

# UNIVERSIDAD DE LAS CIENCIAS INFORMÁTICAS

Facultad 9



Trabajo de Diploma para Optar por el Título de Ingeniero en Ciencias Informáticas.

**Título: SIGNUC: Sistema para la gestión de la información de muestras de núcleos en el CEINPET.**



**Autores:** Carelys Suárez Arencibia.  
Anibal Santos Santos.

**Tutor:** Ing. Maykel López Oliva.

**Cotutor:** Ing. Armando Ortiz Cabrera.

**Asesor:** Ing. Juan Rodríguez Loeches.

*Ciudad de La Habana, mayo de 2009.*

*Año del 50 Aniversario del Triunfo de la Revolución.*



**“Seamos realistas, hagamos lo imposible.”**

عبدالله

---

**Dedicatoria.**

*A mis queridos padres por haberme apoyado en todo momento, por confiar en mí y darme confianza cuando más lo necesitaba, por tanto cariño y afecto que me han brindado. Por darme todo y ser todo para mí.*

*A mi mamita por ser mi amiga, confidente, por apoyarme en todo, por ser la persona que más admiro y quiero en la vida, te dedico este, el más grande de todos mis logros.*

*A mi papá por estar ahí siempre, por alentarme y guiarme, aconsejándome cada momento.*

*A mi tía por ser mi segunda madre, mi apoyo, por ayudarme a escalar cada peldaño en esta vida.*

*A mi hermano por ser mi único y mejor hermano de todos.*

*A mis abuelos: por ser mi apoyo y darme todo su cariño.*

*A mi abuelo Níco porque aunque no estés hoy por hoy a mi lado, quiero que sepas que la persona que soy hoy en día, te lo debo a ti.*

*A mi familia le dedico cada línea de este trabajo por brindarme lo mucho y lo poco que se podía.*

**Carelys Suárez.**

---

*A mis padres y mi hermana, por todo el amor, la comprensión y el apoyo que me ofrecen; porque aunque estemos lejos físicamente, nunca dejan de estar a mi lado; porque son lo mejor que tengo en el mundo.*

*A mi mamá, por tener el poder de hacerme sonreír hasta en los momentos más difíciles.*

*A mi papá, por devolverme la serenidad con sus consejos cuando asoma la desesperanza.*

*A mi hermana, por ser mi otra mitad, por ser el mejor regalo que me han dado mis padres.*

*A mi tía Ailsa, porque no hay ninguna como ella.*

*A Glennys y Yadira, por demostrarme que no importan los obstáculos cuando se quiere de veras.*

*A Lily.*

**Anibal Santos.**

---

## Agradecimientos.

*A la Revolución y a Fidel por haber creado esta Universidad de excelencia y hacer posible nuestro formación como ingenieros informáticos.*

*A los profesores miembros del tribunal de los cortes de tesis: Asdrúbal, Dailián, Danis y Osmel, y especialmente a nuestro tutor Maykel, por todos los señalamientos y recomendaciones que nos condujeron a un mejor trabajo.*

**Anibal Santos y Carelys Suárez.**

---

*A mi compañero de tesis, Anibal, por ser paciente conmigo, por ayudarme y ser el mejor de todos.*

*A mis amigos los nuevos y viejos gracias por apoyarme y estar ahí siempre.*

*A los tesistas del polo Petrosoft por compartir juntos hasta altas horas de trabajo.*

*A mis amigas más cercanas Yisel Tornez, Maylen y Yadira por ser mi familia en la UCI.*

*A mis amigos más cercanos Rosell, Yoangel, Yusbel por aguantarme y estar siempre dispuestos para mí.*

*A mi novio Frank, por ser mi apoyo, mi amor, mi todo.*

*A mi nueva Familia por hacerme parte de su vida, y darme seguridad.*

*A todos, aún lo que se hayan podido quedar... mil gracias por no abandonarme...*

**Carelys Suárez.**

---

*A mis padres y mi hermana por darme todo el apoyo y las ganas para seguir adelante y lograr mis metas; porque a ellos les debo en gran medida quien soy y porque para ellos son mis triunfos.*

*A mi compañera de tesis: Carelys, porque juntos logramos crecernos como informáticos.*

*A Glendys, por ser mi constante compañera y amiga durante 5 años.*

*A Maggie, por su ternura y amistad.*

*A René, por demostrarme que no hay malos ni tristes momentos cuando se tiene amigos de verdad.*

*A Belayne, por considerarme tan especial y serlo a la vez para mí.*

*A Ernesto, Carlos Madariaga, Pedro, Alberto y Raful, por su amistad.*

*A los profesores Febe y Armando, por guiarme por el camino correcto durante el desarrollo de la presente tesis.*

*A Pimienta, Alejandro y Maikel Hugo, por ser mis cotutores extraoficiales, colegas y amigos.*

*A mis compañeros de grupo: Frank, Eleanne, Yaricel, Mayrolis, Ivis, Yordany, Angel, Gálvez, Yandielys, Yussel, Dayamí, Maily, Joanner, Leydi, Rider, Eriot y los que ya no están, que no importa a que brigada pertenezcamos, seguimos siendo del mismo grupo.*

*A los tesisistas de Petrosoft por compartir tantas horas de trabajo en el laboratorio: a Henry, Yusleidys, Arialis, Belinda, Elizabeth, y especialmente a Alegna y a Johnny.*

*A Adony, por ser mi psicoterapeuta y amigo. Al resto de mis compañeros de apto: Arturo, Raudel Raúl, Helimay, Leandris.*

*A mis compañeros y amigos de la rueda de casino: Raúl, Lleney, Eliober, Legna, Camilo, Nolys, Lisbet y Krysna, por los momentos inolvidables.*

*A Milayne, Noraima, Mara, Yanet, Yulla y las "Destiny's".*

*A Laura, Liliú y la Chiqui.*

*A los profesores que con su ejemplo y admirable trabajo me han encaminado por la ruta del profesionalismo y la ética: Jorge Emilio, Miriet, Jesús Suén, Evelín, Amador, Illa, Alleyne, Yanet Villanueva.*

***Anibal Santos.***

## Declaración de autoría.

Declaramos que somos los únicos autores del trabajo titulado:

SIGNUC: Sistema para la gestión de la información de muestras de núcleos en el CEINPET.

Y autorizamos a la Universidad de las Ciencias Informáticas los derechos patrimoniales de la misma, con carácter exclusivo.

Para que así conste firmamos la presente a los \_\_\_\_ días del mes de \_\_\_\_\_ del año 2009.

Carelys Suárez Arencibia.

Anibal Santos Santos.

Ing. Maykel López Oliva.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Firma del Autor

Firma del Autor

Firma del Tutor

## Resumen.

El petróleo es el recurso energético más importante en la historia de la humanidad, lamentable e irremediablemente, sus yacimientos en el mundo tienden a escasear. En Nuestro país, el Centro de Investigaciones del Petróleo (CEINPET), se encarga de dar respuesta de forma integral a toda la actividad petrolera, desde la exploración hasta la refinación, en el proceso de investigación-desarrollo-producción. Como parte de las tareas que se llevan a cabo en este centro, se encuentra el proceso de gestión de la información de muestras de núcleos, el cual tiene grandes aplicaciones en el campo de la petrofísica debido a que hace posible la evaluación de parámetros como la distribución de fluidos y propiedades eléctricas y estructurales, así como la caracterización de yacimientos y aéreas de interés petrolífero.

Este proceso se realiza actualmente usando solo documentos Excel, en los cuales se maneja un cúmulo considerable de información. Esto trae aparejado tardanzas en la generación de informes y en el análisis de áreas de interés para la industria petrolera cubana. Es entonces que surge la idea del desarrollo de un software que permita agilizar este proceso en el CEINPET, en aras de mejorar los servicios que presta este centro a las empresas petroleras nacionales y extranjeras.

Para materializar la idea anteriormente expresada fue llevada a cabo la presente investigación, durante la cual se hizo un estudio del estado del arte del proceso de gestión de la información de las muestras de núcleos y fueron identificadas y caracterizadas otras aplicaciones informáticas ya existentes que pudieran dar solución al problema científico planteado. Luego de un estudio detallado de las tendencias tecnológicas actuales, se seleccionaron los lenguajes, la metodología de desarrollo y las herramientas a utilizar para el desarrollo de un sistema que satisficiera las necesidades del cliente. Como resultado, se diseñaron, implementaron y probaron las funcionalidades que debería cumplir el producto, el cual posibilitará al país contar con la automatización de este proceso, y por tanto facilitará el trabajo a los petrofísicos y mejorará la prestación de servicios del CEINPET.

## Palabras Claves.

Núcleo, yacimiento, polígono, petrofísica.

---

## **Abstract.**

The petroleum is the most important energetic resource in the mankind history, unfortunately and irremediably, its reservoirs are tending to skimp. In Our country, the Petroleum Investigations Center (CEINPET), gives solutions, in all ways, to the whole petroleum activity, from the exploration up to the refining, using an investigation-development-production process. One of the tasks that takes place in this center, is the management of cores samples information, which has a lot of applications in petrophysics due to the fact that it makes possible the evaluation of parameters such as the fluids distribution and electrical and structural properties, as well as the characterization of reservoirs and areas of interest for the oil industry.

Nowadays, this process is realized using only Excel documents, which handle a significant amount of information. This causes that the time required for the generation of reports and analysis of areas of interest for the Cuban petroleum industry, become longer. Then, it was emerged the idea of the development of a software capable to make easier and faster this process in the CEINPET, in order to reach the improvement of the services that this center offers to national and foreign petroleum companies.

To materialize this idea, it was decided to accomplish the current investigation. During this research, it was made a study about the state of the art of the management process of the cores samples information and there were identified and characterized, some other existing computer applications that could give solution to the scientific problem. After a detailed study of the technological current trends, there were selected the languages, the methodology and the tools to be used for the development of a system that satisfies the client needs. As result, the functionalities that the product should have, were designed, implemented and tested. This will make possible that our country count on the automation of this process, and therefore will facilitate the specialists work and improve the rendering of services offered by the CEINPET.

## **Key words.**

Core, reservoir, polygon (zone), petrophysics.

