



INSTITUTO SUPERIOR MINERO
METALURGICO DE MOA
DR. ANTONIO NUNEZ JIMENEZ

TRABAJO DE DIPLOMA

PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERO INFORMÁTICO

SISTEMA INFORMÁTICO MULTIPLATAFORMA PARA EL ANÁLISIS
GRÁFICO DE DATOS GEOLÓGICOS A PARTIR DEL MÉTODO DE
PROYECCIÓN ESTEREOGRÁFICA.

AUTOR: RAÚL MUÑOZ ANACHE

TUTOR(S): ING. YULIDELMIS RODRÍGUEZ JOEGE

ING. OSCAR REYES PEREZ

CONSULTANTE: DR. YURIS ALMAGUER

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Raúl Muñoz Anache estudiante del Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa (ISMMM), declaro que soy el único autor de la presente investigación titulada “Sistema Informático Multiplataforma para el Análisis Gráfico de datos geológicos a partir del Método de Proyección Estereográfica” y autorizo al ISMMM a hacer uso de la misma según lo estimen conveniente.

Para que así conste firmamos la presente a los ____ días del mes de _____ del año _____.

Ing. Yulidelmis Rodríguez Jorge

Firma del Tutor

Ing. Oscar Reyes Pérez

Firma del Tutor

Raúl Muñoz Anache

Firma del Autor

FRASE

FRASE

“La clave del éxito depende de lo que podamos hacer de la mejor manera posible”

Henry Wadsondrth Longfellow

DEDICATORIA

DEDICATORIA

A mi abuela Anicia, la cosa que más quiero e la vida, a mis padres que fueron los que me dieron la oportunidad de hoy estar aquí, a mis amigos que siempre me apoyaron en los momentos difíciles, a mi tutora que me ha ayudado mucho en la realización de este trabajo, a los profesores en general que gracias a ellos hoy soy quien soy, a mis enemigos pues gracias a ellos nunca me di por vencido al contrario, me daban más fuerzas para lograr mi objetivo, en fin a toda aquella persona que hicieron posible que este trabajo se realizara

AGRADECIMIENTOS

AGRADECIMIENTO

A todos los que me dieron su apoyo en la realización de esta tesis.

RESUMEN

RESUMEN

La presente investigación científica es un sistema informático multiplataforma para el análisis gráfico de datos geológicos, utilizando el método de proyección estereográfica, sistema que sustituirá al software DIPS, que por ser un software propietario no se pueden obtener nuevas versiones dificultando esto la utilización del mismo para fines docentes. Durante la investigación, se sostuvo una estrecha relación con especialistas en el tema y se determinaron experiencias, problemas y deficiencias existentes en cuanto al software a sustituir, luego de un exhaustivo análisis efectuado a los sistemas existentes vinculados al campo de acción en Cuba y el resto del mundo, se determinaron para la realización del software herramientas libres, lo que facilita la realización de un sistema multiplataforma que cumple con la estrategia de migración hacia plataformas libres que sigue el país.

La metodología de desarrollo de software utilizada fue Proceso Unificado de Desarrollo del Software (RUP). Además de utilizar tecnologías y herramientas como son Java como lenguaje de programación, base de dato embebida, Apache Derby, entre otras de gran utilidad. Se realizó además el estudio de factibilidad, determinando los costos y el tiempo aproximado para la realización del software lo que arrojó que el sistema reporta ahorros considerables.

ABSTRACT

ABSTRACT

This scientific research is a multiplatform computer system will geological mapping data, using the stereographic projection method, to replace the software system DIPS, who as proprietary software can't be this difficult to get new versions using the same for teaching purposes. During the investigation, they had a close relationship with specialists in the field and identified experiences, problems and shortcomings in terms of software to be replaced, after a thorough analysis made to existing systems related to the field of action in Cuba and the rest the world, is determined to carry out the free tools software, which facilitates the implementation of a multiplatform system meets migration strategy free platforms that follows the country.

The software development methodology was used Unified Process Software Development (RUP). Besides using technologies and tools such as Java as a programming language, embedded data base, Apache Derby, among other useful. Was also carried out the feasibility study, determining the costs and the approximate time for the completion of the software, meaning that the system reports savings.

INTRODUCCIÓN

ÍNDICE

Introducción	1
Capítulo 1 Fundamentación Teórica.....	6
1.1 La Minería en Cuba	6
1.1.1 Situación actual de la minería en Cuba.....	6
1.3 Método de la Proyección Estereográfica.....	7
1.4 Antecedentes del software	8
1.4.1 Gemcom	8
1.4.2 Dips:	9
1.4.3 Surpac.....	9
1.4.4 Características de estos sistemas	10
1.5 Herramientas para el desarrollo de aplicaciones	11
1.5.1 Lenguaje de programación	11
1.5.2 Entornos de desarrollo integrados (IDE)	12
1.5.3 JDK.....	13
1.5.4 Sistemas gestores de bases de datos.....	13
1.5.5 Fundamentación de las herramientas a utilizar.....	15
1.5.6 Embarcadero ER/Studio 8.0.0.....	17
1.6 Metodologías para el desarrollo de Sistemas Informáticos	18
1.6.1 RUP	18
1.6.2 Fases de RUP.....	19
1.6.3 Fundamentación de la metodología a utilizar	19
1.7 Herramientas de modelado	20
1.7.1 Visual Paradigm.....	20
1.7.2 Fundamentación de la herramienta de modelado a utilizar.....	21

INTRODUCCIÓN

Conclusiones del Capítulo	21
Capítulo 2 Modelo de Dominio y Requerimientos.....	22
2.1 ¿Por qué Modelo de Dominio?	22
2.2 Definición de las entidades y conceptos fundamentales.....	22
2.3 Requerimientos	23
2.3.1 Requerimientos funcionales	24
2.3.2 Requerimientos no funcionales.....	25
Conclusiones del Capítulo	27
Capítulo 3 Diseño e Implementación del Sistema.....	28
3.1 Identificación de los Actores del Sistema	28
3.2 Diagrama de Caso de Uso del Sistema	29
3.3 Descripciones de los Casos de Uso del Sistema.....	30
3.4 Diagrama de clases del Diseño	30
3.4.1 Descripción de las clases del diseño	32
3.5 Principios del diseño.....	33
3.5.1 Interfaz de Usuarios	33
3.5.2 Ayuda	36
3.5.3 Tratamiento de Errores	36
3.6 Diseño de la Base de Datos	37
3.6.1 Modelo lógico de datos.....	37
3.6.2 modelo físico de datos	37
3.6.2.1 Descripción de las tablas del modelo físico.....	40
3.7.1 Patrones arquitectónicos.....	40
3.8 Diagrama de secuencia.....	42
3.9 Modelo de despliegue	43

INTRODUCCIÓN

3.10 Modelo de componente	44
Capítulo 4 Estudio de Factibilidad.....	46
4.1 Introducción.....	46
4.2 Estudio de Factibilidad.....	46
4.2.1 Factibilidad técnica	46
4.2.2 Factibilidad económica.....	48
4.2.3 Factibilidad operativa.....	53
4.3 Conclusiones del capítulo	54
Conclusiones generales.....	55
RECOMENDACIONES	56
Referencias bibliográficas	57
Anexo 1Descripciones de los casos de uso del sistema.....	59
Anexo 2Descripciones de clases del diseño	67
Anexo 3 Descripciones de las tablas del modelo físico	72
Anexo 4 Diagramas de secuencia.....	75

INTRODUCCIÓN

Índice Figuras

Figura 1.Método de proyección estereográfica	8
Figura 2 Diagrama de caso de uso del Sistema.....	29
Figura 3: Diagrama de clases del diseño.....	31
Figura 4 Interfaz principal del sistema.....	33
Figura 5 Interfaz para el caso de uso Graficar Polos	34
Figura 6 Interfaz para el caso de uso Graficar Terreno	34
Figura 7 Interfaz para el caso de uso Guardar Proyecto.....	35
Figura 8 interfaz para el caso de uso Graficar Mapas de Datos	35
Figura 9 Tratamiento de errores.....	36
Figura10: Diagrama de clases persistentes	38
Figura 11: Modelo Físico de Datos	39
Figura 12: Funcionamiento del patrón MVC	42
Figura 13: Diagrama de secuencia gestionar Azimut y Buzamiento	43
Figura 14: Modelo de Despliegue	44
Figura 15: Diagrama de componente CU “Gestionar Proyección Estereográfica”	45
Figura 16: Situación del Producto (forma anterior-forma propuesta).....	53
Figura 17 Crear nuevo proyecto	75
Figura 18 Abrir Proyecto	75
Figura 19 Guardar Proyecto	76
Figura 20 Gestionar Proyección Estereográfica.....	76
Figura 21Graficar Polos.....	77
Figura 22 Graficar Dispersión	77
Figura 23 Graficar Terreno.....	77

INTRODUCCIÓN

Figura 24 Graficar Roseta.....	78
Figura 25 Graficar Planos de Discontinuidad.....	78
Figura 26 Graficar Mapas de datos	79
Figura 27 Agregar Ejes Coordinados	79
Figura 28 Obtener Reporte	80

Índice de Tablas

Tabla 1 Actores del Sistema	28
Tabla 2 Descripción Caso de Uso Abrir Proyecto.....	30
Tabla 3 Tabla sobre las descripciones de fases del diseño.....	33
Tabla 4. Descripción de las tablas del modelo físico.....	40
Tabla 5: Factibilidad Técnica.....	47
Tabla 6: Efectos Directos.....	49
Tabla 7: Ficha de costo en Moneda Libremente Convertible.....	51
Tabla 8: Ficha de costo en Moneda Nacional.....	52
Tabla 9 Descripción Caso de uso ‘Crear Nuevo Proyecto’.....	59
Tabla 10 Descripción Caso de uso ‘‘ Gestionar Azimut y Buzamiento ‘‘	60
Tabla 11 caso de uso ‘‘ guardar proyecto ‘‘	61
Tabla 12 Caso de Uso Obtener Reporte	61
Tabla 13 Descripción caso de uso gestionar proyección estereográfica.....	62
Tabla 14 Descripción caso de uso Graficar Polos.....	63
Tabla 15 Descripción caso de uso Graficar Dispersión.....	63
Tabla 16 Descripción de caso de uso Graficar Terreno	64
Tabla 17 Descripción caso de uso Graficar Roseta	64
Tabla 18 descripción caso de uso Graficar Planos de Discontinuidad	65
Tabla 19 Descripción de caso de uso Graficar Mapas de Datos.....	65

INTRODUCCIÓN

Tabla20 Descripción caso de uso Agregar Ejes Coordinados	66
Tabla 21 Descripción de la clase Planos.....	67
Tabla 22 Descripción de la clase Líneas.....	67
Tabla23 Descripción de la clase Puntos.....	68
Tabla24 Descripción de la clase Estructura Geológica	68
Tabla25 Descripción de la clase Reporte	69
Tabla26 Descripción de la clase Posición.....	69
Tabla27 Descripción de la clase Ángulos	70
Tabla28 Descripción de la clase Geólogo.....	71
Tabla29 Reporte.....	72
Tabla30 Ángulos.....	72
Tabla31 Estructura Geológica.....	73
Tabla32 Líneas	73
Tabla33 Planos.....	73
Tabla34 Puntos	73
Tabla35 Posición	74

INTRODUCCIÓN

Introducción

En la actualidad el desarrollo acelerado de las tecnologías, se ha manifestado como un fenómeno mundial que ha transformado y evolucionado al mundo. Tanto es así, que para estar en la competencia diaria u obtener éxito en cualquier sector de la sociedad ya sea salud, educación, deporte y hasta las mismas empresas para lograr un puesto meritorio en el mercado, tienen que estar sometidos a dichos cambios. Nuestro país no está ajeno a este fenómeno, encontrándose inmerso en el profundo y novedoso proceso de estas transformaciones, con el objetivo de desarrollar servicios de software de alta calidad capaces de satisfacer las necesidades existentes en los sectores que lo necesiten.

Entre los principales avances del país, se encuentra la incorporación de la informática en las esferas productivas, proporcionando un ahorro de tiempo y recursos. Dentro de estas se encuentra la minería, uno de los renglones importantes en la economía del país, esta se define como la extracción selectiva de los minerales que se encuentran en la corteza terrestre. Para la realización de procesos mineros se deben tener herramientas de cálculo, que una vez automatizadas, permitirán una mayor facilidad al analizar gráficamente datos geológicos o de cualquier orientación.

El Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa (ISMMM), es una institución formadora de mineros y geólogos, los cuales cuentan con un software (DIPS V5) capaz de realizar el análisis gráfico de datos geológicos eficientemente, pero es un software propietario y el bloqueo económico impuesto a nuestro país dificulta seriamente la adquisición del mismo, esto sumado a la eminente estrategia de migración de los sistemas hacia plataformas libres que sigue el país, constituye una fuerte razón para sustituirlo.

Haciendo un análisis del problema expuesto anteriormente se define como **problema científico**: “La necesidad de un Sistema Informático multiplataforma

INTRODUCCIÓN

para el Análisis Gráfico de Datos Geológicos a partir del Método de Proyección Estereográfica para el Departamento de Minería del ISMMM.”

Buscando una solución para el problema antes expuesto definimos como **objeto de estudio**: Sistemas Informáticos para el Análisis Gráfico de Datos Geológicos a partir del Método de Proyección Estereográfica. Investigándose específicamente en el siguiente **campo de acción**: Implementación de Sistemas Informáticos para el Análisis Gráfico de Datos Geológicos a partir del Método de Proyección Estereográfica en el Departamento de Minería del ISMMM “Dr. Antonio Núñez Jiménez”

Para dar solución al problema antes mencionado se plantea como **objetivo general** elaborar un Sistema Informático multiplataforma para el Análisis Gráfico de Datos Geológicos a partir del Método de Proyección Estereográfica.

En la presente indagación científica se perfila la **siguiente idea a defender**: Con la realización de un Sistema multiplataforma para el Análisis Gráfico de Datos Geológicos a partir del Método de Proyección Estereográfica se logrará una mayor calidad y eficiencia en el manejo de datos geológicos ya que tendrá un mejor dominio del sistema.

Para corresponder con esta propuesta se presentan los siguientes **objetivos específicos**:

1. Establecer el estado del arte sobre la información disponible referida al objeto de estudio.
2. Seleccionar las herramientas a utilizar para el diseño e implementación del sistema.
3. Desarrollar un software multiplataforma para el análisis gráfico de datos geológicos a partir del Método de Proyección Estereográfica
4. Implantar el sistema para el análisis gráfico de datos geológicos a partir del Método de Proyección Estereográfica

INTRODUCCIÓN

Con el propósito de darle cumplimiento a los objetivos trazados se realizaron las siguientes **tareas de investigación**:

- ✓ Definición detallada del proceso a Informatizar.
- ✓ Hacer un estudio de viabilidad de la Informatización del proceso.
- ✓ Realizar búsquedas y recopilación de información concerniente al objeto de estudio.
- ✓ Investigar sobre el método de proyección estereográfica
- ✓ Recopilar información sobre las metodologías de ingeniería de software.
- ✓ Seleccionar las herramientas adecuadas para el desarrollo de la aplicación.
- ✓ Realizar la ingeniería de software siguiendo la metodología seleccionada.
- ✓ Desarrollar la aplicación de escritorio utilizando como lenguaje de programación Java.
- ✓ Realizar pruebas previas para verificar la eficiencia del sistema.
- ✓ Determinar la factibilidad y sostenibilidad del sistema.

Para darle cumplimiento a estas tareas los **métodos de investigación** empleados fueron los **teóricos** y **empíricos**. Entre los **métodos empíricos** se pueden citar la entrevista y el análisis de documentos para la recopilación de la información. Mediante el análisis de la documentación y del proceso se supo cuál era la funcionalidad del mismo para su posterior gestión; la entrevista permitió conocer en detalles cuáles eran las necesidades de los directivos para la informatización de la gestión de solicitudes de servicios informáticos y además para determinar los requerimientos funcionales que debe cumplir el sistema a desarrollar.

Los **métodos teóricos** utilizados fueron: el método histórico y lógico para la búsqueda de los antecedentes del software. El análisis y síntesis para la recopilación y el procesamiento de la información obtenida en los métodos empíricos y arribar a las conclusiones de la investigación; y el hipotético deductivo para la elaboración de la idea a defender y su verificación. Mediante la modelación se realizó el estudio de la automatización de Sistemas Informáticos

INTRODUCCIÓN

para el análisis gráfico y estadístico de datos geológicos a partir del Método de Proyección Estereográfica.

Las etapas de la investigación son:

- ✓ El estudio de las distintas metodologías de desarrollo de software, de las herramientas, tecnologías y patrones arquitectónicos para hacer una selección de las mejores, y utilizarlos en la confección del software de acuerdo a sus características.
- ✓ La contextualización del problema, enmarcando los objetivos específicos requeridos por el cliente.
- ✓ Análisis y diseño del software con todas las especificaciones requeridas.
- ✓ Realización del estudio de factibilidad

Capítulo I: “Fundamentación Teórica”, en este capítulo se hace una reseña histórica del surgimiento de la minería en Cuba y su desarrollo hasta nuestros días. Se realiza una valoración sobre el Método de Proyección Estereográfica. También se realiza un estudio de las tendencias y tecnologías actuales que se emplearán para el desarrollo de la aplicación, fundamentando el uso de cada herramienta escogida.

Capítulo II: “Modelo de Dominio”, en este se aborda la descripción de un modelo del dominio, explicando las razones por la que se escogió. Se definen los requisitos funcionales y no funcionales, las entidades y conceptos principales y se especifican las funcionalidades que va a concebir el sistema.

Capítulo III: “Diseño e Implementación”, es aquí donde se definen los actores, se realizan las descripciones de los casos de uso del sistema, se muestra el diagrama de clases del diseño, es definida la arquitectura que se emplea. Se construyen los principales diagramas empleados para el desarrollo del software. Se muestra el Modelo lógico de datos que genera el Modelo físico, se detallan, además, las principales tablas que conforman este último. Por último, se precisan los principios del diseño y se explica, cómo el sistema afrontará el tratamiento de errores.

