8563300.064	1070.56	Third Damage Part KP 9+500	Si	16/09/2005	Selva	NG
	725407.319	8681473.728	860.85	Outside Force - Slope Movement KP 201+100	Si	22/12/2004	Selva	NGL