## Índice.

Introducción.....	1
Capítulo 1. Fundamentación teórica.....	7
1.1.    Introducción.....	7
1.2.    Conceptos asociados al dominio del problema.....	7
1.3.    Proceso de gestión de información de muestras de núcleos.....	10
1.3.1.    Descripción general.....	11
1.3.2.    Descripción actual del dominio del problema.....	12
1.3.3.    Situación problemática.....	15
1.4.    Análisis de otras soluciones existentes.....	16
1.4.1.    Carbonate Advisor.....	16
1.4.2.    La tecnología SBED, SBEDStudio y VisualVoxAt.....	17
1.4.3.    Q-SCAL.....	18
1.5.    Conclusiones.....	18
Capítulo 2. Tendencias y tecnologías actuales a desarrollar.....	19
2.1.    Introducción.....	19
2.2.    Metodologías de Desarrollo de Software.....	19
2.2.1.    Programación Extrema (Extreme Programming, XP).....	19
2.2.2.    Scrum.....	20
2.2.3.    Proceso Unificado de Desarrollo de Software (RUP).....	21
2.2.4.    Comparación entre las metodologías de desarrollo de software: RUP, XP y Scrum.	23
2.2.5.    El Proceso Unificado de Desarrollo de Software (RUP) como base en el desarrollo de la solución propuesta.....	24
2.3.    El Lenguaje Unificado de Modelado (UML) como soporte de la modelación de la solución propuesta.....	26
2.4.    Herramientas CASE (Computer-Aided Software Engineering).....	27
2.4.1.    Rational Rose Enterprise Edition.....	27
2.4.2.    Visual Paradigm for UML Enterprise Edition.....	28

2.4.3.	Comparación entre Visual Paradigm for UML Enterprise Edition y Rational Rose Enterprise Edition. ....	29
2.4.4.	Visual Paradigm for UML Enterprise Edition como herramienta para el modelado de la solución propuesta. ....	29
2.5.	Lenguajes de Programación. ....	30
2.5.1.	Lenguaje de Programación C. ....	30
2.5.2.	Lenguaje de Programación C++. ....	30
2.5.3.	Lenguaje de Programación Java. ....	31
2.5.4.	Java como lenguaje de programación para la implementación de la solución propuesta. ....	32
2.6.	Gestores de Base de Datos. ....	34
2.6.1.	MYSQL. ....	34
2.6.2.	Oracle. ....	35
2.6.3.	PostgreSQL. ....	35
2.6.4.	PostgreSQL como gestor de base de datos a utilizar en el desarrollo de la solución propuesta. ....	36
2.7.	Net Beans IDE 6.5 como Entorno de Desarrollo Integrado (IDE) a utilizar en el desarrollo de la solución propuesta. ....	36
2.8.	Conclusiones. ....	37
Capítulo 3.	Presentación de la solución propuesta. ....	38
3.1.	Introducción. ....	38
3.2.	Modelo de Negocio. ....	38
3.2.1.	Actores y Trabajadores del Negocio. ....	38
3.2.2.	Procesos de Negocio. ....	39
3.2.3.	Diagrama de Casos de Uso del Negocio. ....	40
3.2.4.	Descripción Textual de los Casos de Uso de Negocio. ....	40
3.2.4.1.	Descripción Textual del Caso de Uso del Negocio “Registrar_Informacion_Muestra”. ....	40
3.2.4.2.	Descripción Textual del Caso de Uso del Negocio “Realizar_Estudio_Estadistico”. ....	42
3.2.4.3.	Descripción Textual del Caso de Uso del Negocio “Realizar_Dependencias”. ....	45
3.3.	Requerimientos Funcionales. ....	48

3.4.	Requerimientos No Funcionales. ....	51
3.4.1.	Usabilidad. ....	51
3.4.2.	Soporte.....	51
3.4.3.	Apariencia o Interfaz Externa.....	51
3.4.4.	Seguridad.....	51
3.4.5.	Hardware.....	52
3.4.6.	Software.....	52
3.4.7.	Portabilidad.....	52
3.5.	Descripción del Sistema Propuesto. ....	52
3.5.1.	Descripción de los Actores.....	52
3.5.2.	Casos de Uso del Sistema. ....	53
3.5.2.1.	Diagrama de Casos de Uso del Sistema. ....	54
3.5.2.2.	Descripción textual de los Casos de Uso arquitectónicamente significativos. ....	55
3.5.2.2.1.	Descripción Textual del Caso de Uso del Sistema “Autenticar”.....	56
3.5.2.2.2.	Descripción Textual del Caso de Uso del Sistema “Gestionar_Usuario”. ....	58
3.5.2.2.3.	Descripción Textual del Caso de Uso del Sistema “Gestionar_Yacimiento”. ....	64
3.5.2.2.4.	Descripción Textual del Caso de Uso del Sistema “Insertar_Serie”. ....	70
3.5.2.2.5.	Descripción Textual del Caso de Uso del Sistema “Insertar_Parametros”. ....	72
3.5.2.2.6.	Descripción Textual del Caso de Uso del Sistema “Buscar_Serie”. ....	75
3.5.2.2.7.	Descripción Textual del Caso de Uso del Sistema “Realizar_Informe_Petrofisico”. ....	76
3.6.	Conclusiones.....	83
Capítulo 4. Construcción de la solución propuesta.....		84
4.1.	Introducción.....	84
4.2.	Diagrama de Clases del Diseño.....	84
4.2.1.	Capa de Presentación. ....	84
4.2.2.	Capa de Lógica del Negocio.....	86
4.2.3.	Capa de Acceso a Datos.....	86
4.2.4.	Patrones de diseño. ....	88

4.2.4.1. Patrones GRASP utilizados en el diseño del sistema propuesto. ....	88
4.2.4.2. Patrones GoF utilizados en el diseño del sistema propuesto. ....	89
4.2.4.3. Simple Factory como patrón de creación utilizado en el diseño del sistema propuesto. ....	89
4.3. Principios de Diseño. ....	89
4.3.1. Estándares de la Interfaz de la Aplicación. ....	89
4.4. Diseño de la Base de Datos. ....	90
4.4.1. Diagrama de Clases Persistentes. ....	91
4.4.2. Modelo Entidad-Relación. ....	91
4.5. Modelo de Despliegue. ....	93
4.6. Modelo de Implementación. ....	93
4.6.1. Diagrama de Componentes. ....	93
4.7. Prueba del sistema propuesto. ....	94
4.7.1. Pruebas de Caja Negra. ....	95
4.7.1.1. Casos de Prueba. ....	95
4.7.1.1.1. Caso de prueba para el caso de uso del sistema: “Autenticar_Usuario”. ....	95
4.7.1.1.2. Caso de prueba para el caso de uso del sistema: “Gestionar_Usuario”. ....	96
4.7.1.1.3. Caso de prueba para el caso de uso del sistema: “Gestionar_Yacimiento”. ....	99
4.7.2. Prueba de Carga. ....	101
4.8. Conclusiones. ....	102
Conclusiones. ....	103
Recomendaciones. ....	104
Bibliografía Referenciada. ....	105
Bibliografía Consultada. ....	109
Anexos. ....	115
Glosario. ....	137

## Índice de Figuras.

<i>Figura 1. Núcleos.....</i>	<i>8</i>
<i>Figura 2. Núcleos con igual diferencia base-tope. Diferentes cantidades recuperadas.....</i>	<i>12</i>
<i>Figura 3. Representación gráfica de dependencia entre permeabilidad relativa y saturación de agua.....</i>	<i>14</i>
<i>Figura 4. RUP: Fases, flujos de trabajo e iteraciones. ....</i>	<i>22</i>
<i>Figura 5. Diagramas UML. ....</i>	<i>26</i>
<i>Figura 6. Diagrama de Casos de Uso del Negocio.....</i>	<i>40</i>
<i>Figura 7. Diagrama de Casos de Uso del Sistema.....</i>	<i>55</i>
<i>Figura 8. Distribución de las clases del diseño acordes con el patrón arquitectónico: 3 capas. ....</i>	<i>84</i>
<i>Figura 9. Clases del Diseño: Capa de Presentación. ....</i>	<i>85</i>
<i>Figura 10. Clases del Diseño: Capa de Lógica del Negocio.....</i>	<i>86</i>
<i>Figura 11. Clases del Diseño: Capa de Acceso a Datos. ....</i>	<i>87</i>
<i>Figura 12. Diseño de la Base de datos: Diagrama de Clases Persistentes. ....</i>	<i>91</i>
<i>Figura 13. Diseño de la Base de datos: Modelo Entidad-Relación. ....</i>	<i>92</i>
<i>Figura 14. Diagrama de Despliegue.....</i>	<i>93</i>
<i>Figura 15. Diagrama de Componentes. ....</i>	<i>94</i>
<i>Figura 16. Tiempos Máximos de Respuesta.....</i>	<i>102</i>
<i>Figura 17. Tiempos Promedios de Respuesta.....</i>	<i>102</i>
<i>Figura 18. Diagrama de Objetos. ....</i>	<i>115</i>
<i>Figura 19. Clases del Diseño: Capa de Presentación (Detalles). ....</i>	<i>134</i>
<i>Figura 20. Clases del Diseño: Capa de Lógica del Negocio (Detalles). ....</i>	<i>135</i>
<i>Figura 21. Clases del Diseño: Capa de Acceso a Datos (Detalles). ....</i>	<i>136</i>

## Índice de Tablas.

<i>Tabla 1. Fórmulas para determinar algunas propiedades de las rocas.</i> .....	14
<i>Tabla 2. Comparación entre Scrum, XP y RUP.</i> .....	24
<i>Tabla 3. Comparación entre Visual Paradigm y Rational Rose.</i> .....	29
<i>Tabla 4. Actores del Negocio y sus descripciones.</i> .....	39
<i>Tabla 5. Trabajador del Negocio y su descripción.</i> .....	39
<i>Tabla 6. Descripción textual del CUN “Registrar_Informacion_Muestra”.</i> .....	42
<i>Tabla 7. Descripción Textual del CUN “Realizar_Estudio_Estadistico”.</i> .....	45
<i>Tabla 8. Descripción textual del CUN “Realizar_Dependencias”</i> .....	48
<i>Tabla 9. Actores del Sistema y sus descripciones.</i> .....	53
<i>Tabla 10. Clasificación de los Casos de Uso del Sistema.</i> .....	54
<i>Tabla 11. Descripción Textual del Caso de Uso del Sistema “Autenticar”.</i> .....	58
<i>Tabla 12. Descripción Textual del Caso de Uso del Sistema “Gestionar_Usuario”</i> .....	64
<i>Tabla 13. Descripción Textual del Caso de Uso del Sistema “Gestionar_Yacimiento”.</i> .....	70
<i>Tabla 14. Descripción Textual del Caso de Uso del Sistema “Insertar_Serie”.</i> .....	72
<i>Tabla 15. Descripción Textual del Caso de Uso del Sistema “Insertar_Parametros”</i> .....	75
<i>Tabla 16. Descripción Textual del Caso de Uso del Sistema “Buscar_Serie”.</i> .....	76
<i>Tabla 17. Descripción Textual del Caso de Uso del Sistema “Realizar_Informe_Petrofisico”.</i> .....	83
<i>Tabla 18. Caso de prueba para el caso de uso del sistema: “Autenticar Usuario”.</i> .....	96
<i>Tabla 19. Caso de prueba para el caso de uso del sistema: “Gestionar_Usuario”.</i> .....	99
<i>Tabla 20. Caso de prueba para el caso de uso del sistema: “Gestionar_Yacimiento”</i> .....	101
<i>Tabla 21. Parámetros de rendimiento evaluados por la herramienta JMeter.</i> .....	101

---

<i>Tabla 22. Rangos de Densidad</i> .....	115
<i>Tabla 23. Rangos de Porosidad</i> .....	115
<i>Tabla 25. Descripción Textual del Caso de Uso del Sistema “Gestionar_Pozo”</i> .....	121
<i>Tabla 26. Descripción Textual del Caso de Uso del Sistema “Gestionar_Nucleo”</i> .....	127
<i>Tabla 27. Descripción Textual del Caso de Uso del Sistema “Gestionar_Muestra”</i> .....	133

## **Introducción.**

El petróleo es el recurso energético más importante en la historia de la humanidad, un recurso no renovable que genera la mayor parte de la energía que se consume en el mundo. La gran utilidad y la enorme dependencia que genera, tanto el petróleo, como sus derivados, lo ha convertido en un recurso importantísimo para la sociedad hasta el punto de ser considerado indispensable para su desarrollo y evolución. Lamentable e irremediamente, los yacimientos de este recurso en el mundo tienden a escasear, muy al contrario de su demanda que se mantiene siempre creciente.