INTRODUCCIÓN

Capítulo IV: “Estudio de Factibilidad”, se realiza el estudio de factibilidad del sistema por el método Costo- Beneficio, se presentan demás los beneficios tangibles e intangibles obtenidos con la implantación de la aplicación.

CAPITULO 1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Capítulo 1 Fundamentación Teórica.

Introducción

En el presente capítulo se tratarán temas muy específicos los cuales tienen una vital importancia para la realización de este software como es el concepto de método de proyección estereográfica entre otros que serán analizados a lo largo de la investigación. Se tratará además las herramientas a utilizar para la implementación del software y el análisis de los gestores de base de datos, lenguaje de programación, metodología entre otras que permitirán el desarrollo del producto.

1.1 La Minería en Cuba

La minería no llegó a constituir una actividad de primera importancia para la economía cubana ni siquiera en la primera mitad del siglo XX. El mayor auge en la producción minera en la etapa anterior a 1959 se alcanzó en los periodos de confrontaciones bélicas cuando se incentivaba la producción minera en Cuba vinculadas a las guerras mundiales y a la de Corea. Existía desconocimiento del potencial minero del territorio nacional y una participación casi nula de inversionistas cubanos. Al triunfar la Revolución en 1959 es que se toma la decisión de establecer un programa encaminado a precisar y desarrollar el potencial minero del país. En 1961 se constituye el Ministerio de Industrias, existiendo solo dos geólogos cubanos, por lo que se requería un importante proceso de preparación de condiciones en ese sentido. El 1975 solo se conocía, desde el punto de vista geológico, el 5% del territorio nacional. Para finales de la década del ochenta se logró elevar el grado de conocimiento del potencial minero desde el 5 hasta el 50%, lo cual se logró con la colaboración de la Antigua Unión Soviética y países del CAME. (1)

1.1.1 Situación actual de la minería en Cuba

Cuba, aunque no tan desarrollada como otras industrias posee importantes minas, principalmente las de níquel (34,4% de las reservas mundiales), cobalto y cobre, entre otras. Los principales yacimientos de níquel se encuentran en el municipio de Moa, provincia de Holguín y en la provincia de Guantánamo (aunque en menor escala). Este

CAPITULO 1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

producto de hecho se ha convertido en una importante base económica cubana. El cobalto es otro mineral extraído en el oriente cubano, aunque también es extraído en provincias como Villa Clara. Cuba cuenta con el 26% de las reservas mundiales (segunda mayor) produce aproximadamente el 10% de este mineral a nivel mundial y la mayor parte la exporta a China. Respecto a este asunto, Cuba firmó acuerdos con Canadá. Al igual que con el níquel, se encuentra cooperando con China y explorando nuevas reservas de este mineral en el norte del oriente cubano. Cuba también produce 400.000 toneladas anuales de acero en las industrias de La Habana y Las Tunas. Por su situación geográfica, Cuba extrae sales marinas del mar Caribe. Ha hecho de ellas un nuevo producto, que es exportado al mercado internacional y empleado en el consumo. (1)

1.3 Método de la Proyección Estereográfica

La proyección estereográfica es un sistema de representación gráfico en el cual se proyecta la superficie de una esfera sobre un plano mediante haces de rectas que pasan por un punto, o foco. El plano de proyección es tangente a la esfera, o paralelo a este, y el foco es el punto de la esfera diametralmente opuesto al punto de tangencia del plano con la esfera. La superficie que puede representar es mayor que un hemisferio. El rasgo más característico es que la escala aumenta a medida que nos alejamos del centro. En su proyección polar los meridianos son líneas rectas, y los paralelos son círculos concéntricos. En la proyección ecuatorial solo son líneas rectas el ecuador y el meridiano central. (12)

Para tener una idea más clara de este método se presenta una vista desde el plano de una proyección estereográfica.

CAPITULO 1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

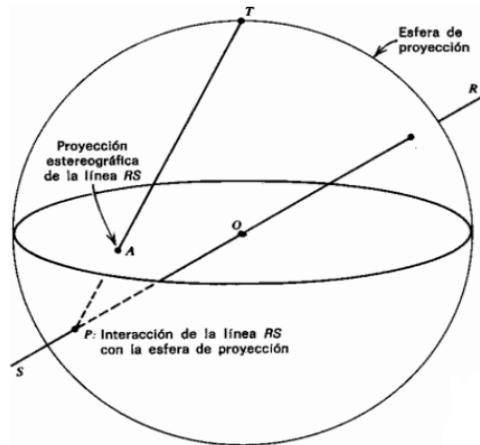


Figura 1. Método de proyección estereográfica .

Se construye una esfera centrada en algún punto “O” de la traza de afloramiento de un plano geológico inclinado. El plano y su prolongación cortarán la esfera según un círculo máximo o círculo mayor.

1.4 Antecedentes del software

1.4.1 Gemcom

Las soluciones integradas que desarrolla Gemcom abarcan desde las fases de exploración, evaluación de recursos, diseño de minado, optimización, planeamiento minero y control de leyes de producción, hasta la reconciliación y balance metalúrgico a lo largo de la línea de producción. La línea de soluciones MPMS (Mine Production Management Solutions) es cuidadosamente diseñada y ajustada a las necesidades reales y futuras de cada uno de los clientes, incluyendo productos específicos como Whittle y/o herramientas de otros proveedores o desarrollos propios de cada empresa. Lo relevante es la integración real de todos los elementos involucrados en la cadena de valor, lo que posibilita una visión global confiable, con los indicadores adecuados que permiten a los ejecutivos tomar decisiones más certeras. (16)

✓ MPMS: Solución orientada a la administración y control de los procesos en la cadena de valor productiva de una empresa minera.

CAPITULO 1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

- ✓ ProdTrack: Sistema de control de producción y balance metalúrgico a lo largo de la línea de procesos.
- ✓ GEMS: Suite de herramientas de aplicación a las tareas de una operación minera, que cubren las necesidades de los profesionales en todas las áreas de la ingeniería y geología.
- ✓ GEMS-PCBC: Suite de herramientas específicas para faenas que utilizan el método de Block Caving para su explotación. PCBC opera bajo ambiente GEMS, y está completamente integrado con el resto de herramientas generales de administración de datos, y otras.
- ✓ Whittle: Sistema para optimización económica y planeamiento estratégico de minado. Herramientas para el análisis de sensibilidad, secuenciamiento óptimo, aplicación de algoritmos de Millaza y Lerch y Grossman, son parte de este sistema.
- ✓ EQWin: Sistema de administración y análisis de datos de medio ambiente.

1.4.2 Dips:

Este software está diseñado para el análisis interactivo de orientaciones geológicas. Es capaz de proporcionar al usuario mediante el método de la proyección estereográfica las ubicaciones de los polos en un plano. Permite además analizar y visualizar datos estructurales siguiendo las mismas técnicas usadas en estereoscopios manuales. Además, tiene muchas características computacionales, tales como contorno de estadística de la agrupación de orientación, el cálculo del promedio de orientación y la confianza, la variabilidad del clúster, y el análisis de atributo de rasgo cualitativo y cuantitativo. (16)

1.4.3 Surpac

Surpac Minex Group tiene una serie de soluciones computacionales para el trabajo geológico minero, entre las cuales se puede mencionar:

- ✓ Surpac Vision: Software geológico minero que cubre desde las tareas de exploración hasta la planificación de la mina. Este programa se caracteriza por

CAPITULO 1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

tener un fácil manejo y gran potencialidad al manejar información de distintos formatos, además de poder realizar conexiones de trabajos múltiples desde internet.

- ✓ Minesched: Software de planificación minera de desarrollo y planificación de la producción desde el corto hasta largo plazo en minería subterránea y de cielo abierto. Este programa tiene interfaz directa con MS Project y Excel, permitiendo al planificador obtener flexibilidad y un mejor manejo del plan minero al analizar múltiples opciones en un corto tiempo.

1.4.4 Características de estos sistemas

1. Son reconocidos mundialmente dentro del entorno minero.
2. Son software propietario y su adquisición es costosa.
3. Empleados para proyectos mineros de alto nivel.
4. Manejan grandes cantidades de datos.

1.4.4.1 ExcaDeep

Es un software desarrollado para la clasificación de los macizos rocosos, mediante las metodologías geomecánicas

- Clasificación de la Masa Rocosa, Bieniawski, (*Rock Mass Rating*) **RMR**
- Índice de la Calidad del Túnel, Barton, (*Tunnel Quality Index*) **Q**
- Método para cuando el agua afecta una excavación). Armando Cuesta Recio (2011)(16)

Desventajas del Software ExcaDeep

- Solo permite, utilizando el método de proyección estereográfica, el cálculo del número de familia de grietas.
- Solo grafica los polos a partir del azimut y buzamiento

CAPITULO 1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Por tales razones es preciso desarrollar un software para el análisis gráfico y de datos geológicos a partir del Método de Proyección Estereográfica con la política de software libre, capaz de proporcionar un resultado certero sin necesidad de cargar datos innecesarios para el usuario, haciéndolo de esta forma más óptimo y contribuir además con la economía del país.

1.5 Herramientas para el desarrollo de aplicaciones

1.5.1 Lenguaje de programación

Un lenguaje de programación es un idioma artificial diseñado para expresar computaciones que pueden ser llevadas a cabo por máquinas como las computadoras. Pueden usarse para crear programas que controlen el comportamiento físico y lógico de una máquina, para expresar algoritmos con precisión, o como modo de comunicación humana. (8)

1.5.1.1 Java

El lenguaje de programación Java, fue diseñado por la compañía Sun Microsystems Inc. con el propósito de crear un lenguaje que pudiera funcionar en redes computacionales heterogéneas (redes de computadoras formadas por más de un tipo de computadora, ya sean PC, MAC's, estaciones de trabajo, etc.), y que fuera independiente de la plataforma en la que se vaya a ejecutar. Esto significa que un programa de Java puede ejecutarse en cualquier máquina o plataforma. La sintaxis del lenguaje heredó características de C y C++, adoptando una muy similar a la del C++. Actualmente, dentro de los lenguajes populares es uno de los mejores en cuanto a definición, debido a que goza de total independencia del implementador del lenguaje y de sus clases auxiliares. Proporciona los tipos de datos primitivos similares a los de C++, proporciona todas las estructuras contenedoras "clásicas". Tiene cuatro niveles de empaquetamiento: variables y funciones, al igual que los lenguajes anteriores y otros dos propios de él, denominados: clases y paquetes. Este lenguaje cuenta con una interfaz orientada a objetos para acceder de un modo portable a cualquier base de datos, promoviendo la portabilidad. Es poseedor de una extensa biblioteca utilitaria y la

CAPITULO 1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

portabilidad alcanzada es cualitativamente superior a la que se puede obtener con los lenguajes C/C++. (17)

1.5.2 Entornos de desarrollo integrados (IDE)

Un entorno de desarrollo integrado, llamado también IDE (sigla en inglés de Integrated Development Environment), es un programa informático compuesto por un conjunto de herramientas de programación. Puede dedicarse en exclusiva a un solo lenguaje de programación o bien poder utilizarse para varios.

Un IDE es un entorno de programación que ha sido empaquetado como un programa de aplicación, es decir, consiste en un editor de código, un compilador, un depurador y un constructor de interfaz gráfica (GUI). Los IDE pueden ser aplicaciones por sí solas o pueden ser parte de aplicaciones existentes. (9)

1.5.2.1 Net Beans7.0

NetBeans 7.0 es un entorno de desarrollo integrado libre, hecho principalmente para el lenguaje de programación Java. Existe además un número importante de módulos para extenderlo. NetBeans IDE es un producto libre y gratuito sin restricciones de uso, es un proyecto de código abierto de gran éxito con una gran base de usuarios, una comunidad en constante crecimiento, y con cerca de 100 socios en todo el mundo. Sun Microsystems fundó el proyecto de código abierto NetBeans en junio de 2000 y continúa siendo el patrocinador principal de los proyectos. (9)

La plataforma NetBeans permite que las aplicaciones sean desarrolladas a partir de un conjunto de componentes de software llamados *módulos*. Un módulo es un archivo Java que contiene clases de java escritas para interactuar con las API de NetBeans y un archivo especial (manifest file) que lo identifica como módulo. Las aplicaciones construidas a partir de módulos pueden ser extendidas agregándole nuevos módulos. Debido a que los módulos pueden ser desarrollados independientemente, las aplicaciones basadas en la plataforma NetBeans pueden ser extendidas fácilmente por otros desarrolladores de software. Entre las características de esta plataforma están:

- ✓ Administración de las interfaces de usuario (ej. menús y barras de herramientas)

CAPITULO 1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

- ✓ Administración de las configuraciones del usuario
- ✓ Administración del almacenamiento (guardando y cargando cualquier tipo de dato)
- ✓ Administración de ventanas
- ✓ Framework basado en asistentes (diálogos paso a paso)

1.5.3 JDK

Java Development Kit o (**JDK**), es un software que provee herramientas de desarrollo para la creación de programas en Java. Puede instalarse en una computadora local o en una unidad de red. En la unidad de red se pueden tener las herramientas distribuidas en varias computadoras y trabajar como una sola aplicación.

1.5.4 Sistemas gestores de bases de datos

Un Sistema Gestor o Manejador de Bases de Datos (SGBD) es un conjunto de programas que permite a los usuarios crear y mantener una BD, por lo tanto, el

SGBD es un software de propósito general que facilita el proceso de definir, construir y manipular la BD para diversas aplicaciones. Pueden ser de propósito general o específico. (9)

Bases de Datos Embebidas

Cuando hablamos de bases de datos, normalmente nos imaginamos un gran servidor, con grandes cantidades de información en su interior. También existen bases de datos minúsculas para entornos donde el espacio, tanto de almacenaje como de proceso. Una Base de Datos Embebida o Empotrada es aquella que no inicia un servicio en nuestra máquina independiente de la aplicación, pudiéndose enlazar directamente a nuestro código fuente o bien utilizarse en forma de librería.

Normalmente las bases de datos embebidas comparten una serie de características comunes:

- ✓ Su pequeño tamaño.
- ✓ El "small footprint" en términos de tamaño de código añadido a nuestra aplicación.

CAPITULO 1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

- ✓ Recursos que consumen.

Una base de datos embebida es un ficherito que se coloca en la carpeta de la aplicación y que corre dentro del proceso, siendo únicamente accesible por este. Es decir, sólo la aplicación que lanza la base de datos embebida puede acceder a sus tablas. Estas bases de datos pueden estar contenidas exclusivamente en memoria (y al cerrar la aplicación vuelcan las tablas a disco) o en disco, siendo en el primer caso mucho más rápidas, como era de esperar. Muchas de estas bases de datos disponen de librerías e interfaces para acceder a ellas desde Java (mediante JDBC) o .NET (en ADO.NET), incluso algunas pueden ejecutarse también en modo cliente-servidor (como un MySQL u Oracle). Dentro de este grupo de bases de datos se encuentran HSQLDB, SQLite, Firebird, Apache Derby entre otras. (23)

Apache Derby

Apache Derby es un sistema gestor de base de datos relacional escrito en Java que puede ser empotrado en aplicaciones Java y utilizado para procesos de transacciones online. Tiene un tamaño de 2 MB de espacio en disco. Inicialmente distribuido como IBM Cloudscape, Apache Derby es un proyecto open source licenciado bajo la Apache 2.0 License. Apache Derby tiene su origen en la empresa Cloudscape Inc, en Oakland, California, que se fundó en 1996 para desarrollar una tecnología de base de datos para Java. La primera versión del motor de base de datos, que por entonces se llamó JBMS, tuvo lugar en 1997. Posteriormente el producto fue renombrado como Cloudscape y aparecieron versiones nuevas cada seis meses. En 1999 Informix Software, adquirió Cloudscape, Inc. En 2001 IBM3 adquirió los activos de Informix Software, incluyendo Cloudscape. El motor de base de datos fue renombrado a IBM Cloudscape y continuaron apareciendo versiones, enfocadas principalmente a usos embebidos en productos Java de IBM y middleware. (23).

Características

- ✓ APIs para JDBC y SQL. Soporta todas las características de SQL92 y la mayoría de SQL99. La sintaxis SQL usada proviene de IBM DB2.

CAPITULO 1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

- ✓ Su código mide alrededor de 2000KB comprimido.
- ✓ Soporta cifrado completo, roles y permisos. Además posee SQL SCHEMAS para separar la información en una única base de datos y control completo de usuarios.
- ✓ Soporta internamente cifrado y compresión.
- ✓ Trae soporte multilenguaje y localizaciones específicas.
- ✓ A partir de la versión 10.4 trae un sistema simple de replicación maestro-esclavo.
- ✓ Transacciones y recuperación ante errores.
- ✓ Posee tres productos asociados a la marca:
 - Derby Embedded Database Engine: El motor propiamente dicho.
 - Derby Network Server: Permite convertir Derby en una base de datos que sigue el modelo cliente-servidor tradicional.
 - Database Utilities: Un paquete de utilidades.

Ventajas

- ✓ Está basado en java, usa los estándares de JDBC y SQL.
- ✓ Tiene la opción del manejador de base de datos empotrado, embebido, encajado.
- ✓ Soporta la arquitectura cliente/servidor.
- ✓ Flexibilidad Manejo de Datos Complejos.
- ✓ BDOO-Ajusta al espacio necesario y elimina espacio desperdiciado.
- ✓ Manipulación de Objetos complejos en forma rápida y ágil.

1.5.5 Fundamentación de las herramientas a utilizar

1.5.5.1 ¿Por qué utilizar Java?

Teniendo en cuenta el conocimiento que se ha adquirido durante el estudio de la carrera y siendo la política de nuestro centro utilizar el lenguaje de programación Java para desarrollar aplicaciones de escritorio, se propone la utilización de este lenguaje para la implementación del sistema, además por dar al traste con la estrategia de migración hacia software libre que sigue el instituto. Otras características que hacen de este un lenguaje ideal para el diseño de esta aplicación son:

CAPITULO 1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Simple: Elimina la complejidad de los lenguajes como "C" y da paso al contexto de los lenguajes modernos orientados a objetos.

Orientado a Objetos: La filosofía de programación orientada a objetos es diferente a la programación convencional. **Familiar:** Como la mayoría de los programadores están acostumbrados a programar en C o en C++, la sintaxis de Java es muy similar al de estos.

Robusto: El sistema de Java maneja la memoria de la computadora. No hay que preocuparse por apuntadores, memoria que no se esté utilizando, etc. Java realiza todo esto sin necesidad de que uno se lo indique. **Seguro:** El sistema de Java tiene ciertas políticas que evitan se puedan codificar virus con este lenguaje. Existen muchas restricciones, especialmente para los applets, que limitan lo que se puede y no puede hacer con los recursos críticos de una computadora.

Orientada a Objeto: Java está orientado a objetos, ya que un buen diseño conlleva a componentes reutilizables, extensibles y sostenible. Esto permite controlar los cambios que puedan producirse a lo largo del tiempo, dado que el trabajo principal de estos objetos es intercambiar mensajes entre sí.

Portable: Como el código compilado de Java (conocido como byte code) es interpretado, un programa compilado de Java puede ser utilizado por cualquier computadora que tenga implementado el intérprete de Java.

Independiente a la arquitectura: Al compilar un programa en Java, el código resultante un tipo de código binario conocido como byte code. Este código es interpretado por diferentes computadoras de igual manera, solamente hay que implementar un intérprete para cada plataforma. De esa manera Java logra ser un lenguaje que no depende de una arquitectura computacional definida.

Multithreaded: Un lenguaje que soporta múltiples threads es un lenguaje que puede ejecutar diferentes líneas de código al mismo tiempo.

Interpretado. Java corre en máquina virtual, por lo tanto es interpretado.

CAPITULO 1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Dinámico: Java no requiere que compile todas las clases de un programa para que este funcione. Si realizas una modificación a una clase Java se encarga de realizar un Dynamic Bynding o un Dynamic Loading para encontrar las clases.

1.5.5.2 ¿Por qué utilizar Apache Derby?

Apache Derby es un sistema gestor de base de datos relacional escrito en Java que puede ser empotrado en aplicaciones Java y utilizado para procesos de transacciones online, es además una fuente abierta de pura Java Database Management System (DBMS). Para el sistema a implementar Derby es el DBMS más conveniente porque está libremente disponible, responde a las necesidades del sistema, integra perfectamente con NetBeans y a su vez ejecuta en todas las plataformas de este, sin dejar de mencionar es mucho más simple de instalar y administrar que los tradicionales DBMS.

1.5.6 Embarcadero ER/Studio 8.0.0

Es una herramienta de modelado de datos, se usa para el diseño y la construcción lógica y física de bases de datos. Su ambiente es de gran alcance y multinivel. ER/Studio se diseña para hacer más fácil de entender el estado actual de los datos de las empresas. Simple y fácil al usuario, ayuda a organizaciones para tomar decisiones en cómo resolver embotellamientos de los datos, elimina redundancia y alcanza en última instancia usos de más alta calidad que entreguen datos más eficientes y exactos a la empresa.

Ventajas: Si se está comenzando un nuevo diseño o está manteniendo una base de datos existente, ER/Studio se combina con las características para ayudarle a conseguir el trabajo hecho con eficacia. Con el potencial y la facilidad de empleo de ER/Studio's que modela el ambiente, será productivo rápidamente y podrá casi demostrar resultados inmediatamente después de la instalación. Soporta el proceso de diseño interactivo inherente en el ciclo de vida de la aplicación.

ER/Studio puede documentar automáticamente un diagrama entero, generando un conjunto integrado de reportes HTML sofisticados que múltiples usuarios pueden compartir en Internet. Calidad de presentación en los reportes. Además de los reportes

CAPITULO 1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

de HTML, ER/Studio puede generar reportes de alta calidad con un formato de texto amplio que está disponible para presentaciones profesionales. Soporta metodología de Yourdon, con diagramas relación-entidad y modelos. (Wikipedia, 2012)

Diagramas: La creación de diagramas es clara y rápida. Tiene la posibilidad de realizar diagramas con desempeño rápido. También es posible cambiar el estilo de las líneas, los colores, tipos de letra, niveles de acercamiento, y modelos de despliegue. Es posible crear subvistas para separar y manejar áreas importantes. ER/Studio automáticamente mantiene todas las dependencias entre subvistas y el diagrama completo. El Explorer Navigation facilita el trabajo hasta con los diagramas más grandes. Si se está trabajando con un modelo largo de Datos, ER/Studio ofrece un aumento en la ayuda y fácil navegación en sus modelos. La Apreciación global (overview). Se usa el browser Explorer para encontrar y seleccionar entidades. Un solo clic inmediatamente enfoca una ventana de diagrama.

1.6 Metodologías para el desarrollo de Sistemas Informáticos

Las metodologías de desarrollo constituyen una colección de documentos formales referentes a los procesos, las políticas y los procedimientos que intervienen en el desarrollo del software. La finalidad de una metodología de desarrollo es garantizar la eficacia y la eficiencia en el proceso de generación de software. (20)

1.6.1 RUP

Es un proceso de desarrollo de software, que junto con el Lenguaje Unificado de Modelado (UML), constituye la metodología estándar más utilizada para el análisis, implementación y documentación de sistemas orientados a objetos. Provee un acercamiento disciplinado para asignar tareas y responsabilidades dentro de una organización de desarrollo. Su objetivo es asegurar la producción de un software de alta calidad que satisfaga los requerimientos de los usuarios finales (respetando cronograma y presupuesto). Puede ser adaptado y extendido para satisfacer las necesidades de la organización que lo adopte. Además se caracteriza por ser iterativo e incremental, estar centrado en la arquitectura y dirigido por casos de usos (16)

CAPITULO 1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.6.2 Fases de RUP

RUP divide el proceso en 4 fases que son detalladas a continuación:

Inicio: Se describe el negocio y se delimita el proyecto describiendo sus alcances con la identificación de los casos de uso del sistema.

Elaboración: Se define la arquitectura del sistema y se obtiene una aplicación ejecutable que responde a los casos de uso que la comprometen. A pesar de que se desarrolla a profundidad una parte del sistema, las decisiones sobre la arquitectura se hacen sobre la base de la comprensión del sistema completo y los requerimientos (funcionales y no funcionales) identificados de acuerdo al alcance definido.

Construcción o Implementación: Se obtiene un producto listo para su utilización que está documentado y tiene un manual de usuario. Se obtiene una o varias versiones del producto que han pasado las pruebas. Se ponen estas versiones a consideración de un subconjunto de usuarios.

Transición o Prueba: La versión ya está lista para su instalación en las condiciones reales. Puede implicar reparación de errores.

1.6.3 Fundamentación de la metodología a utilizar

Después de realizar un análisis, se selecciona RUP para el desarrollo del software, porque es la más completa y abarcadora, pues como señalan algunos autores, las otras metodologías son casos particulares de esta RUP es adaptable, según el tipo de proyecto, así serán las características del mismo, haciéndose énfasis en aquellos flujos de trabajo durante la vida del software, que reporten más importancia y sean indispensables. RUP permite trazarse planes de riesgos y pruebas durante el ciclo de vida. Contiene artefactos que son diseñados durante las diferentes fases, los cuales describen detalladamente las características del software desde que se realiza el análisis del problema hasta la entrega final del producto. Además constituye la metodología ideal para el desarrollo de software ya que esta permite una vez concluido el mismo continuar desarrollando otros módulos a partir la información que se genera, tan útil y precisa para aumentar otras potencialidades al sistema.

CAPITULO 1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.7 Herramientas de modelado

Las herramientas de modelado fueron creadas con el fin de desarrollar programas, utilizando técnicas de diseño y metodologías bien definidas, soportadas por herramientas automatizadas. Suelen llamarse herramientas CASE, significado de las siglas: Computer Aided Software Engineering, en español Ingeniería de Software Asistida por Computadora. Es un conjunto de ayudas para el desarrollo de programas informáticos, desde la planificación, pasando por el análisis y el diseño, hasta la generación del código fuente de los programas y la documentación. Una herramienta CASE es un instrumento que permite desarrollar soluciones informáticas abarcando todo el ciclo de vida de un software, por lo que constituye un apoyo para los desarrolladores del mismo.

1.7.1 Visual Paradigm

Es una herramienta que interpreta UML profesional, que soporta el ciclo de vida completo del desarrollo de software: análisis y diseño orientados a objetos, construcción, pruebas y despliegue. Este software ayuda a una más rápida construcción de aplicaciones de calidad, mejores y a un menor costo. Permite dibujar todos los tipos de diagramas de clases, código inverso, generar código desde diagramas y generar documentación. Una de las características más importantes del Visual Paradigm es que es multiplataforma (16).

Características de Visual Paradigm:

- ✓ Licencia: gratuita y comercial.
- ✓ Producto de calidad.
- ✓ Soporta aplicaciones web.
- ✓ Varios idiomas.
- ✓ Fácil de instalar y actualizar.
- ✓ Compatibilidad entre ediciones.

CAPITULO 1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.7.2 Fundamentación de la herramienta de modelado a utilizar

Para el modelado del sistema se utiliza como herramienta CASE a Visual Paradigm en su versión 6.4, puesto que es una herramienta potente y distribuida bajo una licencia gratuita, es fácil de instalar y actualizar permitiendo una excelente compatibilidad entre ediciones, lo que facilita el trabajo de modelado de la aplicación.

Conclusiones del Capítulo

En este capítulo se abordaron los conceptos fundamentales asociados al dominio del problema relacionados con el objeto de estudio y el campo de acción. Se realizó un análisis sobre la minería en Cuba además de abordar las metodologías así como tecnologías empleadas para el desarrollo de la herramienta informática, entre ellas se encuentran: Java como lenguaje de programación, RUP como metodología de desarrollo, Visual Paradigm como herramienta de modelación visual para el análisis y diseño de sistemas basados en objetos así como Apache Derby como sistema gestor de base de datos.

Capítulo 2 Modelo de Dominio y Requerimientos

El modelo de dominio contribuye a la comprensión del contexto del sistema, así como de sus requisitos, el cual captura los tipos más importantes de objetos del dominio para representar las “cosas” que existen o los eventos que suceden en el entorno en el que se trabaja. Todo ello ayuda a los usuarios a entender el contexto en el que va dirigido el sistema. Es decir la selección de un modelo de dominio puede utilizarse para capturar y expresar el entendimiento ganado en un área bajo análisis como paso previo al diseño del sistema, en el cual se precisa los requisitos funcionales y no funcionales además se definen las principales entidades del dominio.

2.1 ¿Por qué Modelo de Dominio?

El Modelo de Dominio es una representación visual estática del entorno real objeto del proyecto. Es decir, un diagrama con los objetos que existen (reales) relacionados con el proyecto que vamos a acometer y las relaciones que hay entre ellos. Se llama "de Dominio" para distinguirlo del Modelo de Negocio sin embargo, el Modelo de Dominio se centra en una parte del negocio, la relacionada con el ámbito del proyecto. En este contexto el término "dominio" representa una parte del "negocio".

Para el desarrollo de la investigación, se tiene como punto de partida el estudio del software “Dips”, existente en el ISMM, por ello, el propósito de esta investigación no está enfocado a entender los procesos de negocio, sino en comprender los conocimientos asociados con el sistema similar al que se está desarrollando, además del aporte de ideas de algunos expertos del dominio para alcanzar el perfeccionamiento del sistema.

2.2 Definición de las entidades y conceptos fundamentales

Minero: Es la persona que se encarga de excavar minas para extraer minerales. Las principales ocupaciones de un minero incluyen taladrar la roca con picos y palas o utilizando herramientas eléctricas para extraer el mineral, apuntalar los túneles con soportes de madera para impedir su derrumbe, desplegar vías para el transporte de la piedra o cargar el mineral en vagonetas para su transporte al exterior.

CAPITULO 2 MODELO DE DOMINIO Y REQUERIMIENTOS

Geólogo: Es un especialista en la interacción terreno-estructura. Tiene que calcular, diseñar y proyectar, como cualquier otro ingeniero, soluciones en ingeniería civil y edificación, y al mismo tiempo en la explotación de los recursos y los riesgos naturales y el medio ambiente.

Ángulo: es la parte del plano comprendida entre dos semirrectas que tienen el mismo punto de origen o vértice. Suelen medirse en unidades tales como el radián, el grado sexagesimal o el grado centesimal.

Estructura geológica: es la rama de la geología que se dedica a estudiar la corteza terrestre, sus estructuras y la relación de las rocas que las forman. Estudia la geometría de las rocas y la posición en que aparecen en superficie. Interpreta y entiende la arquitectura de la corteza terrestre y su relación espacial, determinando las deformaciones que presenta y la geometría subsuperficial de las estructuras rocosas.

Líneas: es una sucesión continua de puntos trazados, como por ejemplo un trazo o un guión. Las líneas suelen utilizarse en la composición artística, se denomina en cambio «*raya*» a trazos rectos sueltos, que no forman una figura o forma en particular.

Planos: es el elemento ideal que solo posee dos dimensiones, y contiene infinitos puntos y rectas, se representan con una letra mayúscula ubicada en una de las esquinas.

Puntos: es uno de los entes fundamentales, junto con la recta y el plano. Son considerados conceptos primarios, es decir, que sólo es posible describirlos en relación con otros elementos similares o parecidos

2.3 Requerimientos

Toda metodología de Análisis y Diseño para el desarrollo de sistemas tiene como punto de partida la captura de requisitos, obtenidos por los analistas en interacción con los usuarios, los que serán analizados y plasmados en herramientas propias de cada

CAPITULO 2 MODELO DE DOMINIO Y REQUERIMIENTOS

metodología, de manera que cubran las expectativas de los usuarios y que se ajusten a las tendencias actuales de desarrollo de aplicaciones. (11)

2.3.1 Requerimientos funcionales

Un requisito funcional define el comportamiento interno del software: cálculos, detalles técnicos, manipulación de datos y otras funcionalidades específicas que muestran cómo los casos de uso serán llevados a la práctica. Estos a su vez constituyen las condiciones o capacidades que el sistema debe cumplir, no alteran la funcionalidad del producto, se mantienen invariables sin importar las propiedades o cualidades con las que se relacione este.

El sistema en desarrollo debe ser capaz de:

RF-1. Crear Nuevo Proyecto

RF-2. Abrir Proyecto

RF-3. Guardar Proyecto

RF-4 Gestionar Azimut y Buzamiento

4.1 Insertar Azimut y Buzamiento

4.2 Modificar Azimut y Buzamiento

4.3 Eliminar Azimut y Buzamiento

RF-5 Gestionar Proyección Estereográfica

5.1 Insertar Proyección Estereográfica

5.2 Modificar Proyección Estereográfica

5.3 Eliminar Proyección Estereográfica

RF-6 Graficar polos

RF-7 Graficar Dispersión

RF-8 Graficar Terreno

RF-9 Graficar Roseta

CAPITULO 2 MODELO DE DOMINIO Y REQUERIMIENTOS

RF-10 Graficar planos de discontinuidad

RF-11 Graficar mapa de Datos

RF-12 Agregar ejes coordenados

RF-13 Obtener reporte

2.3.2 Requerimientos no funcionales

Los Requisitos no funcionales son propiedades que el producto debe tener. En la mayoría de los casos, estos son esenciales en el éxito del producto para que los clientes y los usuarios puedan valorar las características no funcionales que posee, pues si se conoce que cumple con toda la funcionalidad requerida, las propiedades no funcionales como cuán usable, seguro, conveniente y agradable, es el sistema pueden marcar la diferencia entre un producto bien aceptado y uno con poca aceptación. Están vinculados con los requerimientos funcionales, pues cuando se conoce lo que el sistema debe hacer podemos determinar cómo ha de comportarse, qué cualidades tendrá o cuán rápido podrá ser. (11)

2.3.2.1 Apariencia e interfaz externa

Los usuarios pueden ser personas que no estén familiarizadas con herramientas informáticas, por lo que se requiere una interfaz sencilla, con la mayor simplicidad posible para lograr que el sistema sea de fácil entendimiento, de apariencia profesional e intuitiva. Debe ser formal, deberán usarse colores claros y formatos de textos legibles que mejoren la visibilidad del usuario. Desde una perspectiva más amplia del diseño visual de la aplicación, debe mantener una coherencia y estilo común entre todas las ventanas, proporcionando una consistencia visual a la aplicación. La interfaz debe utilizar preferentemente conceptos que sean manejados y les resulten familiares a los usuarios para que les sea fácil el uso de la herramienta y su aprendizaje.

2.3.2.2 Requerimiento de rendimiento

El sistema propuesto pretende manejar el procesamiento de datos geológicos con una buena eficiencia, precisión y disponibilidad para que el éxito del producto se vea

CAPITULO 2 MODELO DE DOMINIO Y REQUERIMIENTOS

reflejado en la capacidad de la velocidad con que se manipula la información. Se realiza el tratamiento de errores para evitar un posible bloqueo de la aplicación.

2.3.2.3 Requerimiento de confiabilidad

La seguridad de los datos es garantizada por la base de datos embebida, escogidos para el desarrollo de la aplicación, quien ofrece una garantía de seguridad en los datos.

2.3.2.4 Requerimiento de software

- ✓ Sistema Operativo Windows 2000 Advanced Server o Superior.
- ✓ Apache Derby como gestor de base de datos relacional.
- ✓ Máquina Virtual 6.0 (JDK).
- ✓ Multiplataforma.

2.3.2.5 Requerimiento de hardware

Mínimos recomendados

- ✓ Pentium III con 128 MB de RAM, microprocesador a 400MHz, 12 Gb de disco duro.

2.3.2.6 Requerimiento de diseño e implementación

Para la construcción del sistema se requiere:

- ✓ Lenguaje de programación para la implementación: Java.
- ✓ Como artefactos para el diseño se usan los que propone RUP apoyado en el estándar de notaciones de UML.
- ✓ Como gestor de base de datos Apache Derby
- ✓ Embarcadero ER/Studio para el diseño de la base de datos

2.3.2.7 Requerimiento de soporte

El proceso de instalación y configuración del sistema será realizado por los usuarios que utilicen el Software, para ello deberán recibir un adiestramiento correspondiente para el trabajo con el software, luego de culminada la realización

CAPITULO 2 MODELO DE DOMINIO Y REQUERIMIENTOS

del mismo se realizarán pruebas de rendimiento para garantizar su eficiencia y se brindará un curso de instalación, configuración y mantenimiento del producto.