En todo el orbe se hace necesario trazar estrategias para racionalizar la explotación y el comercio del mismo. Nuestro país no se encuentra ajeno a esta situación y para ello el Centro de Investigaciones del Petróleo (CEINPET) lleva a cabo en su trabajo diario faenas con vistas a obtener un mejor aprovechamiento de este preciado recurso en aras de consolidar el aporte que puede otorgar a nuestra economía nacional. Este centro está avalado por una alta calificación y experiencia de trabajo, el cual se encarga de dar respuesta de forma integral a toda la actividad petrolera, desde la exploración hasta la refinación, en el proceso de investigación-desarrollo-producción.

Como parte de las tareas que se llevan a cabo en este centro, se manipula información asociada a los pozos petroleros y a los suelos, esta es altamente valiosa en la realización de estudios petrofísicos en determinadas áreas, los que facilitan y fortalecen la toma de decisiones y permiten arribar a mejores conocimientos referentes la situación de los yacimientos actuales de nuestro país y a la detección de otros potenciales. Un ejemplo representativo de lo anterior lo constituyen los datos correspondientes a muestras de núcleos que son almacenados y procesados en la Unidad Científico Técnica de Producción del CEINPET. Los núcleos no son más que rocas que son extraídas de los pozos de petróleo a diferentes profundidades y que son capaces de brindar información sumamente útil en el estudio de las condiciones petrofísicas de un área en específico.

Los datos almacenados de las muestras de núcleos son útiles para evaluar los daños que causan la formación de los diferentes filtrados de la perforación o aguas de inyección; permiten a los petrofísicos definir parámetros como la distribución de fluidos y propiedades eléctricas y estructurales; hacen posible además la caracterización de yacimientos y son capaces de proporcionar a los geofísicos una visión de la estructura de las capas del subsuelo.

El Centro de Investigaciones del Petróleo, en su accionar diario, realiza tareas de apreciable importancia, encontrándose entre ellas estudios e investigaciones que brindan grandes aportes a la industria petrolera en nuestro país. Sin embargo, se hace ineludible destacar el hecho de que la información de las muestras de núcleos se almacenan en documentos Excel, por esta razón es muy débil la seguridad de los datos que se encuentran almacenados y a la vez se dificulta la búsqueda de información específica en estos documentos. De igual manera, el análisis y procesamiento de los bancos de muestra se hace engorroso por lo que se requiere mucho tiempo para generar informes de áreas petroleras y obtener los resultados de los estudios petrofísicos realizados. Si a todo esto se le adicionan altas cantidades de tiempo y esfuerzo por parte de los especialistas de la Unidad Científico Técnica de Producción para poder efectuar cualquier trabajo que requiera la utilización de la información de las muestras de núcleos, es posible, entonces, advertir la existencia de una **situación problemática**.

En aras de mejorar la gestión de esta información en el CEINPET y teniendo en cuenta la situación anteriormente señalada, se ha identificado como **problema científico** la necesidad de hacer más rápido el proceso de gestión de la información de las muestras de núcleos en el CEINPET. La solución de este problema guiará los esfuerzos del presente trabajo de diploma.

Las aplicaciones informáticas han llegado a convertirse en una de las opciones más usadas y a la vez más efectivas en cuanto al manejo de información en las empresas, industrias y organizaciones. Es prácticamente inconcebible en nuestros días encontrar información altamente importante, o que deba ser sometida a cálculos, o simplemente que requiera ser almacenada para realizar posteriores operaciones con la ella, que no sea manipulada a través de una aplicación informática. La influencia que tiene esta rama de la ciencia en la gestión de información y procesos, le han conferido una considerable importancia en la actualidad y justifica a la vez, su creciente impacto social.

En nuestro país las empresas, centros laborales y entidades que trabajan con información de cierto volumen, importancia o cuyo procesamiento es de determinada complejidad, se han adherido a esta importantísima tendencia del mundo actual de informatizar los sistemas de control, gestión y procesamiento de datos, en aras de optimizar su trabajo.

Teniendo en cuenta lo planteado con anterioridad, fue definido como **objeto de estudio** el proceso de gestión de información de muestras de núcleos, estableciendo el **campo de acción** en la informatización del proceso de gestión de la información de las muestras de núcleos en el CEINPET.

Para dar solución al problema fue trazado como **objetivo general**: desarrollar una aplicación informática que permita gestionar con mayor rapidez la información de las muestras de núcleos en el CEINPET.

Como **idea a defender** se ha establecido: La utilización de una aplicación informática para gestionar la información de las muestras de núcleos garantizará una mayor rapidez en este proceso en el CEINPET.

Para lograr el cumplimiento del objetivo de este trabajo de diploma se ha propuesto desarrollar las siguientes **tareas de investigación**:

- ✓ Identificar las características del proceso de gestión de la información de las muestras de núcleos para la exploración petrolera.
- ✓ Caracterizar a nivel mundial y nacional las aplicaciones y alternativas ya existentes que implementan y soportan los procesos de gestión de información de muestras de núcleo.
- ✓ Establecer los métodos, herramientas y procedimiento más factibles para el desarrollo del sistema.
- ✓ Desarrollar un software que permita gestionar la información de las muestras de núcleos.

El principal resultado esperado de este trabajo es un software que gestione toda la información referente a las muestras de núcleos que hoy se manejan en el CEINPET, con el cual se logrará una mayor rapidez en la emisión de los informes petrofísicos que genera este centro, en la graficación de dependencias y en la búsqueda de información específica en la base de datos, también se arribará a un nivel mayor de seguridad en cuanto a la integridad de la información. Todos estos logros podrán traer consigo una respuesta más rápida y confiable ante los trabajos asignados al CEINPET por clientes nacionales e internacionales por lo que su competitividad y prestigio será mayor. Esto ofrecerá la posibilidad de hacer los estudios actuales en un tiempo mucho menor por lo que se resolverían problemas nacionales en menor tiempo y se ganarían más clientes a nivel internacional.

Uno de los primeros pasos para la resolución de este problema ha sido la realización de un estudio tanto en el ámbito nacional como internacional, con el objetivo de encontrar y analizar de algunos **antecedentes** de nuestra investigación. Como parte de esta pesquisa ha sido posible detectar algunas aplicaciones desarrolladas en el mundo que gestionan información de muestras de núcleos, todas con el fin de optimizar la extracción de petróleo, detectar nuevos yacimientos petroleros y mejorar el aprovechamiento de los mismos.

En nuestro país no se ha desarrollado con anterioridad una aplicación que permita la gestión de la información de muestras de núcleo, pues a nivel nacional, ese trabajo solamente se lleva a cabo en el CEINPET y es hecho mediante la utilización del Microsoft Excel.

En el orbe, existen varias aplicaciones que realizan este tipo de trabajo. El sistema Carbonate Advisor, utiliza, entre otros, los datos del núcleo como entrada para producir una evaluación única y completa de los reservorios de carbonatos, este servicio fue desarrollado por la compañía francesa Schlumberger, líder mundial en servicios petroleros. La compañía canadiense Geomodeling, ha puesto en el mercado tres productos de software basados, entre otros aspectos, en la información que brindan los núcleos, esto son: La tecnología SBED, SBED Studio y VisualVoxAt. También la compañía Logicom E&P, que radica en el Reino Unido, ha desarrollado y comercializado un software nombrado Q-SCAL que se encarga de gestionar la información de muestras de núcleos.

Para estudiar más a fondo las características del proceso de gestión de información de muestras de núcleos se han empleado diferentes **métodos científicos de investigación**, tanto teóricos como empíricos.

Los métodos teóricos utilizados durante la investigación fueron el analítico - sintético, el análisis histórico – lógico, el inductivo – deductivo y la modelación.

El método **analítico - sintético** fue usado con el objetivo de llegar a conocer, mediante el análisis de las diferentes teorías y documentos encontrados a lo largo de la presente investigación, la esencia de los fenómenos relacionados con el proceso de gestión de información de muestras de núcleos, así como los rasgos que lo caracterizan y distinguen.

El **análisis histórico - lógico** se empleó para realizar un estudio analítico de la trayectoria histórica del objeto de estudio de la presente investigación y de cómo este ha influido históricamente en los procesos industriales de empresas petroleras; revisando de forma crítica cada uno de los documentos involucrados en la misma para poder profundizar en la importancia que tiene el mismo en la toma de decisiones y su utilidad en empresas petroleras de Cuba y el mundo.

Con el método **inductivo - deductivo** se hizo posible arribar a conocimientos generalizadores del proceso de gestión de información de muestras de núcleos, a partir de los aspectos particulares y generales

encontrados en los documentos involucrados en la presente indagación, analizándolos tanto de lo particular a lo general como viceversa.

La **modelación** es un método que nos permite la creación de modelos, que no son más que una reproducción simplificada de la realidad y que proporciona una mejor comprensión de las características del objeto de estudio y el descubrimiento de nuevas relaciones.

Durante la investigación han sido utilizados además dos de los **métodos empíricos**. El primero de ellos es la **entrevista**, empleada con el objetivo de obtener información valiosa y adquirir una mayor familiarización con respecto a las peculiaridades y características del proceso de gestión de la información de muestras de núcleos a partir de conversaciones planificadas entre los investigadores y el personal competente que labora en el CEINPET. El otro método aplicado es el **experimento**, que ha sido útil para demostrar, mediante pruebas en las que se modifica de forma controlada las condiciones en las que funciona el sistema, la eficacia de las funcionalidades del mismo.

Las **herramientas** utilizadas para dar cumplimiento al objetivo general del presente trabajo son:

- ✓ Visual Paradigm 5.3. (Herramienta CASE)
- ✓ PostgreSQL 8.3. (Gestor de Base de datos)
- ✓ NetBeans IDE 6.5. (Entorno de Desarrollo Integrado)

El contenido del presente trabajo de diploma está estructurado de la siguiente manera:

**Capítulo 1. Fundamentación teórica:** se expone el estado del arte del objeto de estudio de la presente investigación y se definen los elementos teóricos que lo sustentan. Se enuncian conceptos que posibilitan un mejor entendimiento de lo planteado en la situación problemática y el marco del problema en sentido general. Se enuncian y argumentan otras aplicaciones ya existentes que pueden dar solución de alguna manera al problema científico del presente trabajo.

**Capítulo 2. Tendencias y tecnologías actuales a desarrollar:** se describen los lenguajes, las metodologías y las tecnologías a considerar para su posterior utilización en el desarrollo de la aplicación, analizando sus características, ventajas y desventajas; estableciendo comparaciones y seleccionando las mejores propuestas con el objetivo de dar cumplimiento con la mayor eficiencia y calidad posible al objetivo general de la presente investigación.

**Capítulo 3. Presentación de la solución propuesta:** se exponen algunos de los principales artefactos generados en los Flujos de Trabajo de Modelación del Negocio y Requerimientos. Del primero es posible encontrar, entre otros, la explicación de los procesos del negocio, el Diagrama de Casos de Uso del Negocio y la descripción de cada uno de ellos; del segundo, los requerimientos funcionales y no funcionales, el Diagrama de Casos de Uso del Sistema y la descripción textual de los mismos.

**Capítulo 4. Construcción de la solución propuesta:** se exponen algunos de los principales artefactos generados en los Flujos de Trabajo Análisis y Diseño, Implementación, Prueba y Despliegue necesarios en el desarrollo del software que dará solución al problema científico de la presente investigación. Algunos de los artefactos encontrados son se los diagramas de clases del diseño y las clases persistentes, el diseño de la base de datos, los diagramas de componentes y de despliegue, las características generales de la implementación, los principios para el diseño gráfico, el plan de pruebas y los casos de pruebas diseñados para aplicar al sistema desarrollado.