2.3.2.8 Requerimiento de usabilidad

El sistema será usado principalmente por mineros y geólogos que necesiten utilizar el software para realizar análisis gráficos.

2.3.2.9 Requerimiento de portabilidad

Tanto el producto de software como el servidor de base de datos pueden ser usados bajo cualquier sistema operativo, como por ejemplo Linux, Windows, etc.

Conclusiones del Capítulo

Con la culminación de este capítulo se definieron los requisitos funcionales y no funcionales del sistema, los cuales serán las bases con las que se sustentarán las necesidades del cliente, se argumentó el porqué de la utilización del Modelo de Dominio, así como las definiciones de las entidades utilizadas en el Diagrama de Modelo del Dominio.

CAPÍTULO 3 DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

Capítulo 3 Diseño e Implementación del Sistema

Introducción

En este capítulo se realiza el diseño para posteriormente pasar a la construcción del sistema, para ello se presenta el diagrama de clases de diseño de casos de uso y se realiza una descripción detallada para cada uno. Se trata además algunos principios del diseño del sistema, estándares de codificación y manejo de errores, además se presentan los diagramas de clases del diseño y el modelo de datos el cual posibilitará confeccionar la base de datos que servirá como soporte al sistema. Se especifica también, la arquitectura empleada en la confección de este producto y son mostrados los diagramas de secuencia. Por otro lado, se ofrece una representación gráfica del modelo de despliegue y el de componente.

3.1 Identificación de los Actores del Sistema

Los actores representan los usuarios del sistema e incluyen otros actores que pueden interactuar con él, es decir representan terceros fuera del sistema que colaboran con este. Una vez identificados, cada actor desempeñará un papel bien definido, y en el contexto de ese papel debe tener interacciones útiles con el sistema, además se tiene delimitado el entorno externo del mismo. (5)

Tabla 1 Actores del Sistema

ACTOR	JUSTIFICACIÓN
USUARIO	Especialista en Minería o Geología, estudiantes o profesor que utiliza el sistema teniendo todos los permisos para su utilización, teniendo la posibilidad de obtener toda la información referida al cálculo de datos geológicos utilizando el método de proyección estereográfica.

CAPÍTULO 3 DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

3.2 Diagrama de Caso de Uso del Sistema

El diagrama de Caso de Uso del Sistema es una representación de los casos de uso que se generan a raíz de los requisitos funcionales y la relación que tienen estos con los distintos actores que interactúan con el sistema. Los casos de uso pueden presentar varios tipos de relaciones: generalización/especialización, incluye y extend; los actores solo pueden presentar la relación de generalización/especialización; es importante resaltar que un caso de uso puede ser inicializado por un solo actor.

Figura 2 Diagrama de caso de uso del Sistema



CAPÍTULO 3 DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

3.3 Descripciones de los Casos de Uso del Sistema

Caso de Uso:	Abrir Proyecto
Actor:	Usuario (inicia)
Propósito:	Abrir el proyecto que el usuario desee y tener acceso a los diferentes proyectos realizados.
Resumen:	El caso de uso inicia cuando el usuario escoge la opción abrir y el sistema muestra un diálogo para abrirlo desde el directorio que se encuentra, luego el sistema muestra todos los proyectos existentes en esa base de datos.
Referencia:	RF-2
Precondiciones:	Cuando se intenta abrir un archivo con el formato no identificado para el sistema, el mismo muestra un mensaje de error y termina.

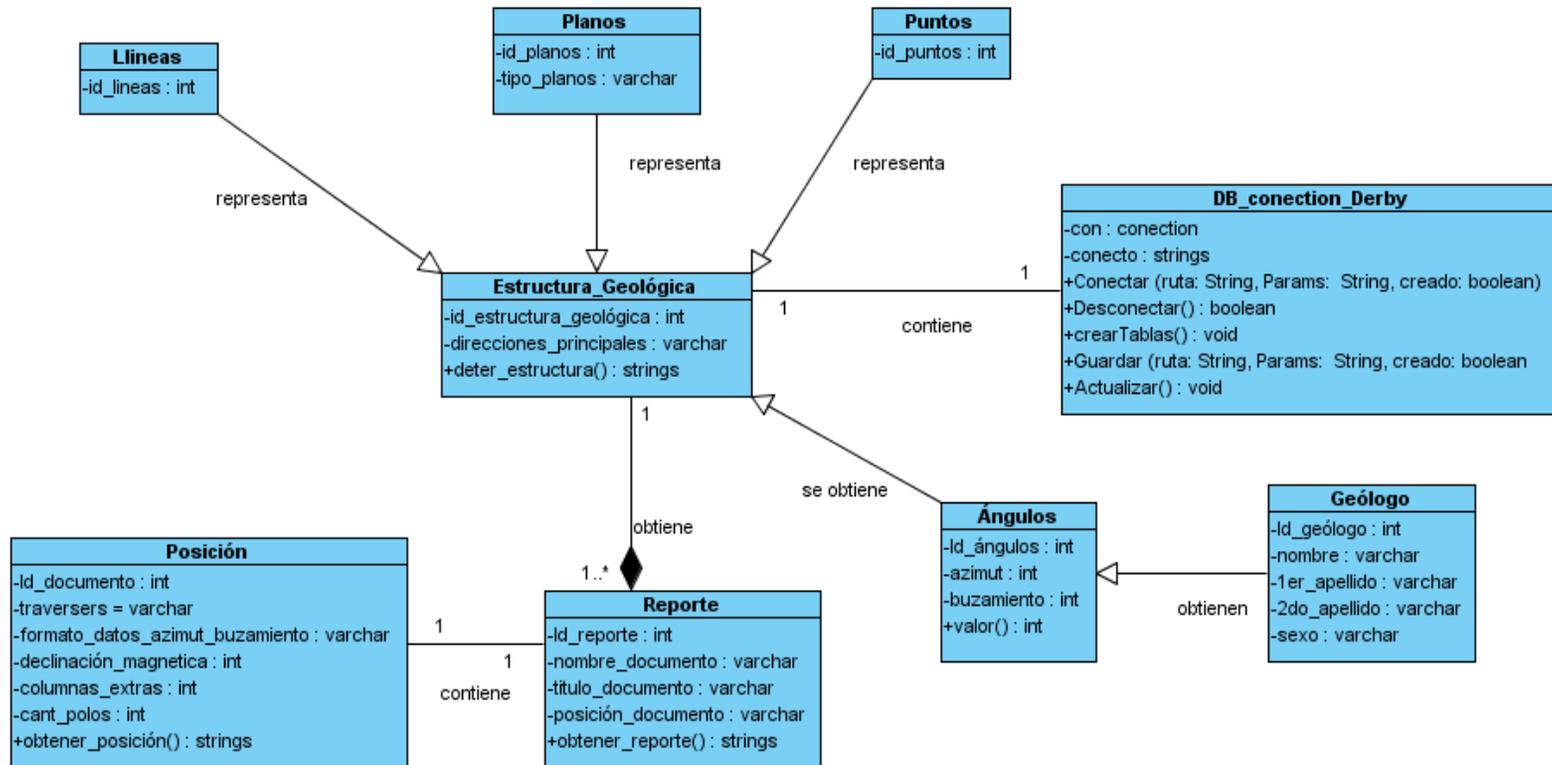
Tabla 2 Descripción Caso de Uso Abrir Proyecto

Las restantes descripciones de los casos de usos se encuentran en: [Anexo1](#)

3.4 Diagrama de clases del Diseño

Este diagrama describe las clases que componen el sistema con un nivel de detalle mayor. Incluye los atributos particulares de cada clase y las relaciones existentes entre ellas. Se crean para cumplimentar los requisitos funcionales y no funcionales determinados en el capítulo 2, teniendo en cuenta la tecnología en la cual se implementará el diseño.

Figura 3: Diagrama de clases del diseño



CAPÍTULO 3 DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

3.4.1 Descripción de las clases del diseño

En este epígrafe se describe cada clase representada en el diagrama anterior, Se define el tipo de clase que es cada una (entidad o controladora), las funciones que realizan, los atributos y métodos que la conforman.

Nombre de la clase	DB_Derby_Conexion
Tipo de clase:	Entidad
Resumen: Es la clase encargada de relacionar la aplicación con la base de datos embebida .Permite conectar, guardar, y desconectar, crear tablas y actualizar la base de datos Apache Derby.	
Atributos	Tipo
con	Connection
conecto	String
Responsabilidades	
Nombre	Descripción
Conectar (ruta: String, Params: String, creado: boolean)	Permite realizar la conexión de la base de datos.
Desconectar()	Este método se encarga de desconectar la base de datos.
crearTablas()	Es el encargado de crearlas tablas en la base de datos
Guardar (ruta: String, Params: String, creado: boolean)	Este método se encarga guardar la base de datos.
Actualizar()	Este método se encarga actualizar la

base de datos.

Tabla 3 Tabla sobre las descripciones de clases del diseño

Las descripciones de las demás clases se encuentran en él: [Anexo 2](#)

3.5 Principios del diseño

A continuación se presentan las interfaces gráficas de usuario diseñadas para la aplicación final. Para su presentación se ha realizado un resumen con las principales funcionalidades del sistema.

3.5.1 Interfaz de Usuarios.

Respondiendo a las solicitudes del cliente se escogen colores ligeros para el diseño del software, se emplean palabras familiarizadas con el entorno del cliente y se crea una interfaz sencilla pero con una apariencia que se agradable y que despierte curiosidad en el usuario, pero previendo siempre que el usuario no se pierda en la navegación del software

Figura 4 Interfaz principal del sistema

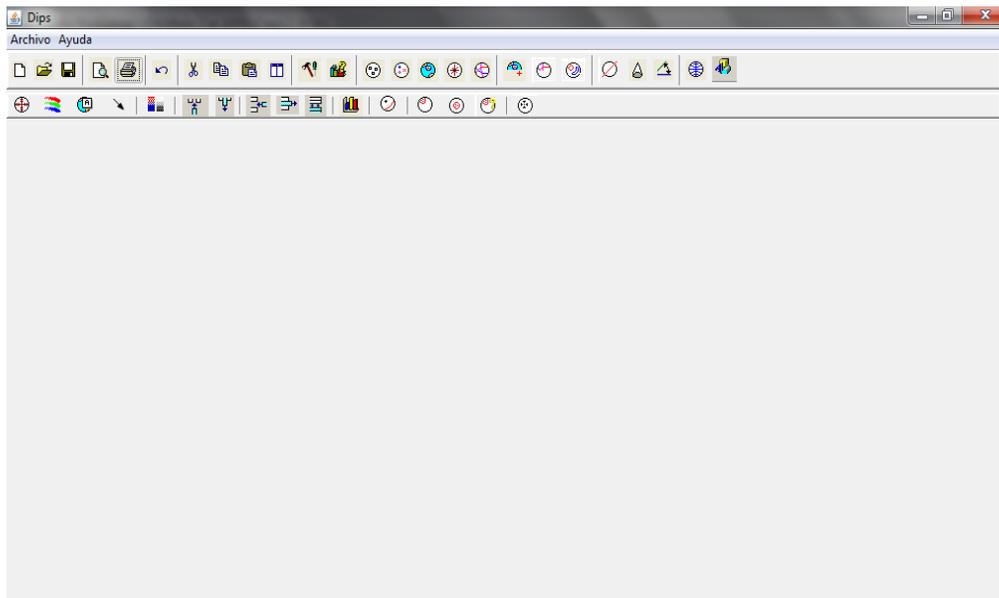


Figura 5 Interfaz para el caso de uso Graficar Polos

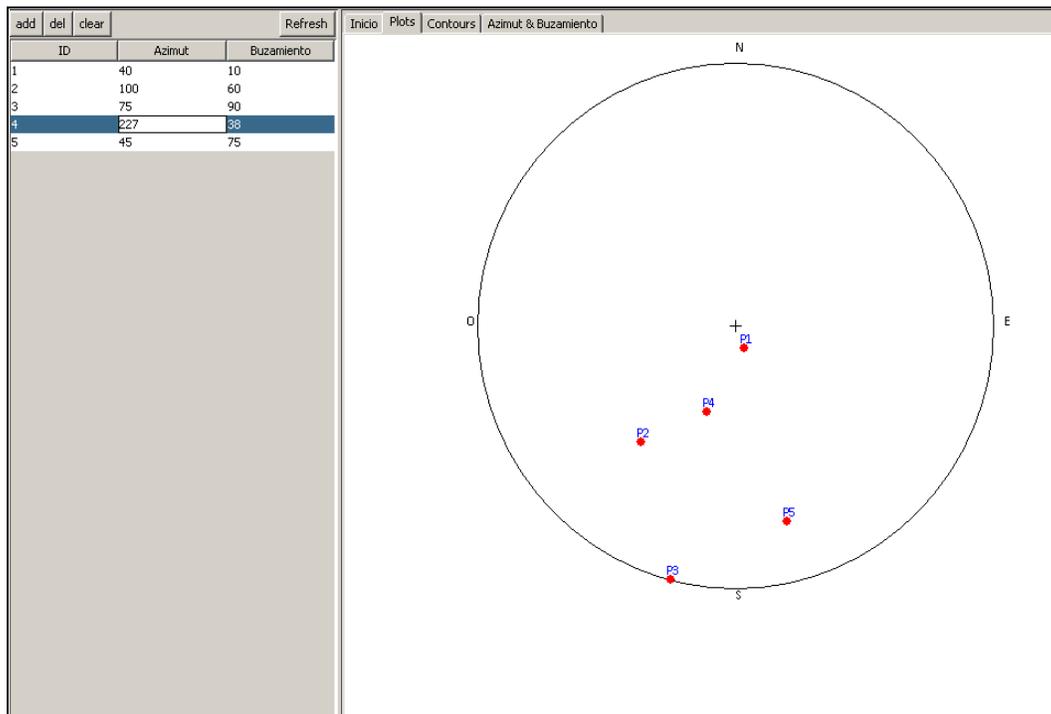


Figura 6 Interfaz para el caso de uso Graficar Terreno

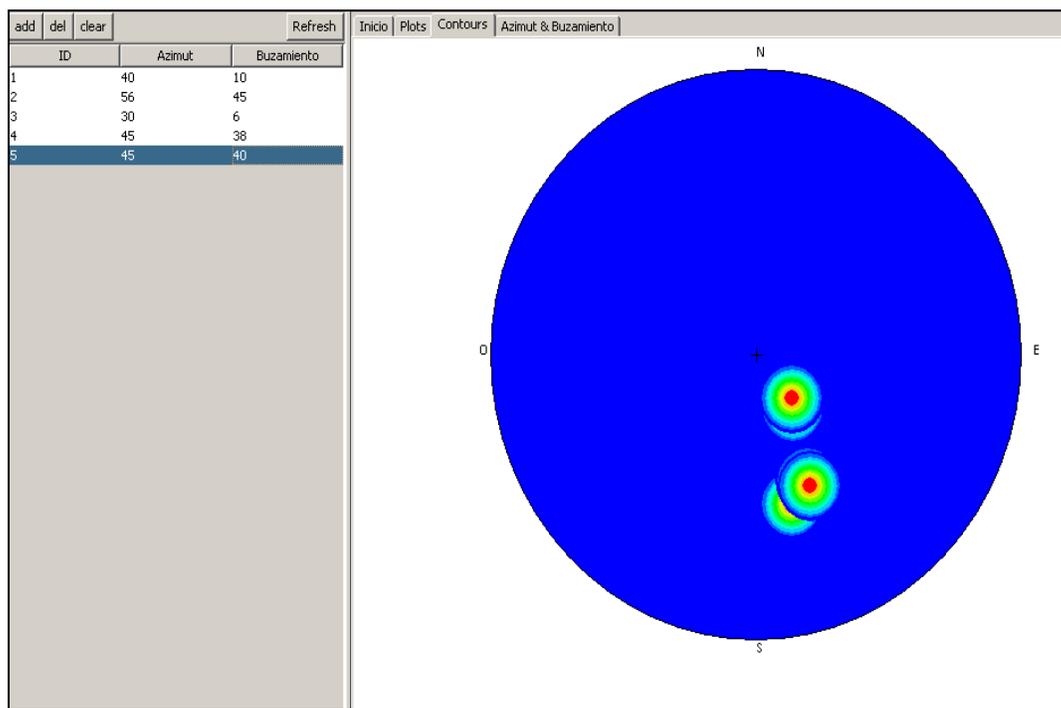


Figura 7 Interfaz para el caso de uso Guardar Proyecto

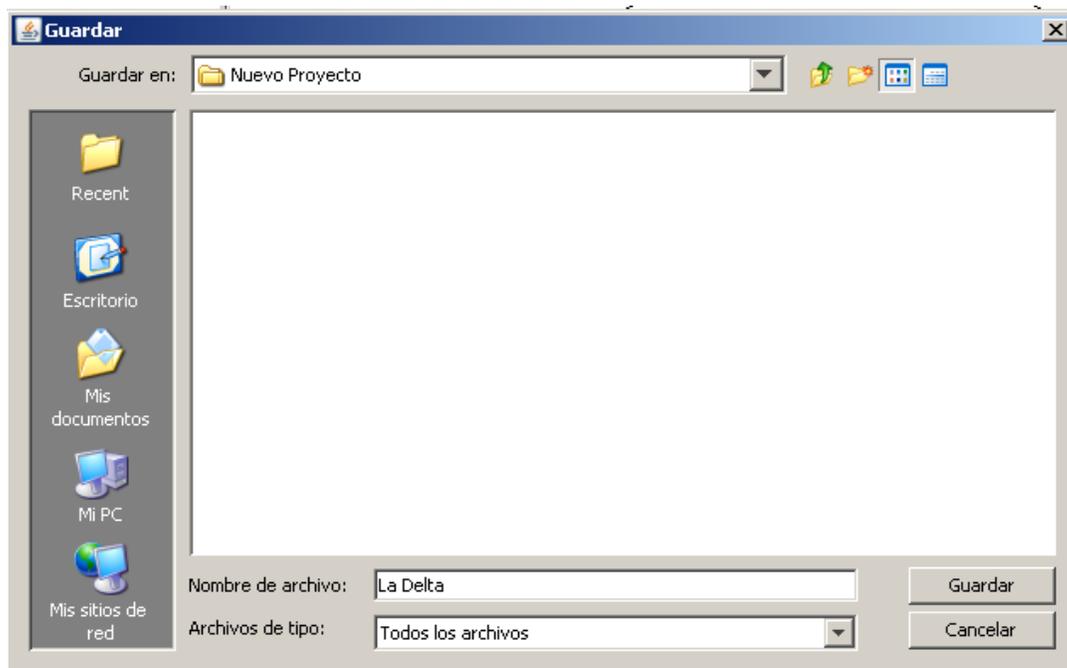
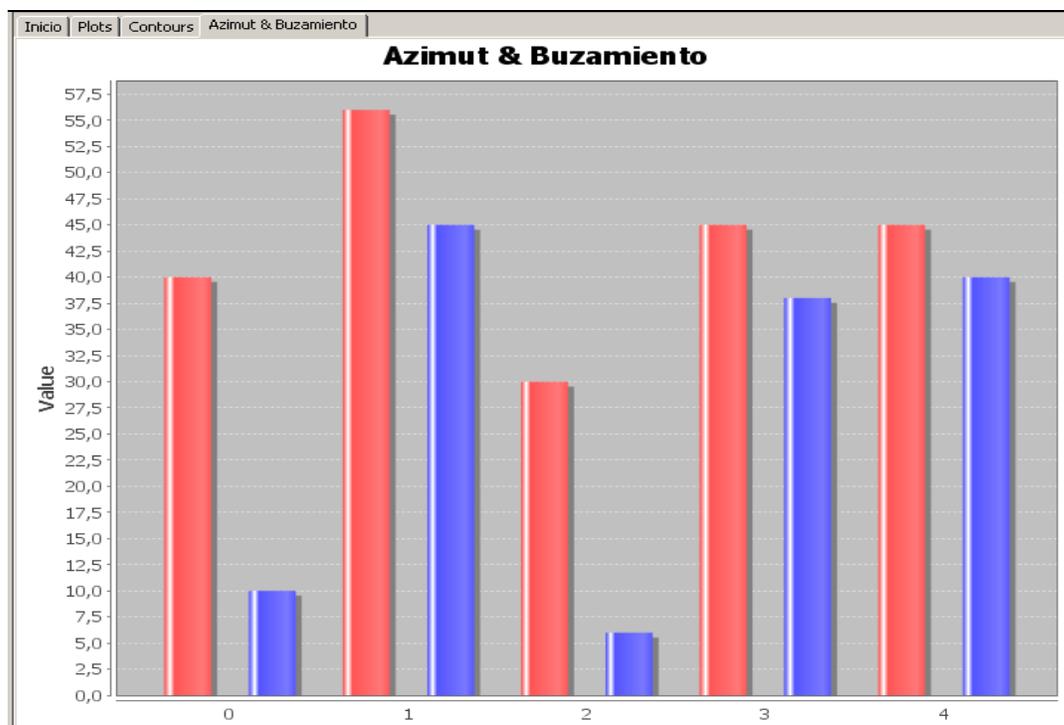


Figura 8 interfaz para el caso de uso Graficar Mapas de Datos



CAPÍTULO 3 DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

3.5.2 Ayuda

Se contará con un manual de ayuda para el usuario, en el que se explica detalladamente cómo se trabaja con la aplicación.

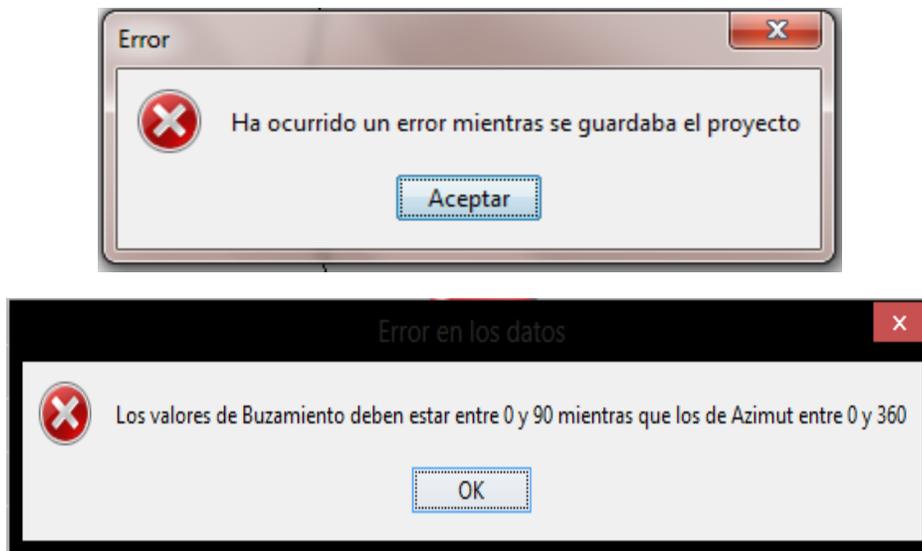
3.5.3 Tratamiento de Errores

Para que un sistema sea confiable, este debe ser capaz de detectar la mayor cantidad de errores que sea posible y explicarle al usuario dónde es que se ha cometido el error. Los errores más frecuentes cometidos por los usuarios son

- ✓ Insertar un elemento que ha insertado anteriormente.
- ✓ Eliminar o modificar uno que no está registrado en la base de datos.
- ✓ Dejar campos vacíos al realizar una de las acciones anteriores.

Cuando el usuario introduce nuevos registros en la base de datos, se corre el riesgo de que los valores entrados provoquen duplicidad de datos, para ello se han definido las llaves primarias de cada tabla en la Base de Datos y el sistema impide la entrada de valores duplicados. Si el usuario incurre en este error el sistema muestra un mensaje.

Figura 9 Tratamiento de errores



CAPÍTULO 3 DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

3.6 Diseño de la Base de Datos

La base de datos es un conjunto de datos pertenecientes a un mismo contexto y almacenados sistemáticamente para su posterior uso, pueden clasificarse de varias maneras, de acuerdo al contexto que se esté manejando, la utilidad de las mismas o las necesidades que satisfagan (4). En los siguientes sub epígrafes se evidencian aspectos fundamentales referentes a la base de datos utilizada por el sistema, se muestran las tablas correspondientes a la información persistente en la misma, así como sus atributos, operaciones y la relación existente entre cada tabla.

3.6.1 Modelo lógico de datos

En el diagrama de clases persistentes mostrado en la Figura 3.9, se aprecian las relaciones de asociación entre las clases y se incluyen las llaves primarias de cada clase.

3.6.2 modelo físico de datos

Este modelo, mostrado en la Figura 3.10, describe la estructura lógica de la información que será almacenada en la base de datos. Es generado a partir del diagrama de clases persistentes mediante la herramienta Embarcadero

Figura10: Diagrama de clases persistentes

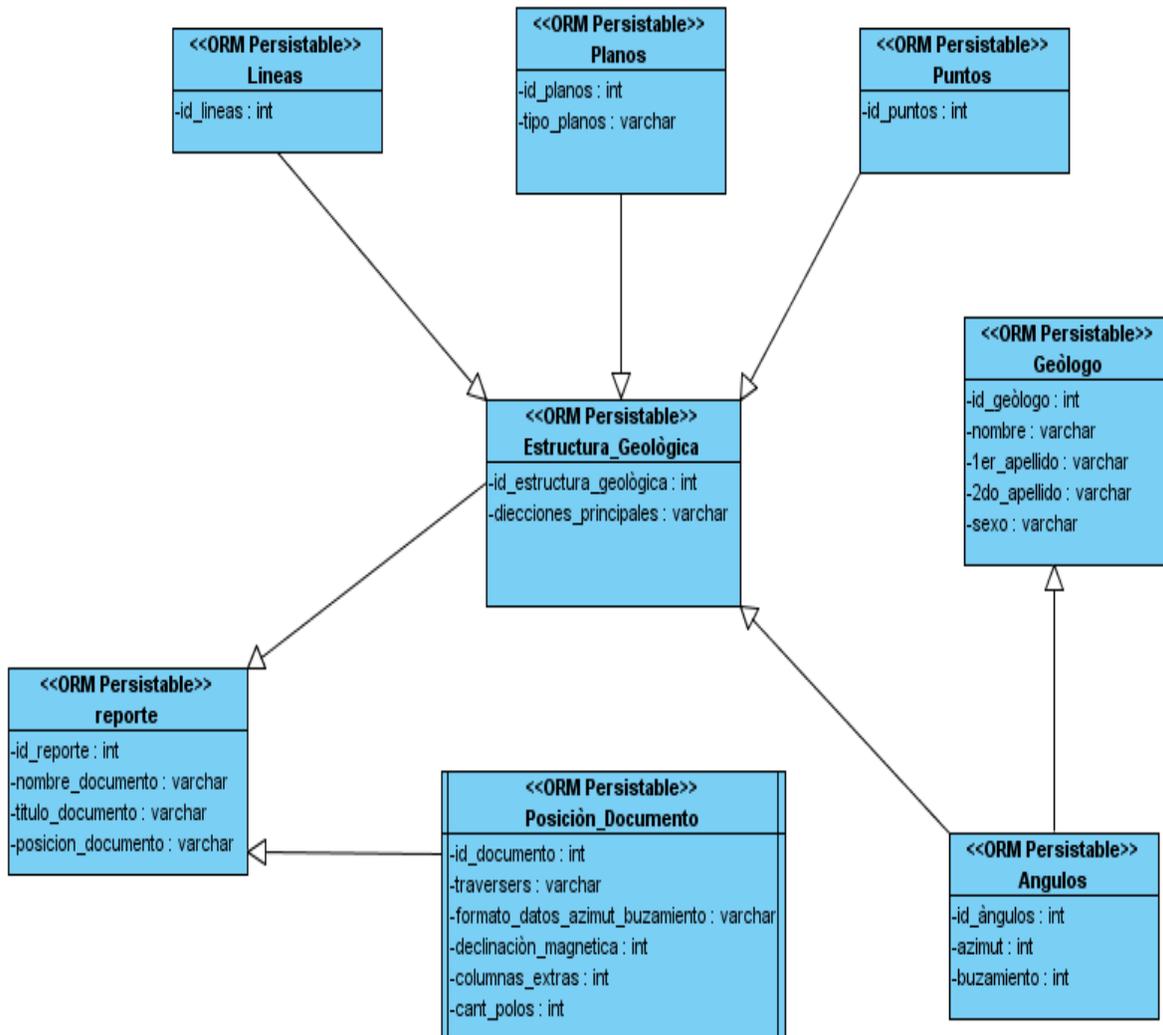
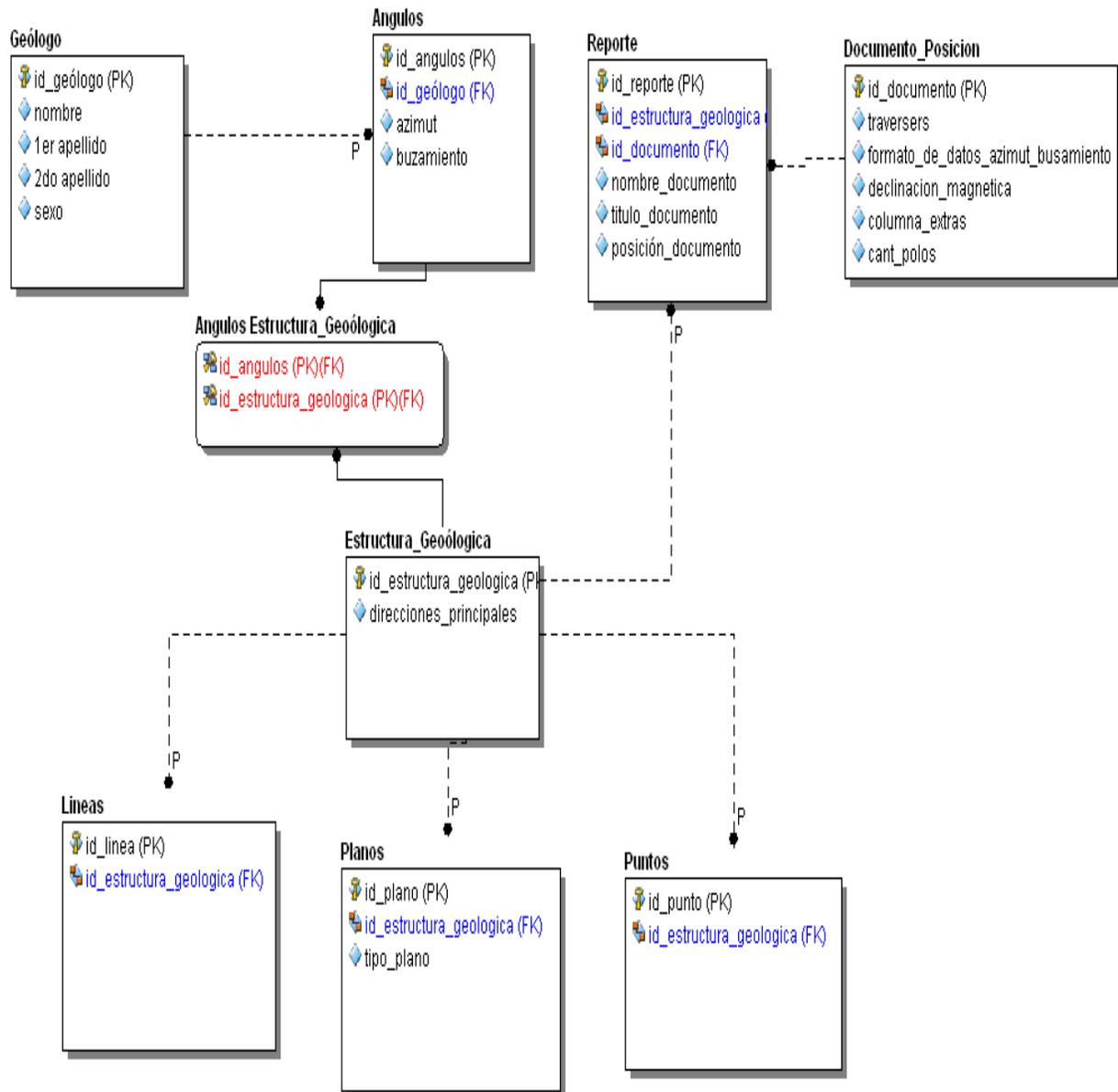


Figura 11: Modelo Físico de Datos



CAPÍTULO 3 DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

3.6.2.1 Descripción de las tablas del modelo físico

A continuación son descritas las tablas que conforman el modelo físico de los datos.

Nombre_Tabla	Geólogo	
Descripción	Se encarga de recoger los datos de Azimut y buzamiento	
Atributos	Tipo	Descripción de Atributos
Id_Geólogo	int	Identifica al geólogo
Nombre	varchar	Nombre del geólogo
1er_Apellido	varchar	1er apellido del geólogo
2do_Apellido	varchar	2do apellido del geólogo
Sexo	varchar	sexo del geólogo

Tabla 4. Descripción de las tablas del modelo físico

Las demás descripciones se encuentran en [Anexo 3](#)

3.7.1 Patrones arquitectónicos

Los patrones arquitectónicos, son patrones de diseño de software que ofrecen soluciones a problemas de arquitectura de software en ingeniería de software. Dan una descripción de los elementos y el tipo de relación que tienen junto con un conjunto de restricciones sobre cómo pueden ser usados. Un patrón arquitectónico expresa un esquema de organización estructural esencial para un sistema de software, que consta de subsistemas, sus responsabilidades e interrelaciones. El lenguaje de programación JAVA, seleccionado anteriormente, implementa a su vez el patrón arquitectónico MVC, es por ello que adoptamos esta arquitectura para el desarrollo de la propuesta de solución. Modelo Vista Controlador (MVC). Es un patrón de diseño de arquitectura de software que separa los datos de una aplicación, la interfaz de usuario, y la lógica de control en tres componentes distintos. (18)

CAPÍTULO 3 DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

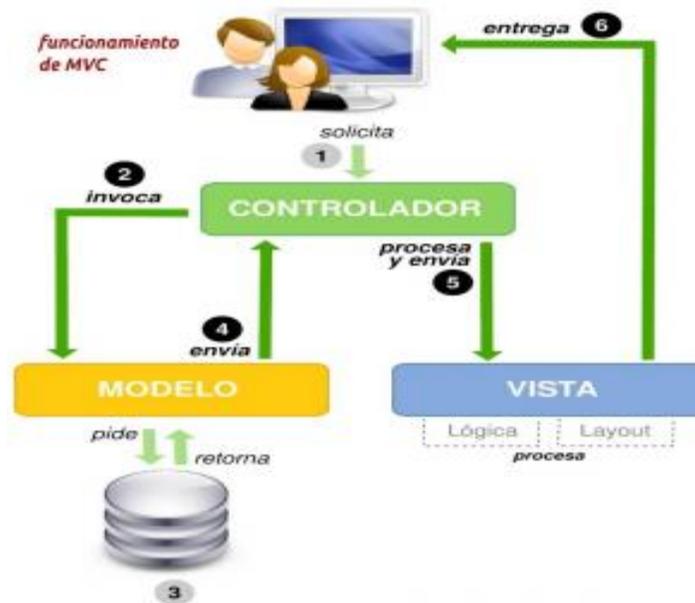
- ✓ Modelo: Representa la información con la que trabaja la aplicación, es decir, su lógica de negocio.
- ✓ Vista: Presenta el modelo en un formato adecuado, como en una página Web que le permite al usuario interactuar con ella, usualmente un elemento de interfaz de usuario.
- ✓ Controlador: Responde a eventos, usualmente acciones del usuario y realiza los cambios apropiados en el modelo o en la vista.

La arquitectura MVC separa la lógica de negocio (el modelo) y la presentación (la vista) logrando un mantenimiento más rápido y sencillo de las aplicaciones.

Ventajas del Modelo Vista Controlador

- ✓ La separación del Modelo de la Vista, es decir, separa los datos de la representación visual de los mismos.
- ✓ Crea independencia de funcionamiento.
- ✓ Facilita el mantenimiento en caso de errores.
- ✓ Permite el escalamiento de la aplicación en caso de ser requerido.