## Capítulo 1. Fundamentación teórica.

### 1.1. Introducción.

Para comprender correctamente en qué consiste la presente investigación, se hace necesario dominar los aspectos más significativos relacionados con el objeto de estudio de la misma: el proceso de gestión de la información de muestras de núcleos. Con el fin de hacer posible lo anterior ha sido redactado este capítulo, en el cual se exponen los conceptos y elementos que constituyen la base teórica para la realización del presente trabajo de diploma y lógicamente para dar solución al problema científico planteado. Conocer el significado de términos tales como yacimiento, pozo, núcleo, porosidad, y otros, permitirá tener una noción acertada de todas las ideas que se plasman en el cuerpo del documento. Además, en este capítulo queda expuesto el marco teórico de la investigación, o sea, toda la teoría existente del objeto de estudio, que ha surgido como resultado de anteriores investigaciones y que a su vez permite orientar el trabajo de una manera coherente.

Se analizan también otras aplicaciones existentes en el mundo que centran sus funcionalidades en la gestión de información de muestras de núcleos.

### 1.2. Conceptos asociados al dominio del problema.

Para un mayor acercamiento a las características del proceso de gestión de la información de muestras de núcleos y un mejor entendimiento de lo planteado en la situación problémica, es imprescindible enunciar el concepto de núcleo en el contexto actual.

Según el Glosario de Rocas, publicado por el Museo Geológico Virtual de Venezuela, un **núcleo** es una “sección cilíndrica de roca, usualmente de 5 a 10 cm de diámetro y de varios metros de longitud recuperados a partir de perforaciones en el subsuelo con el propósito de estudiar cada nivel en detalle.”(1)

En el Glosario redactado por PEMEX Exploración y Perforación que fue publicado como parte de la evaluación al 1 de enero del 2006 de las reservas de hidrocarburos de México, se define núcleo como: “Muestra cilíndrica de roca tomada de una formación durante la perforación, con el fin de determinar su permeabilidad, porosidad, saturación de hidrocarburos, y otras propiedades asociadas a la productividad.”(2)

En la cuarta edición del Pozo Ilustrado es posible encontrar que “Los núcleos de las formaciones o muestras del ripio que se obtienen en el curso de la perforación de un pozo son traídos al laboratorio, donde son debidamente identificados y catalogados para medirles el volumen total, el volumen que representan sus granos y el volumen de los poros.”(3)



Figura 1. Núcleos.

En otras palabras, un núcleo es una muestra de roca con forma cilíndrica que se obtiene durante la perforación de pozos de petróleo. El estudio de sus propiedades permite arribar a un conocimiento certero de las características del yacimiento, tales como el volumen de hidrocarburos almacenado y las propiedades del las capas del subsuelo.

Los núcleos, como el resto de las rocas presentan propiedades que son sumamente valiosas en la exploración y explotación de yacimientos petroleros por la información que aportan para el conocimiento de las condiciones petrofísicas de un área determinada. Algunas de estas propiedades son: la porosidad, permeabilidad y saturación de fluidos.

Teniendo en cuenta algunos materiales proporcionados por el CEINPET, la **porosidad** no es más que “la capacidad de almacenamiento de fluidos que tiene una roca. Es la suma total de todas las aberturas (poros, fracturas y vóculos). Las fracturas son un macro espacio, es un plano de ruptura de la roca; los poros, tienen dimensiones menores de 1 milímetro y generalmente presentan diámetros uniformes; y los vóculos, no son más que poros o fracturas que se han agrandado fundamentalmente por aguas agresivas (ácidas) y tienen un diámetro mayor de 1 milímetro el que generalmente no es uniforme.”(4)

Miguel de la Vega Ortega, en su libro Problemas de Ingeniería de Puesta a Tierra, se refiere a la porosidad como “huecos que quedan entre las fibras, granos o partículas constituyentes de la materia sólida.”(5)

Según Nathaly Famiglietti, experta de SEED, la porosidad “es el volumen poroso por unidad de volumen de una formación. La porosidad de una formación puede variar considerablemente. La porosidad efectiva es el volumen de poros interconectados en una roca que contribuye al flujo de fluidos en un depósito.”(6)

Es posible definir entonces como porosidad al por ciento de espacios existentes en la roca, ya sean poros, fracturas o vóculos, con respecto al volumen total de la misma. A mayor porosidad es mayor la capacidad de almacenamiento de fluidos en las rocas. Por esta razón esta propiedad es sumamente importante en el estudio de yacimientos.

La **permeabilidad** es otra de las propiedades físicas de las rocas. Es un factor importantísimo en la evaluación de yacimientos y por tanto en la exploración y explotación de hidrocarburos. Es la capacidad que presentan las rocas de permitir que los fluidos circulen a través de sus cavidades y poros. Imerú Alfonso Hernández la define como “el grado de conexión que existe entre los poros de una roca, permitiendo el movimiento de fluidos a través de ella”, (7) y San Ramón Sánchez, del Departamento de Geología de la Universidad de Salamanca, en España, se refiere a esta como “la facilidad que un cuerpo ofrece a ser atravesado por un fluido.”(8)

El Ingeniero Eduardo Aguirre, en una publicación científica en RevistaCiencias.com, plantea que “la permeabilidad es el segundo factor importante para la existencia de un almacén, es la capacidad de una roca para que un fluido fluya a través de ella y se mide en darcys, que es la permeabilidad que permite a un fluido de un centipoise de viscosidad fluir a una velocidad de 1 cm/s a una presión de 1 atm/cm. Habitualmente, debido a la baja permeabilidad de las rocas, se usan los milidarcies. Para ser comercial, el petróleo debe fluir a varias decenas de milidarcies.”(9)

Es necesario además enunciar el concepto de permeabilidad absoluta, que no es más que la saturación de un medio poroso a un 100% de un fluido determinado. O sea, ocurre cuando el líquido almacenado en una roca ocupa la totalidad de los espacios de sus poros, fracturas y vóculos.

La **saturación de fluidos** es “el porcentaje del espacio poroso ocupado por un determinado fluido (petróleo, agua y gas)”. (10) Se hace evidente entonces su relevancia cuando se trata de determinar la cantidad de hidrocarburos almacenados en un yacimiento determinado.

En un glosario elaborado por PEMEX Exploración y Producción en el año 2005 se define la saturación de fluidos como “porción del espacio poroso ocupado por un fluido en particular, pudiendo existir aceite, gas y agua.” (11)

Para conocer el comportamiento de las propiedades enunciadas anteriormente, y de otras también importantes, es necesario analizar las muestras de núcleos que son extraídas de pozos petroleros

pertenecientes a algún yacimiento o en lugares en los que se espera encontrar alguno. Un **yacimiento** no es más que la “acumulación de aceite y/o gas en roca porosa tal como arenisca. Este fundamentalmente contiene tres fluidos (aceite, gas y agua) que se separan en secciones distintas debido a sus gravedades variantes. El gas siendo el más ligero ocupa la parte superior del yacimiento, el aceite la parte intermedia y el agua la parte inferior.”(12)

La Schlumberger, en su Oilfield Glossary (Glosario de la industria petrolera), define a los yacimientos como “cuerpos subterráneos de rocas que tienen la suficiente porosidad y permeabilidad para almacenar y transmitir fluidos. Las rocas sedimentarias son las rocas de depósito más comunes pues tienen más porosidad que la mayoría de las rocas ígneas y metamórficas y además se forman en condiciones de temperaturas que resultan apropiadas para la conservación de hidrocarburos.”(13)

En el Glosario petrolero, publicado en el sitio oficial de Petróleos de Venezuela S.A., es definido yacimiento como la “acumulación de hidrocarburos en el interior de la tierra que se forma cuando las rocas en el subsuelo presentan condiciones adecuadas para que estos compuestos químicos queden atrapados. Existen yacimientos de petróleo, gas y bitumen o combinación de ellos.”(14)

Con el fin de extraer las reservas de hidrocarburos existentes en los yacimientos o para exploración de un área, son realizadas las perforaciones para crear pozos de petróleo que hagan posible estas tareas. Según la Cámara Boliviana de Hidrocarburos (CBH), un pozo es un “agujero perforado en la roca desde la superficie de un yacimiento a efecto de explorar o para extraer aceite o gas.”(15) También, la Asociación Española de Operadores de Productos Petrolíferos (AOP) los define de esta manera: “abertura producida por una perforación. Existen numerosos tipos de pozos, entre ellos de exploración, de avanzada y de explotación.”(16)

En ocasiones, para llevar a cabo un estudio petrofísico de algún área o yacimiento determinado, no basta con el análisis de un solo pozo de petróleo pues la información obtenida puede ser insuficiente, entonces, se hace necesario seleccionar varios pozos con el objetivo de obtener resultados confiables, este conjunto de pozos seleccionados conforman un polígono. Este término es usado en el CEINPET con el objetivo de alcanzar una mejor organización durante la realización de este tipo de estudios.

### **1.3. Proceso de gestión de información de muestras de núcleos.**

Durante la perforación de pozos de petróleo, tanto para la exploración como para la extracción de hidrocarburos de un yacimientos, se obtienen las muestras de núcleos, estas tiene un especial importancia para los investigadores y la empresa petrolera en general, pues a partir de estas es posible tener un mejor conocimiento de la estructura del subsuelo donde está enmarcada determinada zona de interés. Luego de la obtención de estas muestras comienza un proceso que es sumamente importante para el aprovechamiento óptimo de los recursos, el tiempo y los resultados de la empresa petrolera que realiza estos trabajos. Este proceso, al que debe prestarse especial atención pues es crucial para un buen rendimiento en la extracción de hidrocarburos, es el proceso de gestión de información de muestras de núcleos.

### **1.3.1. Descripción general.**

El proceso de gestión de la información de muestras de núcleos es un proceso de vital importancia en la industria petrolera. Se basa fundamentalmente en el almacenamiento de información referente a los núcleos, los que son separados en muestras para su mejor estudio y análisis. Como ya es sabido, estos son rocas extraídas a partir de la perforación de pozos de petróleo y por tanto el estudio de sus propiedades es de fundamental relevancia para las empresas petroleras vinculadas a la exploración y explotación de hidrocarburos. Propiedades tales como la porosidad, permeabilidad, contenido de carbonato y saturación de fluidos, entre otras, son almacenadas en bases de datos o documentos para arribar a pronósticos certeros de la situación de áreas petrolíferas determinadas.

A partir de la información del análisis de los núcleos es posible hacer la representación de un yacimiento determinado, confeccionar pronósticos más efectivos de la distribución física de los hidrocarburos y del volumen existente de los mismos en un área deseada. Es posible también tomar decisiones que conduzcan a un mejor desempeño en las tareas de perforación: se puede determinar si es factible o no perforar un pozo nuevo, y en caso de que sea positiva la respuesta, establecer el lugar adecuado en el que se puede llevar a cabo esta tarea y hasta que profundidad es preciso llegar. Se hace posible además, llevar a cabo acciones en beneficio del aprovechamiento de los recursos.

Algunas empresas encargadas en hacer software para la industria del petróleo utilizan esta información para hacer representaciones y simulaciones de gran calidad y precisión, tal es el caso de Geomodeling. Otras analizan la factibilidad de una zona determinada teniendo en cuenta la posibilidad de almacenamiento de hidrocarburos basándose en los estudios de los núcleos.