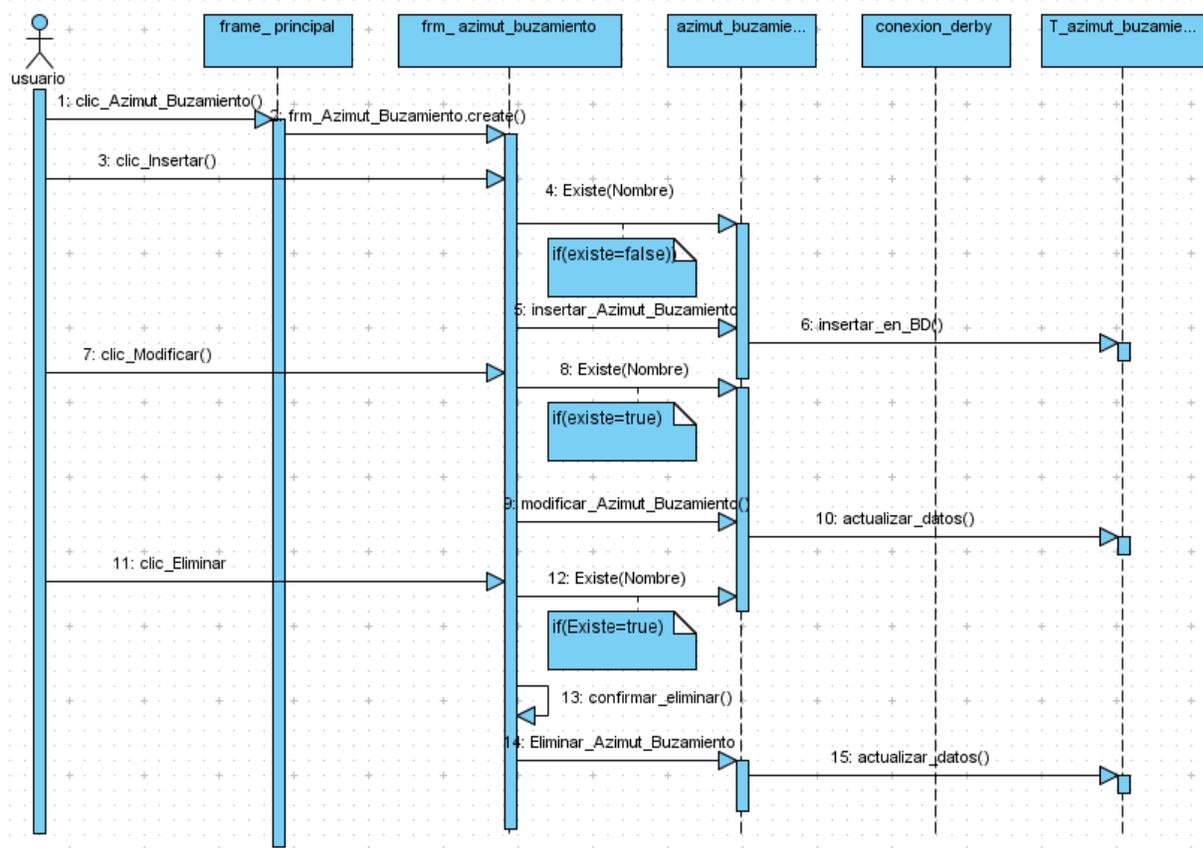
Figura 12: Funcionamiento del patrón MVC



3.8 Diagrama de secuencia

El diagrama de secuencia es un tipo de diagrama usado para modelar interacción entre objetos en un sistema, muestra la interacción de un conjunto de objetos en una aplicación a través del tiempo y se modela para cada caso de uso, además contiene detalles de implementación del escenario, incluyendo los objetos y clases que se usan para implementar el escenario, y mensajes intercambiados entre los objetos. En la Figura 3.12 se aprecia el diagrama de secuencia del caso de uso “gestionar azimuth y buzamiento”, los demás se encuentran en el [Anexo 4](#)

Figura 13: Diagrama de secuencia gestionar Azimut y Buzamiento



3.9 Modelo de despliegue

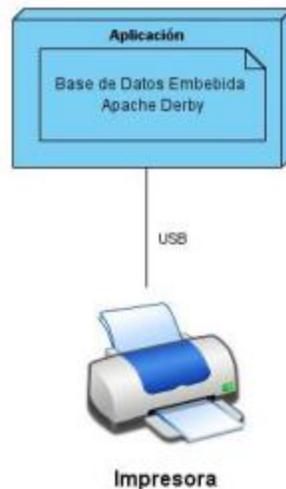
El modelo de despliegue es un modelo de objetos que describe la distribución física del sistema en términos de cómo se distribuye la funcionalidad entre los nodos de cómputo. Se utiliza como entrada fundamental en las actividades de diseño e implementación debido a que la distribución del sistema tiene una influencia principal en su diseño.

En él se representan una serie de nodos y arcos, donde cada nodo representa un equipo de cómputo (procesador o equipo de hardware similar). Entre los procesadores o dispositivos hardware a utilizar se presentan, el nodo de cómputo Aplicación el cual será usado por los usuarios que interactúen con el sistema, el mismo depende de la Base de Datos Embebida Apache Derby en donde se encontrará toda la información

CAPÍTULO 3 DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

del sistema y actualizará todas las corrientes entrantes y salientes y las pérdidas de transferencia de calor en el proceso de secado del mineral. Mediante el diagrama de despliegue se puede apreciar cómo se encuentran relacionados los nodos físicamente.

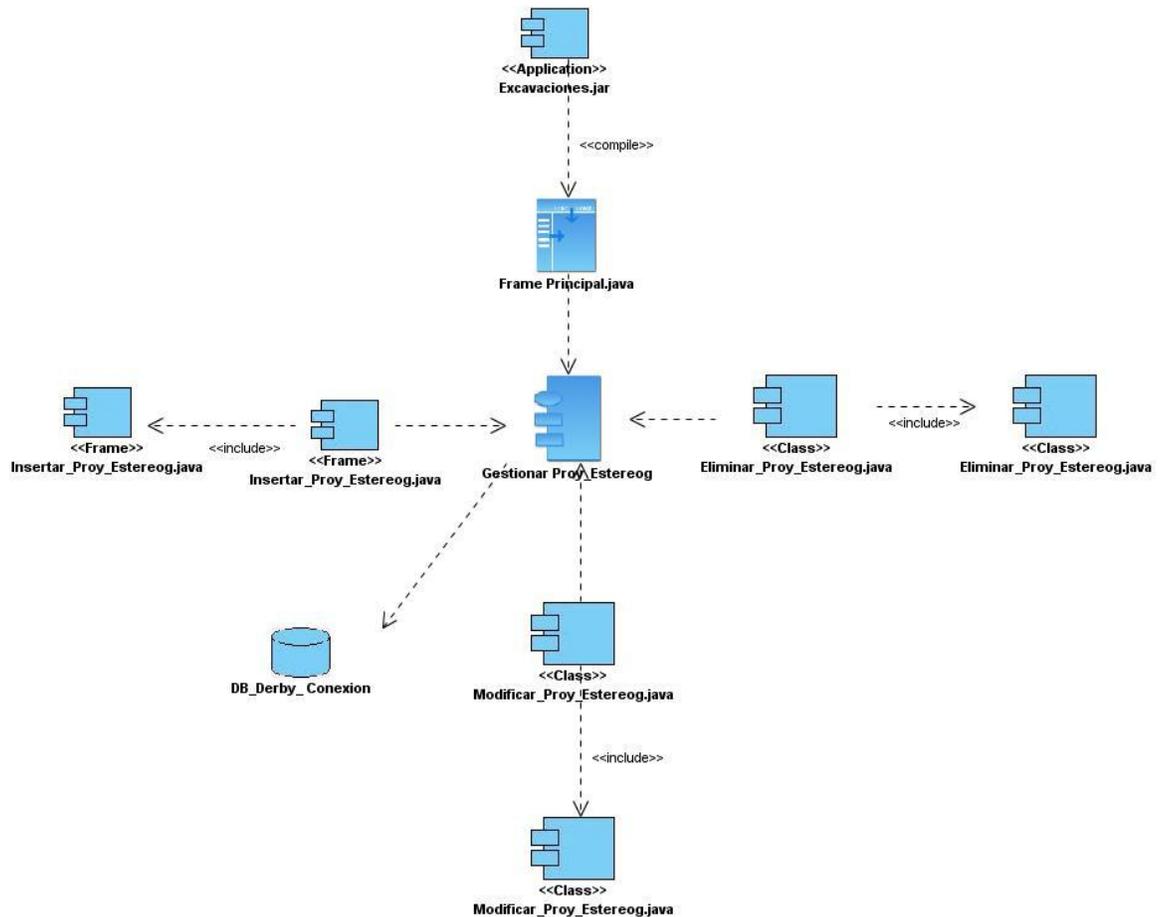
Figura 14: Modelo de Despliegue



3.10 Modelo de componente

Es un diagrama que muestra un conjunto de elementos del modelo tales como componentes, subsistemas de implementación y sus relaciones. Se utilizan para modelar la vista estática de un sistema. Muestra la organización y las dependencias lógicas entre un conjunto de componentes software, sean éstos componentes de código fuente, ejecutables, librerías, tablas o documentos. El diagrama de componentes estará dividido por partes, donde cada uno de ellos describe un apartado del sistema.

Figura 15: Diagrama de componente CU “Gestionar Proyección Estereográfica”



Conclusiones del capítulo

Concluida la etapa de diseño e implementación del sistema por medio de diferentes diagramas que reflejan la estructura del mismo, se ha hecho posible organizar el trabajo para la construcción y desarrollo de la aplicación. Se realizó el diseño de la base de datos, quedando establecidos la relación entre las tablas, así como los campos asociados a cada una de ellas.

CAPÍTULO 4 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

Capítulo 4 Estudio de Factibilidad

4.1 Introducción

Después de definir la problemática existente y establecer las causas que ameritan de un nuevo sistema es pertinente realizar un estudio de factibilidad para determinar la infraestructura tecnológica y la capacidad técnica que implica la implantación del sistema en cuestión, así como los costos, beneficios y el grado de aceptación que la propuesta genera en la institución. Este análisis permitió determinar las posibilidades de diseñar el sistema propuesto y su puesta en marcha, los aspectos fueron clasificados en tres áreas, las cuales se describen a continuación:

- ✓ Factibilidad técnica.
- ✓ Factibilidad económica.
- ✓ Factibilidad operativa.

4.2 Estudio de Factibilidad

4.2.1 Factibilidad técnica

La Factibilidad Técnica consiste en realizar una evaluación de la tecnología existente en los departamentos de geología y minas, este estudio estuvo destinado a recolectar información sobre los componentes técnicos que poseen estos departamentos y la posibilidad de hacer uso de los mismos en el desarrollo e implementación del sistema propuesto y de ser necesario, los requerimientos tecnológicos que deben ser adquiridos para el desarrollo y puesta en marcha del sistema en cuestión.

De acuerdo a la tecnología necesaria para la implantación del Sistema Informático multiplataforma para el análisis gráfico de datos geológicos a partir del Método de Proyección Estereográfica se evaluaron dos enfoques: Hardware y Software.

CAPÍTULO 4 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

Hardware

En la siguiente tabla se muestran la descripción de los requerimientos mínimos óptimos que debe cumplir el servidor donde debe estar el sistema y los disponibles en la organización:

Requerimientos Mínimos Óptimos	Disponibles
	Dual Core 2.6Mhz
512 Mb de Memoria RAM	2 GB
Disco Duro de 20 GB	465.8 GB
Tarjeta de Red	Tarjeta de Red
Tarjeta de Video	Tarjeta de Video
Monitor, Teclado, Mouse y Unidad de Protección UPS	Monitor, Teclado, Mouse y Unidad de Protección UPS

Tabla 5: Factibilidad Técnica

Evaluando el Hardware existente y tomando en cuenta la configuración mínima necesaria, la institución no requirió realizar inversión inicial para la adquisición de nuevos equipos, ni tampoco para repotenciar o actualizar los equipos existentes, ya que los mismos satisfacen los requerimientos establecidos para el desarrollo y puesta en funcionamiento del sistema propuesto.

CAPÍTULO 4 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

Software

En cuanto al Software la institución cuenta con todas las aplicaciones que se emplearon para el desarrollo del proyecto y funcionamiento del sistema, lo cual no amerita inversión alguna para la adquisición de los mismos. Las estaciones de trabajo operan bajo ambiente Windows. Para el uso general de las estaciones en actividades diversas se debe poseer las herramientas de escritorio y los navegadores que existen en el mercado actualmente.

Como resultado del estudio técnico se determinó que en los momentos actuales, la institución posee la infraestructura tecnológica (Hardware y Software) necesaria para el desarrollo y puesta en funcionamiento del sistema propuesto.

4.2.2 Factibilidad económica

A continuación se presenta un estudio que dio como resultado la factibilidad económica del software. Se determinaron los recursos para desarrollar, implementar y mantener en operación el sistema programado, haciendo una evaluación donde se puso de manifiesto el equilibrio existente entre los costos del sistema y los beneficios que se liberaron de este, lo cual permitió observar de una manera más precisa las bondades del sistema propuesto.

4.2.2.1 Efectos económicos

Efectos directos:

Positivos

- 1 El personal relacionado con el sistema:
- 2 Los usuarios relacionados con el sistema tendrán la posibilidad de analizar datos geológicos a partir del método de proyección estereográfica cómodamente puesto que las aplicaciones de este estarán en español
- 3 El usuario tendrá la posibilidad de obtener un reporte más detallado de las aplicaciones del sistema.
- 4 El software será implementado sobre la política de software libre

Para tener una idea de estos efectos se decidió distribuir su evaluación en dos

CAPÍTULO 4 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

momentos detallados en la tabla siguiente:

Situación con el producto anterior	Situación con el producto actual
El análisis de datos geológicos se efectúa eficientemente pero no hay un entendimiento de las aplicaciones del sistema porque están en inglés.	El análisis de datos geológicos será efectuado eficientemente y las aplicaciones están en español haciéndose fácil para el usuario.
Los reportes obtenidos no son de una gran claridad para el usuario	El usuario puede obtener un reporte más detallado
La actualización se ve afectada porque se necesita pagar la licencia para obtener nuevas versiones.	No se necesita pagar licencias, además se puede mejorar o modificar el software.

Tabla 6: Efectos Directos

Negativos:

Para el uso de este sistema implementado en plataformas de escritorio no podrá ser posible acceder por la red, lo que implica que para ser utilizado se debe copiar previamente en la PC.

Efectos indirectos:

Debido a que este software no está construido con finalidad de venta sus efectos económicos indirectos no son de un valor significativo en el mercado.

Efectos externos:

El software desarrollado tendrá efectos sobre otras áreas ya que la mayoría de los usuarios serán estudiantes que tendrán la posibilidad de utilizar el sistema desde los laboratorios.

Efectos intangibles:

En la valoración económica siempre hay elementos perceptibles por una comunidad como perjuicio o beneficio, pero al momento de ponderar en unidades monetarias esto resulta difícil o prácticamente imposible.

CAPÍTULO 4 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

4.2.2.2 Fichas de costo

Para determinar el costo económico del proyecto se elaboraron las fichas de costo correspondientes a las monedas libremente convertible y nacional.

Costos en moneda libremente convertible

Ficha de Costo	
	Precio(s)
Costos Moneda Libremente Convertible	
Costos Directos	
Compra de equipos de cómputo	0.00
Alquiler de equipos de cómputo	0.00
Compra de licencia de Software	0.00
Materiales directos	0.00
Subtotal	
Costos Indirectos	
Formación del personal que elabora el proyecto	0.00
Gastos en llamadas telefónicas	0.00
Gastos para el mantenimiento del centro	0.00
Know How	0.00
Gasto por consumo de energía eléctrica	20.00
Gastos en representación	0.00
Subtotal	20.00

CAPÍTULO 4 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

Gastos de Distribución y Venta	
Participación en ferias o exposiciones	0.00
Gastos en transportación	0.00
Compra de materiales de propagandas	0.00
Subtotal	0.00
Total	20.00

Tabla 7: Ficha de costo en Moneda Libremente Convertible
Costos en moneda nacional

Ficha de costo	
	Precio(s)
Costos moneda nacional	
Costos indirectos	
Salario del personal que laborará en el proyecto	600.00
Depreciación de equipos	200.00
Seguridad Social	0.00
Vacaciones $100 \times 9,09\% = 9.09$	0.00
Gastos en llamadas telefónicas	0.00
Impuesto por la Fuerza de Trabajo	0.00

CAPÍTULO 4 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

Subtotal	800.00
Costos Indirectos	
Know How	
Subtotal	0.00
Total	800.00

Tabla 8: Ficha de costo en Moneda Nacional.

El análisis de costo-beneficio se basa en un principio muy simple: compara los beneficios y los costos de un proyecto particular y, si los primeros exceden a los segundos, entrega un elemento de juicio inicial que indica su aceptabilidad, mientras que el análisis costo-efectividad aunque sigue la misma lógica, compara los costos con las potencialidades de alcanzar más eficientemente los objetivos no expresables en moneda, sino en productos. Para esta técnica es imprescindible definir una variable discreta que haga variar los costos. Teniendo en cuenta que el costo para este proyecto es despreciable, tomaremos como costo el tiempo en minutos empleado para realizar las diferentes actividades y la variable sería la complejidad de las pruebas que se realizan durante este proceso.

Valores de la variable (forma anterior)

- ✓ Actualización del SW a los usuarios. 6 variables (20 min.)
- ✓ Mantenimiento del software. 3 variables (30 min.)
- ✓ Elaboración de un plan de trabajo. 1 variable (10 min.)
- ✓ Instalación del software a los usuarios. 6 variables (30 min.)