Este proceso tiene además una alta importancia para paleontólogos, geólogos y otros científicos e investigadores interesados en los temas referentes al subsuelo y su estructura, ya que un cúmulo importante de conocimientos con respecto a las capas del mismo y sus propiedades, son obtenidos a partir del análisis de muestras de núcleos.

### 1.3.2. Descripción actual del dominio del problema.

En el Centro de Investigaciones del Petróleo (CEINPET) el proceso de gestión de información de muestras de núcleos forma parte de las tareas que se realizan en la Unidad Científico Técnica de Producción. Los núcleos al llegar a este centro vienen acompañados de información que es imprescindible para, posteriormente, registrar las muestras en los bancos. Esta información consiste en la región, el nombre del yacimiento y el pozo del que fueron extraídos, el nombre y el tipo de núcleo, la parte, el tope, la base, cantidad recuperada y la fecha de extracción.

El núcleo es dividido en partes, generalmente enumeradas de 1 al 30 con el objetivo de evaluar el comportamiento de las propiedades de las rocas y poder delimitar correctamente las capas del subsuelo. Cada muestra obtenida posteriormente pertenece a una parte determinada.

El tope y la base, son las profundidades en las que se encontraban, antes de ser extraído el núcleo, el extremo superior y el extremo inferior del mismo, respectivamente. Cuando se realiza la extracción de un núcleo del pozo de petróleo se hace en un intervalo determinado, por ejemplo de los 2500m de profundidad (tope) a los 2510m (base).

Mediante la diferencia de estos dos valores debería ser posible obtener la longitud del núcleo extraído, pero esto no ocurre siempre y es muy frecuente encontrar que el núcleo mide menos que esta diferencia y esto puede ser a causa de la porosidad: grietas o fracturas que dejan espacios abiertos en el subsuelo; o de la pérdida de muestra durante la manipulación y transportación del mismo.



*Figura 2. Núcleos con igual diferencia base-tope. Diferentes cantidades recuperadas.*

Esta cantidad real del núcleo que llega al CEINPET es lo que se denomina “cantidad recuperada”.

Una vez recibido en este centro un núcleo producto de la perforación de un pozo determinado, este tiene alrededor de 10 centímetros de diámetro y una longitud variable en el rango de 2 a 10 metros, por lo que es preparado y dividido en pequeñas muestras para hacer más manuable su manejo y análisis en el laboratorio. De esto se deduce que es posible obtener de cada núcleo todas las muestras que sean necesarias para un mejor estudio y obtención confiable, precisa y efectiva de los resultados del mismo. Estas pueden tener cualquier dimensión o forma, e incluso pueden ser trituradas. Mientras mayor sea el número de muestras obtenidas y por tanto mayor la población para los estudios necesarios, las posibilidades de error serán menores.

Cada una de estas divisiones obtenidas es nombrada con un identificador único, que junto con la información del núcleo al que pertenecen, conforman la información inicial indispensable para insertar la muestra en el “banco” correspondiente.

Luego de decidir el tipo de análisis que será realizado a cada muestra, estas son llevadas al laboratorio en el que se hacen las mediciones necesarias para conocer el comportamiento de las propiedades físicas que sean requeridas. Mediante estos análisis pueden obtenerse directamente los valores de algunas propiedades petrofísicas que son registradas en los bancos sin necesidad de hacer ningún tipo de cálculos, tal es el caso del Coeficiente de Intercambio Catiónico (CIC) y la Susceptibilidad Magnética (SUSC), entre otros. Sin embargo, en otros casos, estos análisis sólo arrojan parámetros que deben ser sometidos a cálculos, utilizando ciertas fórmulas, para poder obtener las propiedades deseadas: Contenido de Carbonato (C), Densidad de la Fase Sólida ( $\delta_s$ ), Saturación de Aguas Residuales (SAR), Porosidad ( $\Phi$ ), entre otras.

Algunos ejemplos de fórmulas utilizadas para estos cálculos son:

Propiedad	Fórmula	Notación	U. de medida
Porosidad	$\Phi = (V_{poros}/V_{total}) * 100$	$\Phi$	%
Densidad	$\delta = \text{masa}/\text{volumen}$	$\delta$	kg/m <sup>3</sup>
Saturación de Fluidos	$Sat = (V_{fluidos}/V_{poros}) * 100$		%

## Capítulo 1. Fundamentación Teórica.

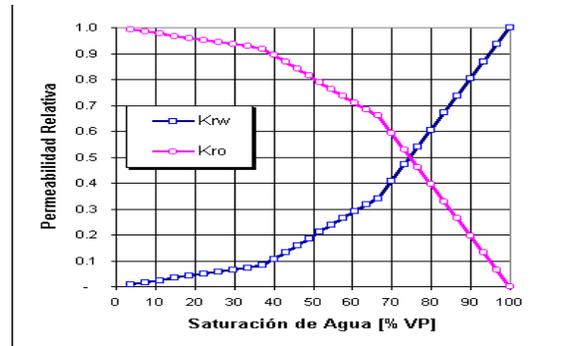
Resistividad	$\rho = (R * L)/A$	$\rho$	$\Omega m$
--------------	--------------------	--------	------------

*Tabla 1. Fórmulas para determinar algunas propiedades de las rocas.*

Toda la información obtenida a partir de estos cálculos es almacenada también en el “banco de muestras” y a partir de esta se realizan los estudios posteriores y se toman decisiones. Por ejemplo, si los poros son menores de  $0,5 \mu$  ( $1 \mu = 10^{-3}mm$ ) es imposible que el petróleo se almacene en ellos.

Los principales clientes nacionales del CEINPET son la EPEP de occidente, EPEP de centro y CUPET, estas solicitan con frecuencia conocer el estado de los yacimientos y para ello la Unidad Científico Técnica de Producción utiliza los datos de las muestras de núcleos almacenados para efectuar cálculos y caracterizaciones de reservas, trabajos de medición de propiedades petrofísicas, entre otras. Son utilizados estos bancos además para suministrar información a las compañías extranjeras cuando están interesadas en invertir en algún área determinada del país.

Con frecuencia se hace necesario realizar dependencias de parámetros petrofísicos ya registrados en los bancos de muestras y que pertenezcan a un pozo, polígono o yacimiento determinado. La representación de dependencias entre parámetros tales como porosidad y permeabilidad, porosidad y la porosidad efectiva, volumen de arcilla y saturación de aguas, entre otras, son muy solicitadas.



*Figura 3. Representación gráfica de dependencia entre permeabilidad relativa y saturación de agua.*

Toda la información referente a los núcleos es sumamente útil cuando se trata de conocer las propiedades de algún terreno que se encuentra en exploración, se pueden llegar a conclusiones mediante la comparación de algunas propiedades del terreno y en muchas ocasiones es posible conocer si un terreno determinado es potencialmente productivo o no.

El proceso de gestión de las muestras de núcleos es importante también para científicos e investigadores cubanos pues es posible determinar la edad de las rocas analizadas por medio de fósiles encontrados.

En Cuba, más del 50% de los pozos petroleros existentes, están contratados por compañías extranjeras, las cuales, cuando extraen núcleos, prefieren enviarlos a laboratorios situados en otros países, como

México y Canadá, más frecuentemente a este último, donde los laboratorios están dotados con equipamientos más sofisticados y modernos y por tanto el resultado deseado es obtenido con mayor rapidez y precisión. Generalmente, estos resultados son enviados también al CEINPET, donde son interpretados y luego registrados en los “bancos” con el objetivo de enriquecer la información ya existente en este centro.

### **1.3.3. Situación problemática.**

Dentro de las tareas que se llevan a cabo en el CEINPET se encuentra la gestión de la información de muestras de núcleos, este proceso tiene gran relevancia para el desarrollo de la industria petrolera nacional. A pesar de los grandes aportes que por estas razones ya otorga este centro a nuestro país, se encuentra dentro de una situación problemática ya que la información de las muestras de núcleos se almacenan en documentos Excel, por lo cual la búsqueda se hace engorrosa pues son tres “bancos de muestras” (así le llaman a cada Excel que contiene este tipo de información en el CEINPET) en los que se almacenan diferentes datos de gran cantidad de muestras: alrededor de 20000. Todos estos datos se introducen directamente en un ordenador por los especialistas que se encargan de este trabajo.

Mediante el análisis de estas muestras en el laboratorio se originan ciertos datos que sirven de base para calcular otros que también son de gran importancia como el caso de la Porosidad ( $\Phi$ ). Estas operaciones son realizadas por los especialistas y el resultado es insertado luego, por ellos mismos, directamente en el Excel. En los “bancos de muestras” se guarda información desde los años 80, esta es de carácter valioso para este centro de investigaciones por todos los beneficios que se pueden obtener a partir de ella; y aunque el personal vinculado con estas tareas es bastante cuidadoso siempre existe el riesgo de ocurrencia de accidentes en cuanto a la integridad de la información debido al trabajo directo en el Excel.

Reiteradamente, a la Unidad Científico Técnica de Producción, se le solicita realizar un estudio de la situación petrofísica de un área, yacimiento o polígono determinado, para ello es necesario buscar las muestras de núcleos pertenecientes a dicha área y a partir de la información almacenada de las mismas hacer gráficas que representen dependencias entre algunas de sus propiedades como la porosidad, la saturación de fluidos y la permeabilidad, que son las más utilizadas en estos casos. Este trabajo suele demorar varios días y hasta semanas debido a que los datos deben ser introducidos en el Excel para lograr las gráficas correspondientes al informe solicitado, y en ocasiones suele ser considerable el volumen de información a procesar. Esta demora provoca que el servicio prestado por el CEINPET no sea

tan rápido como se desea y la atención a sus clientes, que suelen ser tanto nacionales como extranjeros, demore a veces varias semanas y en muchos de los casos las empresas extranjeras que invierten en Cuba prefieren enviar las muestras a otros países para que sean llevados a cabo los estudios correspondientes.

### **1.4. Análisis de otras soluciones existentes.**

Durante la búsqueda y el análisis de aplicaciones realizadas por compañías dedicadas a la producción de software para la industria petrolera, es posible notar como estos productos son desarrollados principalmente por empresas del primer mundo que radican, por consiguiente, en los países más desarrollados. Estas, tienen sucursales y sedes en un gran número de regiones de todo el planeta, y es así como esta tecnología llega a ser utilizada por los países tercermundistas.

De esta manera la Schlumberger, con sede central en Francia; la NuTech Energy Alliance, sita en Texas, Estados Unidos; la Geomodeling, de Canadá; y la Logicom E&P, del Reino Unido; entre muchas otras, se mantienen a la avanzada en la producción de software, los cuales comercializan con las empresas petroleras de otras partes del mundo. Estos productos suelen ser realmente útiles para una utilización óptima de los recursos en función de un mayor aprovechamiento de los yacimientos de hidrocarburos. La mayoría de las empresas que se dedican a la exploración y producción de petróleo en Latinoamérica son dependientes de los adelantos de las tecnologías e informatización que en su mayoría son liderados y protagonizados por las potencias económicas del orbe y sus compañías de primera línea.

Como producto de la consulta y estudio de materiales bibliográficos, han sido identificados algunos productos de software cuyas funcionalidades están basadas en la gestión de la información de muestras de núcleos, tales como los casos se tratarán más detalladamente en las siguientes secciones de este epígrafe.

#### **1.4.1. Carbonate Advisor.**

El sistema Carbonate Advisor, de la compañía francesa Schlumberger, líder mundial en servicios petroleros, ofrece un marco de trabajo sistemático y analítico para entregar oportunamente una evaluación petrofísica y completa de rocas de carbonato. El sistema integra la información de la resonancia magnética y los datos de una espectroscopia elemental, así como otras entradas y datos del núcleo, para producir una evaluación única y completa de los yacimientos de carbonatos.

Este sistema se basa en el conocimiento de que el 60% de las reservas convencionales mundiales de petróleo están contenidas en yacimientos de carbonatos. Carbonate Advisor brinda la posibilidad de un análisis sistemático y robusto de la petrofísica y productividad de la matriz de rocas de carbonatos, el cual no estaba disponible con anterioridad.

“El servicio de Carbonate Advisor puede ser aplicado fácilmente y con igual efectividad, si se usa con datos recién adquiridos o para acoplarse con datos adquiridos previamente. Maximiza el valor de todas las mediciones de entrada tomadas antes, usándolas para resolver problemas complejos.”(17)

### 1.4.2. La tecnología SBED, SBEDStudio y VisualVoxAt.

SBED, SBED Studio y VisualVoxAt, son productos software desarrollados por la compañía canadiense Geomodeling.

Estos productos permiten la construcción de modelos de yacimientos mediante el análisis de la información del núcleo, de registros de pozo y de datos sísmicos. Estas aplicaciones permiten determinar la calidad del yacimiento a escalas más allá de las tecnologías convencionales. Propone soluciones guiadas mediante flujos de trabajo que ayudan a geólogos, geofísicos e ingenieros de petróleo, a definir los mejores objetivos del yacimiento y alcanzar su rendimiento máximo. A su vez, esto permite: disminuir el tiempo para la exploración y la perforación; disminuir los costos mediante la reducción del tiempo de los geofísicos y geólogos en la etapa de definición y mapas de caminos más claros para el personal de tierra y perforación; mejorar la recuperación del petróleo; y aumenta las ganancias para las compañías de Exploración y Producción pues es posible definir y extraer más claramente sus registros de pozo.

“**La tecnología SBED** genera modelos geológicos en una resolución de centímetro a escala-metro y permite un cálculo más exacto de las reservas del hidrocarburo.

**SBEDStudio** genera los modelos realistas de los ambientes geológicos para la evaluación del comportamiento del yacimiento y el manejo del riesgo en el mismo.

**VisualVoxAt** es un software basado en Windows para la generación de atributos sísmicos, la visualización, la calibración, la clasificación y la interpretación.

Los tres productos han contribuido a la autorización del proyecto, al planeamiento del pozo y a las estrategias mejoradas del drenaje en compañías importantes del petróleo.”(18)

### 1.4.3. Q-SCAL.

Q-SCAL es posiblemente la aplicación informática más cercana a la solución del problema científico de la presente investigación. Este es un software desarrollado por la compañía del Reino Unido Logicom E&P, del que aparecen muy escasas referencias en Internet solo un par de líneas en el sitio oficial de esta compañía enunciando las principales funciones del mismo. Esta es una industria muy competitiva y son publicadas muy pocas referencias de los productos de las empresas que se dedican a implementar estos servicios. De todas maneras es conocido que Q-SCAL es “un nuevo producto para cargar, almacenar y analizar todo tipo de información, tanto especial como convencional, referente a los núcleos.”(19)

### 1.5. Conclusiones.

En este capítulo se definieron aspectos fundamentales para entender el entorno en el que se encuentra enmarcada la presente investigación. Fueron enunciadas los principales conceptos asociados al proceso de gestión de la información de las muestras de núcleos así como sus características, para ello fue descrito el objeto de estudio de este trabajo de diploma, tanto de manera general como enmarcado en el ámbito del CEINPET. Fueron expuestas las limitaciones que presenta el mismo y que pueden estar estrechamente relacionadas con la pérdida de posibles clientes, pues las empresas extranjeras que invierten en nuestro país prefieren que soliciten los servicios de compañías fuera de Cuba donde este proceso se lleva a cabo con tecnologías más avanzadas. Con el análisis de otras aplicaciones ya existentes que llevan a cabo funcionalidades basadas en el estudio de los núcleos, se ha podido identificar a los países desarrollados como los desarrolladores principales de aplicaciones de este tipo.

## Capítulo 2. Tendencias y tecnologías actuales a desarrollar.

### 2.1. Introducción.

Existe actualmente en el mundo una gran variedad tecnológica que brinda excelentes posibilidades para que grandes y pequeñas empresas puedan dar soluciones efectivas a sus necesidades. En este capítulo se hace un análisis de las tendencias y tecnologías actuales a considerar para ser usadas en el desarrollo del software que dará solución al problema científico de la presente investigación. Con el fin de adoptar las mejores opciones para cumplir el objetivo general de este trabajo de diploma son analizadas las metodologías de desarrollo de software más representativas, los gestores de base de datos más usados en el mundo, algunos lenguajes de programación y otros aspectos referentes a la tecnologías actuales que son de gran importancia en esta toma de decisiones. Luego del análisis de estos elementos, se hace indispensable establecer cuáles de estos serán empleados: se hace una exposición y fundamentación de la tecnología escogida para modelar, implementar y garantizar el correcto funcionamiento de un software que gestione la información de muestras de núcleos en el CEINPET.

### 2.2. Metodologías de Desarrollo de Software.

Para desarrollar un software debe entenderse la necesidad de que la forma de trabajo sea organizada. Debe contarse con un proceso que ordene e integre las múltiples etapas del desarrollo. Es necesaria una guía para organizar las actividades del equipo de trabajo, así como una estrategia para ordenar las tareas que debe acometer el mismo y establecer los artefactos que deben ser producidos para lograr los objetivos propuestos. Por todo esto es necesario definir una metodología de desarrollo de software, que no es más que un conjunto de procedimientos y pasos que deben ser seguidos para desarrollar un software. Entre las más utilizadas podemos encontrar a la Programación Extrema (XP), Scrum y el Proceso Unificado de Software (RUP).

#### 2.2.1. Programación Extrema (Extreme Programming, XP).

La Programación Extrema, conocida también como XP, está considerada entre las más exitosas dentro de las metodologías ágiles de desarrollo de software. Está centrada en potenciar las relaciones interpersonales como clave para el éxito en el desarrollo de software, promoviendo el trabajo en equipo, preocupándose por el aprendizaje de los desarrolladores y propiciando un buen clima de trabajo.

XP se basa en la realimentación continua entre el cliente y el equipo de desarrollo, comunicación fluida entre todos los participantes, simplicidad en las soluciones implementadas y coraje para enfrentar los cambios. XP se define especialmente para proyectos con requisitos imprecisos y muy cambiantes, y donde existe un alto riesgo técnico. Sus principales características son: está centrada en resolver el problema lo más rápido posible; cada miembro del equipo debe estar listo para enfrentar cualquier cambio durante el proyecto; presenta pocos artefactos y pocos roles; el cliente es parte del equipo; y carece de políticas y normas. La filosofía de esta metodología es: “Hago algo y lo pruebo. Termino todo y después integro”.

La Programación Extrema utiliza como base para el desarrollo del sistema, los casos de usos, que le permiten a los desarrolladores tener un panorama de cada escenario del sistema a desarrollar y a la vez posibilitan evaluar cada pieza de software y medir su trazabilidad. Esta metodología cuenta con un representante del cliente a tiempo completo para disminuir los riesgos existentes y tener respuesta a cualquier duda surgida por el equipo de trabajo. El objetivo principal de XP es el funcionamiento del sistema para después encargarse del algoritmo en busca de ahorrar tiempo en el análisis y concentrar todo el esfuerzo en lograr cumplir los objetivos propuestos por el cliente y el funcionamiento del sistema a desarrollar.

### **2.2.2. Scrum.**

Scrum es una metodología ágil que propone que el desarrollo del software se realice de forma iterativa e incremental. Cada ciclo o iteración termina con una pieza de software ejecutable que incorpora una nueva funcionalidad. Las iteraciones en general tienen una duración entre 2 a 4 semanas. Scrum se centraliza en el trabajo, según el valor que tenga el negocio, maximizando la utilidad de lo que se construye. Esta metodología está adaptada a los cambios en los requerimientos y las prioridades se revisan y se ajustan durante el proyecto en intervalos muy cortos y regulares. Como todas las metodologías se busca entregar un software con las necesidades que el usuario necesite.

Scrum es más bien una metodología de gestión del trabajo, basado en un modelo espiral que consiste en iteraciones que cumplen con los objetivos definidos y preparando los elementos que serán utilizados en los siguientes pasos. Este modelo es aplicable cuando se cumple las siguientes características:

- ✓ No se conoce el dominio de aplicación del problema.

- ✓ Desarrolladores y usuarios tienen poca experiencia en el tema.
- ✓ Hay falta de precisión sobre los problemas a resolver.
- ✓ Los requisitos son inestables.

Esta metodología tiene algunas desventajas, como el hecho de que genera muy poca documentación en comparación con otras metodologías, no es apto para todos los proyectos y en muchas ocasiones es necesario completarlo con otros procesos de XP.

### 2.2.3. Proceso Unificado de Desarrollo de Software (RUP).

El Proceso Unificado de Desarrollo de Software (Rational Unified Process) conocido como RUP (siglas en inglés), es una metodología de software que permite el desarrollo de aplicaciones a gran escala, mediante un proceso continuo de pruebas y retroalimentación, garantizando el cumplimiento de ciertos estándares de calidad. Aunque con el inconveniente de generar mayor complejidad en los controles de administración del mismo. Sin embargo, los beneficios obtenidos recompensan el esfuerzo invertido en este aspecto.

El proceso de desarrollo constituye un marco metodológico que define en términos de metas estratégicas, objetivos, actividades y artefactos (documentación) requeridos en cada fase de desarrollo. Esto permite enfocar el esfuerzo de los recursos humanos en términos de habilidades, competencias y capacidades a asumir roles específicos con responsabilidades bien definidas.

El RUP es una de las metodologías robustas o pesadas, que presenta entre sus características ser un proceso de desarrollo orientado a objetos, utiliza el Lenguaje Unificado de Modelado (UML) como lenguaje de representación visual. Este proceso unificado define “Quién”, “Cómo”, “Cuándo” y “Qué” debe hacerse en el proyecto. Tiene tres características fundamentales: es iterativo e incremental, centrado en la arquitectura y dirigido por casos de usos.

**Dirigido por casos de uso:** “Los casos de uso representan los requisitos de software capturados durante el flujo de trabajo de requisitos, la planificación del proyecto se hace en términos de casos de uso, los desarrolladores crean realizaciones de casos de uso en términos de clases y subsistemas, los componentes se incorporan en los incrementos y cada uno realiza un conjunto de casos de uso, y por último se verifica que el sistema implementa los casos de uso correctos para el usuario. En otras palabras

los casos de uso guían la arquitectura del sistema, enlazan todas las actividades del desarrollo y dirigen el proceso de desarrollo”. (20)

**Centrado en la arquitectura:** “La arquitectura representa la forma del futuro sistema en términos de vistas arquitectónicas, sobre la cual equipo de desarrollo y usuarios deben estar de acuerdo, ya que estas describen los elementos del modelo más importantes para su desarrollo, la arquitectura va madurando en las interacciones comenzando con los casos de uso relevantes desde el punto de vista arquitectónico”. (20)

**Iterativo e incremental:** “El Proceso Unificado propone que cada fase se desarrolle en iteraciones, ya que el incremento en la complejidad de los sistemas actuales hace que sea factible dividir el trabajo en partes más pequeñas o mini-proyectos. Cada mini-proyecto es una iteración que resulta en un incremento. Una iteración involucra actividades de todos los flujos de trabajo, aunque desarrolla fundamentalmente algunos más que otros”. (20)

El período de vida del software esta particionado en ciclos, cada ciclo consta de cuatro fases: concepción o inicio, elaboración, construcción y transición y cada vez que termina un ciclo se produce una versión del sistema.