Valores de la variable (Forma Propuesta)

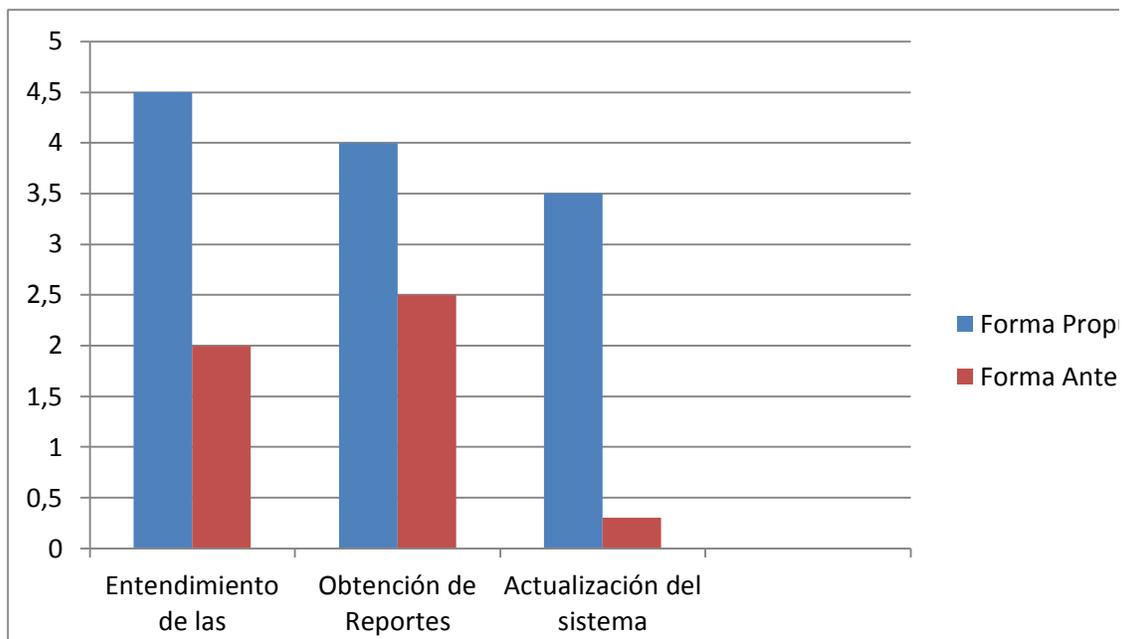
- ✓ Actualización del SW a los usuarios. 6 variables (0 min.)
- ✓ Mantenimiento del Sw 3 variables (10 min.)

CAPÍTULO 4 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

- ✓ Elaboración de un plan de trabajo.1 variable (5 min.)
- ✓ Instalación del software a los usuarios. 6 variables (10 min.)

En el siguiente gráfico se muestra el comportamiento de estas variables teniendo en cuenta la calidad de las actividades que componen el proceso.

Figura 16: Situación del Producto (forma anterior-forma propuesta)



Como se demuestra en el gráfico el sistema propuesto muestra una mayor calidad y adaptabilidad a las nuevas circunstancias descritas anteriormente, motivo por el cual queda demostrado lo factible de la aplicación desarrollada.

4.2.3 Factibilidad operativa

La Factibilidad Operativa permite predecir, si se pondrá en marcha el sistema propuesto, aprovechando los beneficios que ofrece, a todos los usuarios involucrados con el mismo, ya sean los que interactúan en forma directa con este, como también que reciben información producida por el sistema. Por otra parte, el correcto funcionamiento del sistema en cuestión, siempre estará supeditado a la capacidad de los empleados encargados de dicha tarea. La necesidad y deseo de un

CAPÍTULO 4 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

cambio en el sistema actual, expresada por los usuarios y el personal involucrado con el mismo, llevó a la aceptación de un nuevo sistema, que de una manera más sencilla y amigable, cubra todos sus requerimientos, expectativas y proporciona, la información en forma segura y confiable. Basándose en las entrevistas y conversaciones sostenidas con el personal involucrado se demostró que estos no representan ninguna oposición al cambio, por lo que el sistema es factible operacionalmente. Con la finalidad de garantizar el buen funcionamiento del sistema y que este impactará de forma positiva a los usuarios, el mismo fue desarrollado en forma estándar a los sistemas existentes en la institución, presentando una interfaz amigable al usuario, lo que se traduce en una herramienta de fácil manejo y comprensión, contando con los usuarios para cualquier modificación del sistema.

4.3 Conclusiones del capítulo

En este capítulo se realizó el estudio profundo del costo real en que se incurrió durante el diseño e implementación de la aplicación mediante la Metodología Costo Efectividad (Beneficios), se analizaron todos los factores directos, indirectos, externos e intangibles, así como se calculó el costo de ejecución del producto software mediante la ficha de costo, demostrándose la conveniencia de la elaboración del sistema

CONCLUSIONES GENERALES

Conclusiones generales

El sistema informático se desarrolló siguiendo la metodología RUP. El sistema resultante está provisto de un ambiente cómodo, fácil de entender, que cumple con los objetivos trazados.

- ✓ Se hizo un análisis de los sistemas similares existentes y se determinó que es más factible el empleo de una aplicación multiplataforma para el análisis de datos geológicos a partir del método de proyección estereográfica desarrollada dentro del país, lo que favorece el desarrollo de las políticas de migración a software libre trazadas.
- ✓ Se determinó el empleo de Java como lenguaje de programación, Apache Derby como Sistema de Gestión de Base de Datos; herramientas libres, que posibilitaron la realización de un software multiplataforma.
- ✓ Se realizó la Ingeniería de Software, basado en la metodología RUP, obteniéndose la arquitectura del sistema, lo que facilitó la realización del software, y a su vez demuestra las amplias potencialidades y ventajas que brinda esta metodología en la realización de aplicaciones de escritorio
- ✓ Se efectuó un estudio detallado de la factibilidad técnica, económica y operativa del software en cuestión, arrojando con este, resultados que muestran lo factible del proyecto.

RECOMENDACIONES

RECOMENDACIONES

Tomando como punto de partida los resultados obtenidos en la investigación y con vista a lograr mejores resultados se recomienda:

- ✓ Continuar con el perfeccionamiento del sistema desarrollado de acuerdo con las necesidades futuras del cliente.
- ✓ Utilizar el sistema propuesto como apoyo al departamento de Minería y Geología del ISMM para el análisis de datos geológicos a partir del método de proyección estereográfica.

Referencias bibliográficas

1. **EcuRed.** [En línea] 2011. http://www.ecured.cu/index.php/Industria_Minera_%28Cuba%29
2. **Z, Emérito.** [En línea] 2009. [Citado el: 5 de 12 de 2011.] http://es.wikipedia.org/wiki/Clasificación_geomecánica.
3. **wordReference.** [En línea] 2012. [Citado el: 5 de 4 de 2012.] <http://www.wordreference.com/definicion/excavacion>.
4. **Vega.** El blog de Advl. [En línea] 2008. [Citado el: 6 de 2 de 2012.] <http://www.albertodevega.es/index.php/bases-de-datos-embebidas?blog=1>.
5. **Pressman, r.s.** Ingeniería de Software: Un enfoque práctico. La Habana: Editorial Félix Varela, 2005. 601p.
6. **Pérez, Damián.** Maestros del Web. [En línea] 2010. [Citado el: 24 de 5 de 2012.] <http://www.maestrosdelweb.com/principiantes/¿que-son-las-bases-de-datos>
7. **Neira, T.** La Industria Minera en Cuba. *Revista AreaMinera*. [En línea] 2009. [Citado el: 3 de Noviembre de 2011.] <http://www.areaminera.com/contenidos/entrevistas>.
8. **Mark.** *Learning Python, Fourth Edition*. s.l. : O'Reilly Media, 2010.
9. *Ide (Entornos de Desarrollo Integrado)*. **Lau, Ricardo.** s.l. : <https://sites.google.com/site/vigomiciudad/otras-cosa-interesantes/ide-entornos-de-desarrollo-integrado>, 2011. 1.
10. **Larman, Craig.** *Applying UML and Patterns*. s.l. : Prentice Hall, 2008.
11. **Karl.** *Software Requirements*. s.l. : Microsoft Press, 2008.
12. **Hurlimann.** [En línea] 2010. [Citado el: 14 de 1 de 2012.] <http://www2.etcg.upc.edu/asg/geologia/pdf/pract2.pdf>.
13. **Cuesta, Armando.** *Control de Excavaciones*. s.l. : ISMMM, 2011.
14. **Buschmann.** *Pattern-Oriented Software Architecture*. s.l. : John Wiley & Sons, 2007.
15. **Avila.** [En línea] 2010. [Citado el: 15 de 10 de 2011.] www.castem.com.pe/clasificacion-de-rocas.pdf.
16. **Jorge, Yulidelmis Rodríguez.** Automatización de Metodologías Geomecánicas de Clasificación de Macizos Rocosos. Holguín : s.n., 2012.
17. **Sierra, Alejandro Aguilar.** *Programación Extrema y Software Libre*. 2009.

ANEXOS

18. IV Convención Cubana de Ciencias de la Tierra (*GEOCIENCIAS 2011*). [Consultado: 2010-10-01] Disponible en: http://www.cubacienciasdelatierra.com/index.php?module=abstracts/send_abstract_form
19. **Calderón, Amaro**. Metodologías Ágiles. Amaro Calderón, Sarah Dámaris Valverde Rebaza.
Jorge Carlos Universidad Nacional de Trujillo
20. **Canós, José H**. Metodologías Ágiles en el Desarrollo de Software. Patricio Letelier y M^{ra} Carmen Penadés. DSIC -Universidad Politécnica de Valencia. 2003
21. **García, Yadira**. Palabras de la Ministra de Industria Básica en la Mesa Redonda Informativa el día 19 de diciembre del 2007.
22. **Welicki, León E**. Implementando Extreme Programming en la plataforma .NET. Agosto de 2003
23. **Apache Derby** [Consultado: 17 de Febrero del 2013]. Disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/Apache_Derby
24. **Zukowski, J**. Programación Java2 J2SE 1.4. La Habana: Editorial Félix Varela, 2006. Volumen 1.

Anexo1Descripciones de los casos de uso del sistema

Tabla 9 Descripción Caso de uso ‘Crear Nuevo Proyecto’

Caso de uso:	Crear Nuevo Proyecto
Actor:	Usuario (inicia)
Propósito:	Crear un nuevo proyecto.
Resumen:	El caso de uso inicia cuando el usuario desea realizar un proyecto nuevo, introduciendo los valores de azimut y buzamiento correspondientes y realiza las opciones que desee para su nuevo proyecto.
Referencia:	RF1
Precondiciones:	Para crear un nuevo proyecto, este no debe existir.
Poscondiciones:	-
Requisitos Especiales:	-

ANEXOS

Tabla 10 Descripción Caso de uso “ Gestionar Azimut y Buzamiento ”

Caso de uso	Gestionar Azimut y Buzamiento
Actor:	Usuario(inicia)
Propósito:	Permite que el usuario inserte, modifique y elimine los valores de azimut y buzamiento.
Resumen:	El caso de uso inicia cuando el usuario necesita utilizar la proyección estereográfica, introduce, modifica o elimina los valores de Azimut y Buzamiento mediante un formulario.
Referencia:	RF4
Precondiciones:	Para la inserción: el usuario debe haber entrado los valores numéricos. Para la modificación: el usuario puede cambiar los valores que considere. Para la eliminación: el usuario puede eliminar los valores que considere innecesarios.
Poscondiciones:	Para la inserción: El sistema valida los datos insertados. Para la modificación: El sistema modifica los valores correspondientes. Para la eliminación: El elimina los valores del sistema.
Requisitos Especiales:	-

ANEXOS

Tabla 11 caso de uso "guardar proyecto "

Caso de uso	Guardar Base de Datos
Actor:	Usuario(inicia)
Propósito	permitir al usuario guardar el proyecto en el directorio que el desee
Resumen	El caso de uso se inicia cuando el usuario crea un nuevo proyecto y el sistema muestra un dialogo para guardarlo en el directorio que el usuario escoja, o cuando ya existe un proyecto y el usuario escoge la opción guardar y el sistema muestra un dialogo para guardarlo en el directorio que el escoja.
Referencia	RF3
Precondiciones:	Cuando se guarda con un nombre existente el sistema muestra la opción de remplazar en este caso el sistema borra la carpeta existente y la remplaza por otra del mismo nombre, en caso de no remplazar el sistema te da la opción de no guardar con el mismo nombre y en caso de cancelar el sistema cerrara el dialogo y no hará nada.
Poscondiciones:	la base de datos será guardada con el nombre y el directorio que especifique el usuario
Requisitos Especiales:	-

Tabla12 Caso de Uso Obtener Reporte

Caso de Uso	Obtener reporte
Actor:	Usuario (inicia)
Propósito:	Obtener el reporte de la proyección estereográfica.
Resumen:	El caso de uso inicia cuando el sistema muestra un reporte en una ventana del IReport, y el usuario selecciona la opción

ANEXOS

	imprimir
Referencia:	RF14
Precondiciones:	-
Poscondiciones:	-
Requisitos Especiales:	-

Tabla13 Descripción caso de uso gestionar proyección estereográfica

Caso de uso	Gestionar Proyección Estereográfica
Actor:	Usuario(inicia)
Propósito:	Permite al usuario insertar, o eliminar los proyectos de Proyección Estereográfica.
Resumen:	El caso de uso inicia cuando el usuario necesita utilizar la proyección estereográfica, introduce o elimina los datos del nuevo proyecto de proyección estereográfica mediante un formulario.
Referencia:	RF5
Precondiciones:	Para la inserción: el usuario debe haber entrado el nombre del proyecto. Para la eliminación: el usuario puede eliminar los valores que considere innecesarios.
Poscondiciones:	Para la inserción: el sistema valida los datos insertados. Para la eliminación: el elimina los valores del sistema.
Requisitos especiales:	-

ANEXOS

Tabla14 Descripción caso de uso Graficar Polos

Caso de uso:	Graficar Polos
Actor:	Usuario(inicia)
Propósito:	Permite al usuario graficar polos.
Resumen:	El caso de uso inicia cuando el usuario elige la opción graficar polos, y el sistema muestra los polos graficados con los valores de azimut y Buzamiento culminando así este caso de uso.
Referencia:	RF6
Precondiciones:	El usuario debe haber introducido los valores de Azimut y Buzamiento.
Poscondiciones:	-
Requisitos Especiales:	-

Tabla15 Descripción caso de uso Graficar Dispersión

Caso de uso:	Graficar Dispersión
Actor:	Usuario(inicia)
Propósito:	Permite al usuario graficar dispersión
Resumen:	El caso de uso inicia cuando el usuario elige la opción graficar dispersión, y el sistema muestra la dispersión de los polos con los valores de Azimut y Buzamiento culminándose así este caso de uso
Referencia:	RF7
Precondiciones:	El usuario debe haber introducido los valores de Azimut y Buzamiento.
Poscondiciones:	-

ANEXOS

Requisitos Especiales:	-
-----------------------------------	---

Tabla16 Descripción de caso de uso Graficar Terreno

Caso de uso:	Graficar terreno
Actor:	Usuario(inicia)
Propósito:	Permite al usuario graficar terreno.
Resumen:	El caso de uso inicia cuando el usuario elige la opción graficar terreno y el sistema muestra un gráfico con los terrenos señalados con los valores de Azimut y Buzamiento culminando así este caso de uso.
Referencia:	RF8
Precondiciones:	El usuario debe haber introducido los valores de Azimut y Buzamiento.
Poscondiciones:	-
Requisitos Especiales:	-

Tabla17 Descripción caso de uso Graficar Roseta

Caso de uso:	Graficar Roseta
Actor:	Usuario(inicia)
Propósito:	Permite al usuario graficar roseta
Resumen:	El caso de uso inicia cuando el usuario elige la opción graficar roseta y el sistema muestra un gráfico de roseta con los valores de Azimut y Buzamiento culminando así este caso de uso.
Referencia:	RF9

ANEXOS

Precondiciones:	El usuario debe haber introducido los valores de Azimut y Buzamiento
Poscondiciones:	-
Requisitos Especiales:	-

Tabla18 descripción caso de uso Graficar Planos de Discontinuidad

Caso de uso:	Graficar planos de discontinuidad
Actor:	Usuario(inicia)
Propósito:	Permite al usuario graficar planos de discontinuidad
Resumen:	El caso de uso inicia cuando el usuario escoge la opción graficar planos de discontinuidad y el sistema muestra un gráfico culminando así este caso de uso
Referencia:	RF10
Precondiciones:	El usuario debe haber introducido los valores de Azimut y Buzamiento
Poscondiciones:	-
Requisitos Especiales:	-

Tabla19 Descripción de caso de uso Graficar Mapas de Datos

Caso de uso:	Graficar Mapas de datos
Actor:	Usuario(inicia)
Propósito:	Permite al usuario graficar mapas de datos
Resumen:	El caso de uso inicia cuando el usuario escoge la opción graficar mapas de datos y el sistema muestra un gráfico con la información de todos los datos introducidos culminando así

ANEXOS

	este caso de uso
Referencia:	RF11
Precondiciones:	El usuario debe haber introducido los valores de Azimut y Buzamiento
Poscondiciones:	-
Requisitos Especiales:	-

Tabla20 Descripción caso de uso Agregar Ejes Coordinados

Caso de uso:	Agregar Ejes Coordinados
Actor:	Usuario(inicia)
Propósito:	Permite al usuario agregar ejes coordinados
Resumen:	El caso de uso inicia cuando el usuario elige la opción agregar ejes coordinados y el sistema muestra un gráfico al cual se le agregara los ejes.
Referencia:	RF13
Precondiciones:	El usuario debe haber introducido los valores de Azimut y Buzamiento
Poscondiciones:	-
Requisitos Especiales:	-

Anexo 2 Descripciones de clases del diseño

Tabla 21 Descripción de la clase Planos

Nombre de la clase	Planos
Tipo de clase:	Entidad
Resumen:	Esta clase se encarga de obtener e tipo de plano a utilizar.
Atributos	Tipo
Id_planos	int
Tipo_plano	varchar
Responsabilidades	
Nombre.	Descripción.
Planos	Permite obtener el tipo de plano.

Tabla 22 Descripción de la clase Líneas

Nombre de la clase	Líneas
Tipo de clase:	Entidad
Resumen :	Esta clase se encarga de visualizar las líneas existentes
Atributos	Tipo
Id_lineas	int
Responsabilidades	
Nombre.	Descripción.