Es ideal para proyectos cuyos requisitos no son variables y para grandes equipos de desarrollo. Sin embargo puede adaptarse a diferentes condiciones. En RUP se han agrupado las actividades en grupos lógicos definiéndose 9 flujos de trabajo, los 6 primeros son flujos de ingeniería y los tres últimos de apoyo.

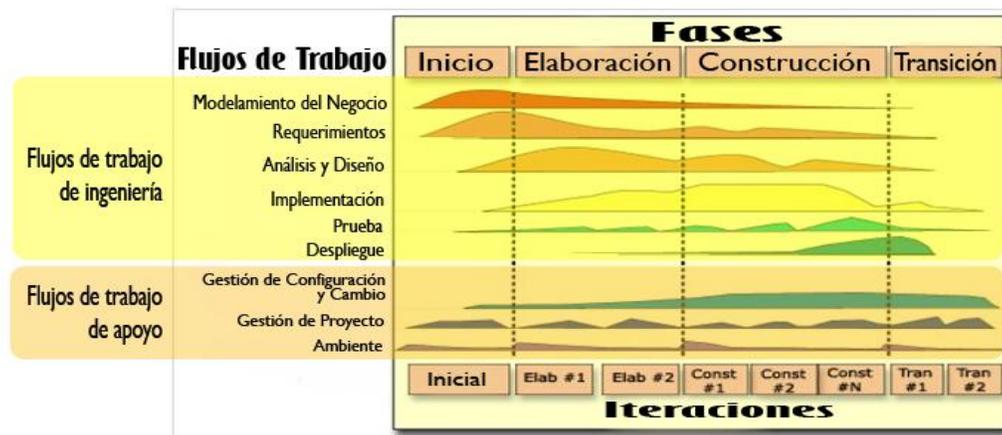


Figura 4. RUP: Fases, flujos de trabajo e iteraciones.

Cada flujo de trabajo cumple con algunas actividades específicas. En el funcionan trabajadores específicos y producen y consumen artefactos también definidos.

Cada fase representa un estado del proyecto, y produce un hito que sirve de entrada a la próxima fase. Todos los flujos se aplican en todas las fases, si bien algunos tienen más carga de trabajo que otros en algunas fases específicas.

**2.2.4. Comparación entre las metodologías de desarrollo de software: RUP, XP y Scrum.**

Teniendo en cuenta las características de cada una de estas metodologías de desarrollo de software, y en aras de tomar la decisión correcta con respecto a cuál es la más apropiada para dar cumplimiento al objetivo general de esta investigación, se ha decidido establecer una breve comparación entre las metodologías tomadas en cuenta durante la presente pesquisa.

	Scrum	XP	RUP
Documentación generada	Escasa (insuficiente en ocasiones).	Suficiente.	Abundante.
Adaptabilidad ante requerimientos variables.	Especialmente preparados para cambios durante el proyecto.	Especialmente preparados para cambios durante el proyecto.	Cierta resistencia a los cambios.
Interacción cliente-equipo de desarrollo.	Constante: el cliente es parte del equipo de desarrollo.	Constante: el cliente es parte del equipo de desarrollo.	No tiene que ser constante, se realiza mediante reuniones.
Equipo de desarrollo.	Pequeño y trabajando en el mismo sitio.	Pequeño y trabajando en el mismo sitio.	Numeroso y puede estar distribuido.
Capacidad de reutilización.	Baja.	Baja.	Alta.

Capacidad de integración.	Baja.	Baja.	Alta.
---------------------------	-------	-------	-------

Tabla 2. Comparación entre Scrum, XP y RUP.

**2.2.5. El Proceso Unificado de Desarrollo de Software (RUP) como base en el desarrollo de la solución propuesta.**

Luego de estudiar a profundidad las características de cada una de las anteriores metodologías se ha decidido escoger a RUP como la apropiada para ser utilizada como base en el desarrollo de un software que gestione la información de las muestras de núcleo en el CEINPET. Esta decisión ha sido tomada basada en una serie de aspectos que serán enunciados a continuación.

Partiendo del conocimiento de que el objetivo del software a desarrollar es informatizar un proceso que ya se realiza en nuestro país desde hace varias décadas, es posible notar que los requerimientos del mismo no son variables. Por tanto, la utilización de las metodologías ágiles tenidas en cuenta anteriormente (XP y Scrum) serían subutilizadas teniendo en cuenta que una de sus principales ventajas radica justamente en que son apropiadas para proyectos cuyos requerimientos varían con frecuencia, no ocurriendo así, sin embargo, con la metodología RUP que es ideal para desarrollar aplicaciones con requisitos constantes. Debido a esta característica de RUP es posible, como se requiere en el actual proyecto, que las decisiones sean tomadas desde el principio y seguir al pie de la letra una planificación que desembocará en un producto con las funcionalidades deseadas.

Lo anteriormente planteado nos conduce a otra de las razones para escoger esta metodología y no otra: al contar con una planificación de tareas y artefactos que deben ser generados en un orden, no es necesario que el cliente forme parte del equipo de desarrollo y basta con encuentros planificados entre ambas partes para esclarecer todos los aspectos necesarios durante el desarrollo del software y validar cada vez que sea necesario el trabajo de los desarrolladores. Debido a que estos últimos son aún estudiantes, sería engorroso que tuvieran que permanecer grandes espacios de tiempo en el CEINPET. RUP brinda la posibilidad de obtener excelentes resultados sólo mediante la interacción entre ambas partes a través de reuniones, no siendo así para XP y Scrum que requiere que el cliente se encuentre dentro del equipo de desarrollo.

No sería incorrecto adoptar la posición de que por ser pequeño el equipo de desarrollo encargado de dar solución al problema científico de la presente investigación, sería apropiado utilizar alguna de las tecnologías ágiles mencionadas previamente; pero si se tiene en cuenta la posibilidad de una posterior integración con otras aplicaciones que actualmente se llevan a cabo para facilitar el trabajo en el CEINPET, RUP sería la metodología que más se ajusta para solucionar esta situación debido a la abundante documentación que propone. Esta característica es útil además para aprovechar los elementos reutilizables en otras aplicaciones que lo requieran.

Basado en todo lo planteado y en los excelentes resultados ya obtenidos por la Universidad de Ciencias Informáticas con el uso de esta metodología se ha decidido tomar al Proceso Unificado de Desarrollo de Software (RUP) como la más apropiada para lograr el objetivo general de este trabajo de diploma. En aras de hacer más representativa esta decisión, es necesario enunciar y explicar seis principios claves que identifican a la metodología seleccionada. Estos son:

**Adaptación del proceso:** Este principio está relacionado al proceso de desarrollo del software y permite que el proceso se adapte a las características propias de la Institución. Se basa fundamentalmente en que la metodología RUP puede adaptarse tanto a proyectos grandes como a proyectos pequeños, tiene en cuenta también el alcance del proyecto.

**Balancear prioridades:** Este principio va dirigido a los requerimientos, donde el usuario a veces pide cosas diferentes y cambia de parecer con frecuencia, con este principio el Proceso Unificado de Software trata de encontrar el balance que satisfaga los deseos tanto de los usuarios como los implementadores del sistema para lograr un sistema con la calidad requerida.

**Colaboración entre equipos:** Con este principio el RUP busca una unión entre el equipo de trabajo, donde se establezca una comunicación fluida entre los desarrolladores del sistema.

**Demostrar valor iterativamente:** Con este principio se logra que cada fase se desarrolle iteraciones, donde en cada iteración se analiza las opiniones de los inversores, la estabilidad, riesgos involucrados y calidad del proyecto.

**Elevar el nivel de abstracción:** Este principio es fundamental, pues trata de motivar a los desarrolladores a la reutilización de patrones para que sean utilizadas en la arquitectura del sistema.

Enfocarse en la calidad: Este principio va dirigido al control de calidad del producto, que se realiza en cada aspecto de la producción, para lograr así que el producto desarrollado tenga la calidad necesaria.

### 2.3. El Lenguaje Unificado de Modelado (UML) como soporte de la modelación de la solución propuesta.

El Lenguaje Unificado de Modelado (Unified Modeling Language), conocido como UML por sus siglas en inglés, es un lenguaje que permite modelar, construir y documentar los elementos que forman un sistema de software orientado a objetos. Este contiene diagramas que permiten la modelación de los diferentes componentes del sistema. Es utilizado en varias metodologías aunque presenta una estrecha relación con la que será utilizada en este trabajo de diploma: el Proceso Unificado de Desarrollo de Software (RUP), ya que este hace uso de todos los diagramas propuestos por este lenguaje.

Con el surgimiento del UML llegaron a su fin las llamadas “guerras de métodos” de los 90, en las que los principales métodos sacaban nuevas versiones que incorporaban las técnicas de los demás y surgió precisamente por la necesidad de crear un estándar único que debía ser, ante todo, universal. Con UML se fusiona la notación de estas técnicas para formar una herramienta compartida entre todos los ingenieros software que trabajan en el desarrollo orientado a objetos, de igual forma, los clientes, desarrolladores y otras personas involucradas o interesadas, pueden comprender el funcionamiento y la estructura de un sistema determinado.

UML agrupa los diagramas en tres tipos diferentes los de diagramas.



Figura 5. Diagramas UML.

Algunas de las características que presenta este lenguaje son:

- ✓ Incluye “estereotipos” como mecanismo de extensibilidad.
- ✓ Aporta un lenguaje para expresar restricciones mediante fórmulas bien formadas como OCL (Object Constraint Language).
- ✓ Puede describir cualquier tipo de sistemas en términos de diagramas orientado a objetos.

Es ideal para el modelado de sistemas orientados a objetos ya que incluye la representación de la abstracción, herencia, polimorfismo, encapsulamiento o encapsulación, envío de mensajes, asociaciones y agregación. Permite además detectar con mayor facilidad las dependencias y dificultades implícitas del sistema, con él se pueden modelar tanto sistemas de software y de hardware como organizaciones del mundo real.

### **2.4. Herramientas CASE (Computer-Aided Software Engineering)**

Las herramientas CASE son un conjunto de programas y ayudas que brindan asistencia técnica a analistas, ingenieros de software y desarrolladores para el análisis de requisitos, modelado visual y documentación durante parte o todo el ciclo de vida de un proyecto de software. La selección de esta herramienta está estrechamente relacionada con la metodología de desarrollo de software y el lenguaje de modelado a utilizar.

#### **2.4.1. Rational Rose Enterprise Edition.**

Rational Rose Enterprise Edition es una herramientas CASE y está considerada como una de las más poderosas para el moldeamiento visual y también una de las más usadas y populares en el campo de la informática. Permite crear y refinar, logrando así un modelo completo que representa el dominio del problema y el sistema de software. Permite especificar, analizar y diseñar el sistema antes de codificarlo.

Brinda la posibilidad de generar código en distintos lenguajes de programación a partir de un diseño en UML y proporciona mecanismos para realizar la denominada ingeniería inversa, o sea, la realización de los diagramas una vez conocido el código. Soporta de forma completa la especificación del UML. Es realmente una de las herramientas más técnicas y de fácil uso pues viene acompañada de un sistema de ayuda bastante amigable, al igual que los estereotipos y diagramas que a partir de él se generan.