ANEXOS

Líneas	Identifica las líneas
---------------	-----------------------

Tabla23 Descripción de la clase Puntos

Nombre de la clase	Puntos
Tipo de clase:	Entidad
Resumen :	Esta clase se encarga de representar las puntos existentes
Atributos	Tipo
Id_puntos	int
Responsabilidades	
Nombre.	Descripción.
Puntos	Identifica los puntos

Tabla24 Descripción de la clase Estructura Geológica

Nombre de la clase	Estructura Geológica
Tipo de clase:	Controladora
Resumen :	Es la encargada de realizar todo los cálculos del sistema.
Atributos	Tipo
Id_Estructura_Geológica	int
Direcciones_Principales	varchar

ANEXOS

Deter_Estructura	strings
Responsabilidades	
Nombre.	Descripción.
Estructura Geológica	Realiza aplicaciones del sistema

Tabla25 Descripción de la clase Reporte

Nombre de la clase	Reporte
Tipo de clase:	Entidad
Resumen :	Es la clase encargada de realizar el reporte
Atributos	Tipo
Id_reporte	int
Nombrae_documento	Varchar
Titulo_documento	Varchar
Posición_Documento	Varchar
Obtener_Reporte	strings
Responsabilidades	
Nombre.	Descripción.
Reporte	Permite obtener el reporte

Tabla26 Descripción de la clase Posición

Nombre de la clase	Posición
Tipo de clase:	Entidad

ANEXOS

Resumen :	Contiene otros atributos de la clase reporte
Atributos	Tipo
Id_Documento	int
Traversers	Varchar
Formato_de_Datos_Azimet_Buzamiento	Varchar
Declinación_Magnética	int
Columnas_Extras	int
Cant_Polos	int
Obtener_Posición	strings
Responsabilidades	
Nombre	Descripción
Posición	Contiene otros atributos de reporte

Tabla27 Descripción de la clase Ángulos

Nombre de la clase	Ángulos
Tipo de clase:	Entidad
Resumen :	Es la clase encargada de gestionar todo lo relacionado con los ángulos.
Atributos	Tipo
Id_Ángulos	int
Azimet	int
Buzamiento	int
Valor	int

ANEXOS

Responsabilidades	
Nombre	Descripción
Ángulos	Gestiona todo lo referente con ángulos.

Tabla28 Descripción de la clase Geólogo

Nombre de la clase	Geólogo
Tipo de clase:	Entidad
Resumen :	Es la clase que se encarga de registrar quien obtiene los ángulos.
Atributos	Tipo
Id_Geólogo	Int
Nombre_Geólogo	Varchar
1er_Apellido	Varchar
2do_Apelido	Varchar
Sexo	varchar
Responsabilidades	
Nombre	Descripción
Geólogo	Obtiene los ángulos.

ANEXOS

Anexo 3 Descripciones de las tablas del modelo físico

Tabla29 Reporte

Nombre_Tabla	T_reporte	
Descripción	Muestra la información que necesita el usuario después de haber realizado un proyecto.	
Atributos	Tipo	Descripción de Atributos
Id_reporte	int	Identifica reporte
Nombre_documento	varchar	Nombre que se le va a dar al documento o proyecto
Título_documento	varchar	Título que se le va a dar al documento o proyecto
Posición	varchar	Posición del documento

Tabla30 Ángulos

Nombre_Tabla	T_Ángulos	
Descripción	Son los datos a introducir para la realización del proyecto	
atributos	Tipo	Descripción de Atributos
Id_angulos	int	Identifica ángulos
Azimut	int	Valores de Azimut
Buzamiento	int	Valores de Buzamiento

ANEXOS

Tabla31 Estructura Geológica

Nombre_Tabla		Estructura_Geológica	
Descripción		Realiza los cálculos y aplicaciones del sistema	
Atributos	Tipo	Descripción de Atributos	
Id_estructura_geológica	int	Identifica	estructura geológica
direcciones_principales	varchar	Principales direcciones de los cálculos	

Tabla32 Líneas

Nombre_Tabla		T_Líneas	
Descripción		Muestra las líneas existentes	
Atributos	Tipo	Descripción de Atributos	
Id_lineas	int	Identifica línea	

Tabla33 Planos

Nombre_Tabla		T_Planos	
Descripción		Muestra los tipos de planos a utilizar	
Atributos	Tipo	Descripción de Atributos	
Id_planos	int	Identifica plano	
Tipo_plano	varchar	Identifica tipo de plano	

Tabla34 Puntos

Nombre_Tabla		T_Puntos	
--------------	--	----------	--

ANEXOS

Descripción	Representan los polos de los planetas	
atributos	Tipo	Descripción de Atributos
Id_puntos	int	Identifica puntos

Tabla35 Posición

Nombre_Tabla	T_Posición	
Descripción	Revela detalles de las operaciones que ha hecho el usuario	
Atributos	Tipo	Descripción de Atributos
Id_documento	int	Identifica documento
Traversers	varchar	
Formato_Datos_Azimut_Buzamiento	varchar	Da formato a los datos de azimut y buzamiento
Declinación_Magnética	int	Analiza si hay declinación magnética
Columnas_Extras	int	Cantidad de columnas extras
Cant_Polos	int	Cantidad de polos

Anexo 4 Diagramas de secuencia

Figura 17 Crear nuevo proyecto

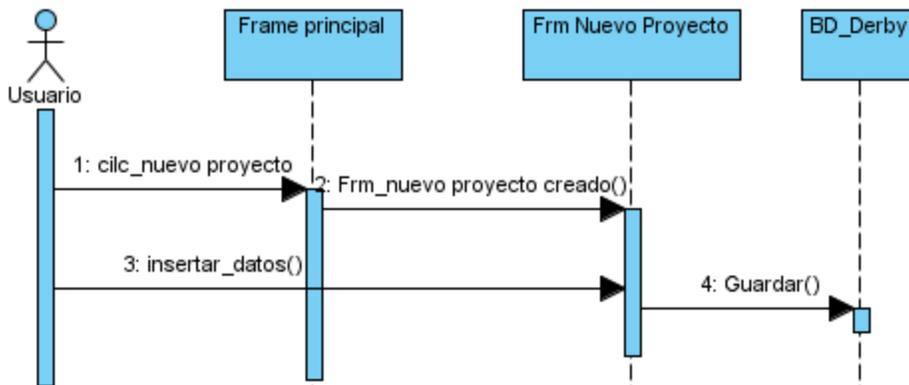


Figura 18 Abrir Proyecto

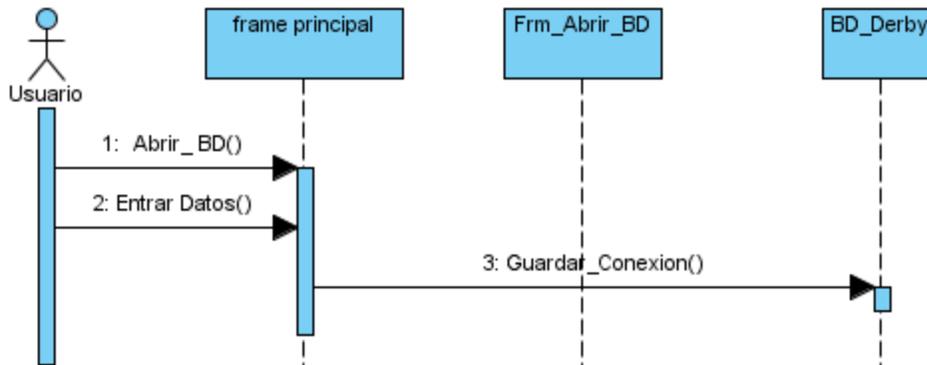


Figura 19 Guardar Proyecto

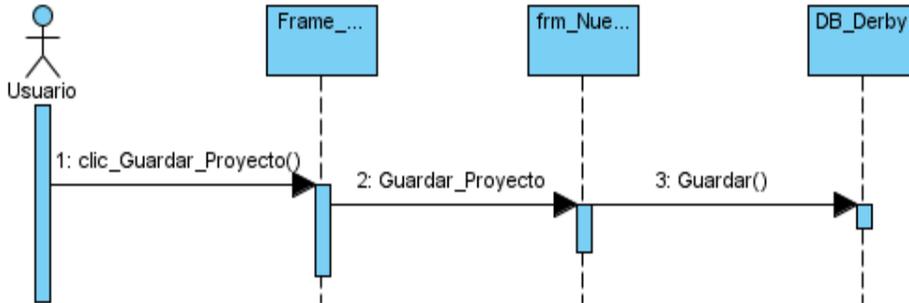


Figura 20 Gestionar Proyección Estereográfica

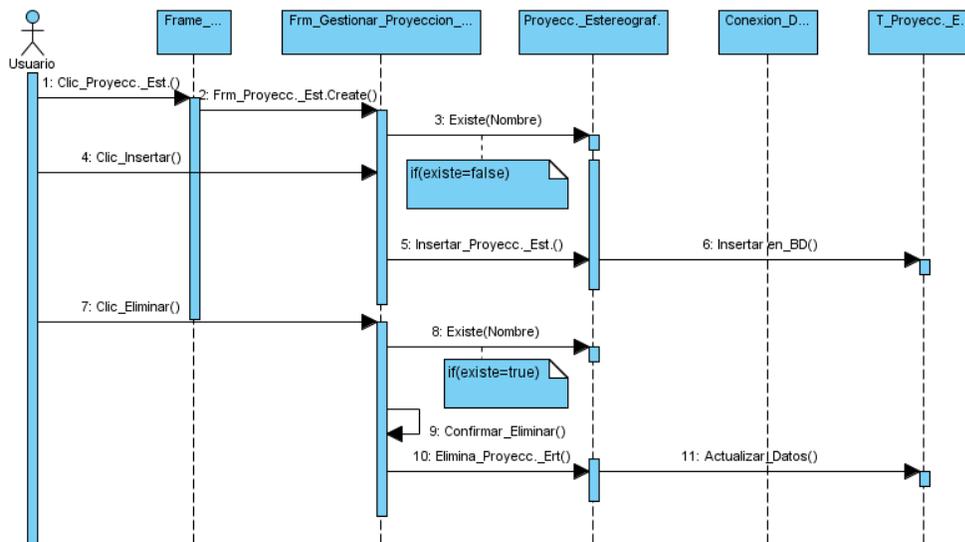


Figura 21 Graficar Polos

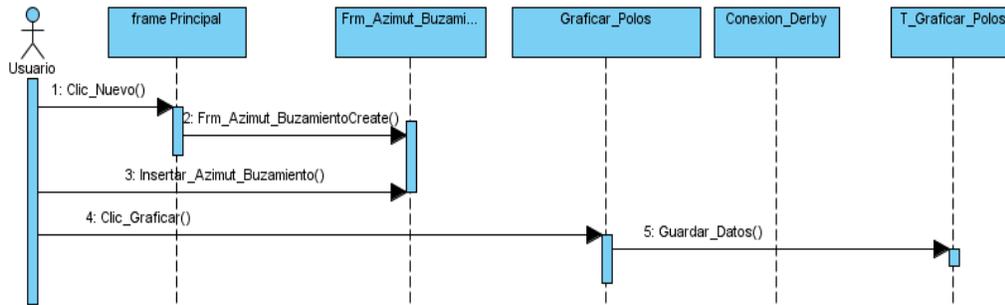


Figura 22 Graficar Dispersión

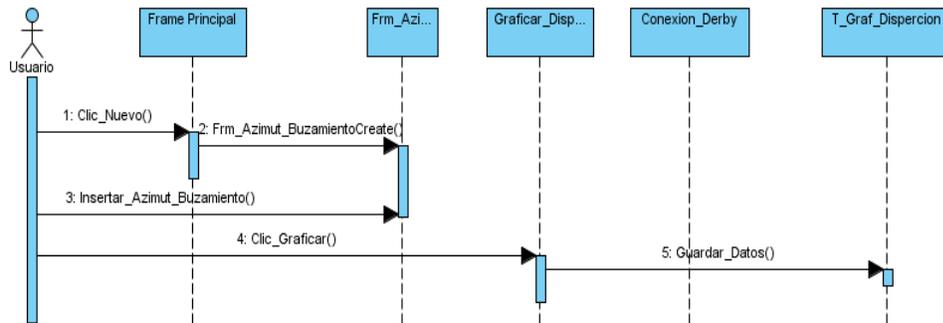


Figura 23 Graficar Terreno

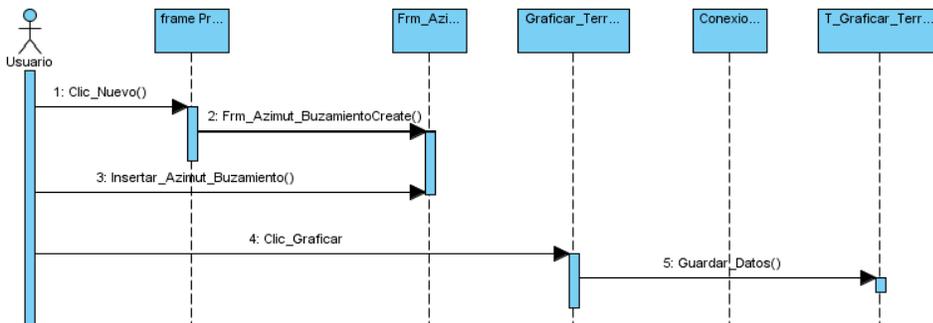


Figura 24 Graficar Roseta

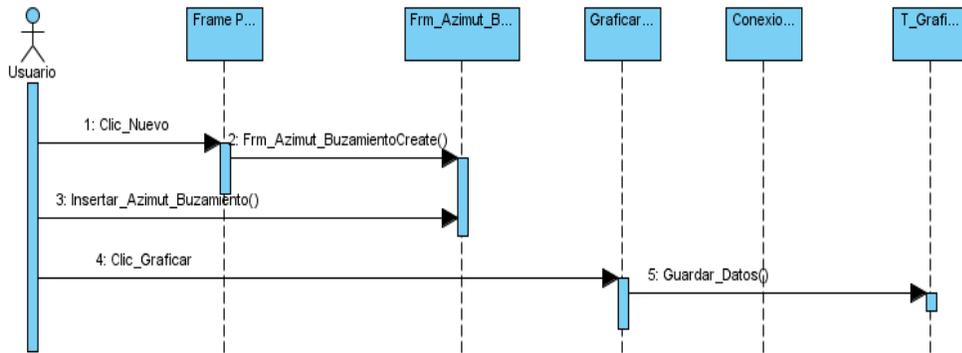


Figura 25 Graficar Planos de Discontinuidad

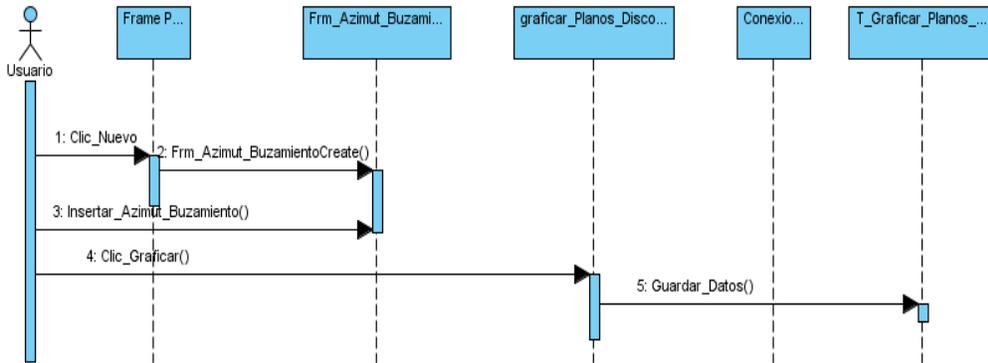


Figura 26 Graficar Mapas de datos

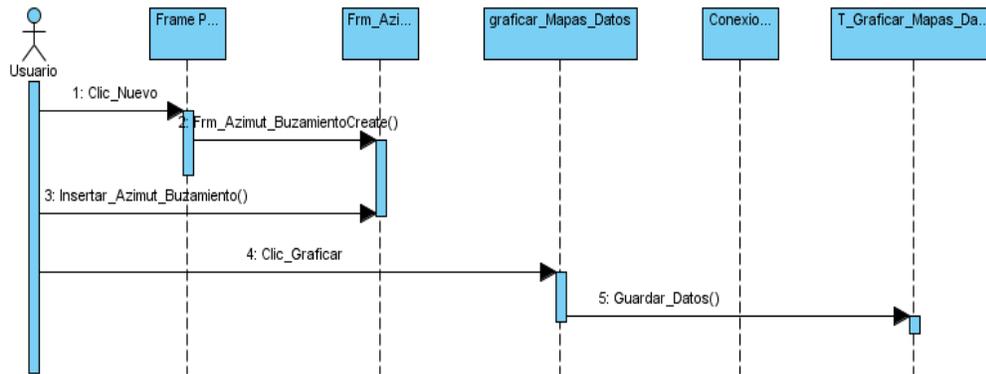


Figura 27 Agregar Ejes Coordinados

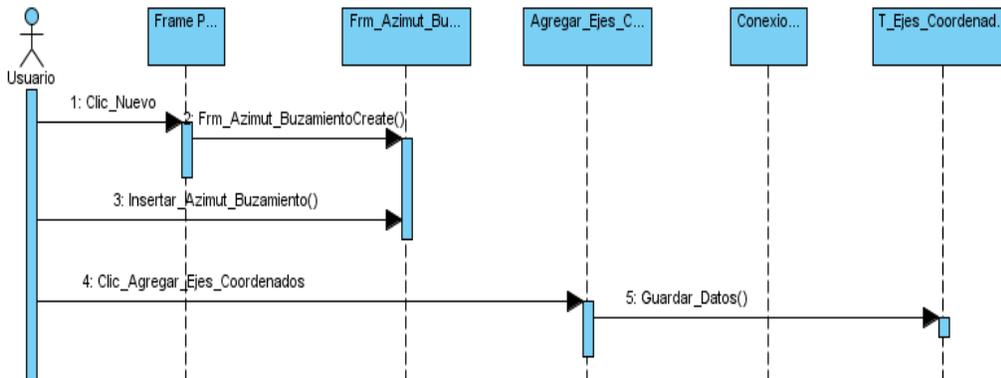


Figura 28 Obtener Reporte