Presenta dos aspectos que limitan su uso y estos son, en primer lugar, que no es soportada en el Sistema Operativo GNU/Linux, y en segundo, que es una herramienta propietaria, lo que significa que es necesario pagar por su licencia poder utilizarla.

### 2.4.2. Visual Paradigm for UML Enterprise Edition.

“El paradigma visual para el lenguaje unificado de modelado UML es una potente plataforma, la cual está diseñada para una amplia gama de usuarios, incluidos los analistas de sistemas, ingenieros de software, etc. Esta herramienta facilita la interoperabilidad con otras herramientas de modelado de UML además de permitir la transición de análisis para el diseño.” (21)

El Visual Paradigm for UML Enterprise Edition es una herramienta CASE poderosa y fácil de usar. Permite representar todo tipo de diagramas UML para las distintas fases como la captura de requisitos, análisis, diseño e implementación. Presenta, al igual que otras herramientas de modelado visual, una serie de ventajas tales como la generación del código fuente en java, C#, C entre otros a partir de diagramas de clases y además aplicar ingeniería inversa en los lenguajes Java, C++, CORBA IDL, PHP, XML, Ada y Python.

Unas de las características que presenta es:

- ✓ Navegación intuitiva entre el modelo visual y el código.
- ✓ Modela todos los diagramas de UML.
- ✓ Validación de modelos en tiempo real.
- ✓ Presenta recursos centrado en la interfaz para mejorar la usabilidad
- ✓ Diagrama de diseño automático.
- ✓ Permite exportar diagramas como imagen en el formato JPG, PNG y SVG.
- ✓ Presenta sub-diagramas de apoyo para todos los modelos UML.
- ✓ Diseño centrado en caso de uso y enfocado al negocio que le permite generar un software con mayor calidad.
- ✓ Importa Racional Rose Project.

Una de las ventajas distintivas que presenta esta herramienta CASE es que apoya la sincronización del código java, lo que le permita la generación de código en este lenguaje de programación a partir de modelos y viceversa. Esta herramienta CASE es una de las que soporta el análisis textual, una técnica

que se utiliza para la captura de requisitos. Una característica fundamental que presenta esta herramienta es la disponibilidad de múltiples plataformas: es soportada tanto en el Sistema Operativo Windows como en el GNU/Linux. Importante es señalar que existen algunas de sus versiones que son gratuitas.

**2.4.3. Comparación entre Visual Paradigm for UML Enterprise Edition y Rational Rose Enterprise Edition.**

Durante el análisis de las características de estas dos herramientas CASE tenidas en cuenta para modelar la solución propuesta, ha sido posible notar que ambas son bastante poderosas y usadas por los desarrolladores de software de todo el orbe. Ambas poseen una fortaleza técnica indiscutible y sus características son altamente reconocidas en todo el mundo. Establecer una breve comparación entre ambas resultaría ilustrativo para tomar una correcta decisión de cuál es la apropiada para utilizar en este trabajo de diploma.

	Visual Paradigm for UML Enterprise Edition.	Rational Rose Enterprise Edition.
UML.	Modela todos sus diagramas.	Modela todos sus diagramas.
Ingeniería inversa.	Si.	Si.
Sistemas Operativos que lo soportan.	GNU/Linux y Windows.	Windows.
Licencia.	Tiene algunas versiones gratuitas.	Es una herramienta propietaria.

*Tabla 3. Comparación entre Visual Paradigm y Rational Rose.*

**2.4.4. Visual Paradigm for UML Enterprise Edition como herramienta para el modelado de la solución propuesta.**

Visual Paradigm for UML Enterprise Edition es sin dudas la elección más apropiada para modelar la solución propuesta. Para tomar esta decisión se han tenido en cuenta un conjunto de factores de irrefutable relevancia para el presente equipo de desarrollo. Esta es una herramienta que permite el

modelado orientado a objetos, y está, a la vez, orientada al Lenguaje Unificado de Modelado (UML) que fue el escogido en este trabajo de diploma como soporte para la modelación.

El Rational Rose Enterprise Edition es una herramienta muy usada pero es software propietario y no es multiplataforma, al contrario del Visual Paradigm que es una herramienta multiplataforma y algunas de sus versiones son gratuitas.

### **2.5. Lenguajes de Programación.**

“Un lenguaje de programación puede ser utilizado para controlar el comportamiento de una máquina, particularmente una computadora. Consiste en un conjunto de reglas sintácticas y semánticas que definen una estructura y el significado de sus elementos”. (22)

Existen muchos lenguajes de programación, sin embargo para este trabajo de diploma fueron tomados en consideración solo tres de ellos: java, C y C++.

#### **2.5.1. Lenguaje de Programación C.**

C es un lenguaje de programación de alto nivel que es considerado sencillo y de código claro. Una de las características que presenta es que está estructurado en tres partes fundamentales: una librería estándar, un programa compilador y un procesador. C es generalmente utilizado para implementar sistemas operativos, compiladores, editores, intérpretes, entre otros. Una de las ventajas que presenta es su velocidad de ejecución, flexibilidad y potencia. Se caracteriza además por:

- ✓ Presentar una colección de cabeceras estándar que proporciona acceso uniforme a las declaraciones de funciones y tipos de datos.
- ✓ Incluir, entre sus funciones, el acceso al sistema operativo (por ejemplo, lectura / escritura de archivos); entrada y salida con formato; asignación dinámica de memoria; y manejo de cadenas de caracteres.

#### **2.5.2. Lenguaje de Programación C++.**

“El lenguaje de programación C++ es un lenguaje versátil y potente. Entre los programadores a llegado a ocupar el primer puesto como herramienta en el desarrollo de aplicaciones. El C++ es un lenguaje procedural (orientado a logaritmos) y orientado a objetos. Una de las ventajas que presenta es que los programas que genera son considerados entre los más compactos y rápidos”. (23)

Una de las cosas que permite este lenguaje es la creación de punteros a objetos, esto da la posibilidad de que aquellos programas que sean creados con este lenguaje se ejecuten más rápido, además de presentar mayor eficiencia en el consumo de recursos. Permite el control de memoria y una capacidad de programación de alto nivel.

Algunas de las principales ventajas que posee este lenguaje son:

**Versatilidad:** es un lenguaje de propósito general, por lo que se puede emplear para resolver cualquier problema.

**Portabilidad:** está estandarizado y un mismo código fuente se puede compilar en diversas plataformas.

**Eficiencia:** es uno de los lenguajes más rápidos en cuanto a ejecución.

### 2.5.3. Lenguaje de Programación Java.

Java es un lenguaje de programación orientado a objetos que debido a su plataforma J2EE se ha hecho muy popular en Internet. Una de las principales características que presenta este lenguaje es su capacidad de que el código funcione sobre cualquier plataforma de software y hardware, permite resolver problemas de alta complejidad y soportar las características de encapsulación, herencia, polimorfismo y enlace dinámico.

Una de sus principales características es que es distribuido, pues proporciona una colección de clases para su uso en aplicaciones de red, que permiten establecer y aceptar conexiones con servidores o clientes remotos.

Otras características de Java son:

**Robustez:** Proporciona numerosas comprobaciones en compilación y en tiempo de ejecución. Sus características de memoria liberan a los programadores de una familia entera de errores (la aritmética de punteros) eliminando la necesidad de liberación explícita de memoria.

**Indiferencia en la arquitectura:** soporta aplicaciones que serán ejecutadas en los más variados entornos de red, desde Unix a Windows Nt, pasando por Mac y estaciones de trabajo, sobre arquitecturas distintas y con sistemas operativos diversos.

**Alto rendimiento:** Java soporta sincronización de múltiples hilos de ejecución (multithreading) a nivel de lenguaje, especialmente útiles en la creación de aplicaciones de red distribuidas. “Este lenguaje de alto

rendimiento soporta la concurrencia a través de threads lo cual significa que se puede dividir una aplicación en varios flujos de control independientes, cada uno de los cuales lleva a cabo funciones de manera concurrente”. (24)

**Dinámica:** El lenguaje java y sus sistema de ejecución en tiempo real son dinámicos en la fase de enlazado. Las clases solo se enlazan a medida que son necesitadas. Se pueden enlazar nuevos módulos de código bajo demanda procedente de fuentes muy variadas, incluso de la red.

**Seguridad:** no contempla la posibilidad de manipular la memoria mediante el uso de punteros ni la capacidad de transformación de números en direcciones de memoria, evitando así todo acceso ilegal a la memoria. El compilador de Java hace posible lo anterior mediante una verificación sistemática de conversiones.

### 2.5.4. Java como lenguaje de programación para la implementación de la solución propuesta.

Luego de analizar las características que presenta cada uno lenguajes de programación mencionados previamente, se hace necesario realizar una comparación entre ellos con el objetivo de seleccionar al más apropiado para implementar el software que será producto de esta investigación.

En cuanto a la facilidad del lenguaje para expresar los algoritmos, C++ presenta una sobrecarga de operadores que le brinda una expresividad notable cuando se implementan aplicaciones científicas-matemáticas, la sintaxis de clases y objetos permiten manipular convenientemente diversas estructuras de datos y operaciones, las excepciones permiten procesar de un modo claro (aunque a veces con más código) los casos de errores. La sintaxis de Java es muy similar a la del C++, aunque la eliminación de punteros le otorga a este lenguaje la característica de ser más seguro. Por su parte C es calificado como altamente expresivo y potencialmente muy económico dada su cantidad de palabras claves, es capaz de soportar estructuras de programación complejas.

La gran cantidad de aspectos que son dejados a criterio del implementador en los lenguajes C++ y C, como el tamaño de los tipos de datos, entre otros, constituyen en ocasiones un inconveniente. Sin embargo con Java, quedan a un lado las ambigüedades y dependencias del implementador del lenguaje y de sus clases auxiliares, lo que lo convierte en uno de los lenguajes populares mejor definido.

“Los tres lenguajes analizados permiten desarrollar funciones, clases, y paquetes de modo independiente cada cual con sus convenciones particulares. En C++ los conceptos de clases y “espacios de nombres”

(namespace) proporcionan dos niveles adicionales de empaquetado, mientras que en Java los equivalentes corresponden a las clases y los paquetes, mientras que C proporciona dos niveles: componentes visibles dentro del código fuente, y componentes visible globalmente (funciones y variables)". (25)

C++ y C presentan algunas desventajas en cuanto al acceso a la base de datos, ya que en ocasiones se pierde la portabilidad, por el contrario, en Java existe la estandarización de una interfaz orientada a objetos que permite el acceso de un modo portable a cualquier base de datos.

Además del aspecto anteriormente planteado, el lenguaje C y C++ presentan dificultades en cuanto a la portabilidad en los siguientes aspectos:

“Características dependientes de la implementación: Lo que permite realizar fuertes optimizaciones en distintas arquitecturas, resulta con frecuencia una pesadilla para la portabilidad. Muchos detalles importantes son dejados a criterio de quien escribe el compilador, tales como los tamaños de diversos tipos de datos, juegos de caracteres, comportamiento ante ciertos errores, etc.". (25)

“Acceso a las librerías del sistema operativo: Las interfaces y librerías principales no han seguido un proceso de estandarización tan riguroso como el lenguaje, lo que ha traído como consecuencia diversas soluciones incompatibles para los mismos problemas. Estrictamente este no es un problema del lenguaje, sino más bien de la plataforma utilizada (por ejemplo, las variantes de Unix.)". (25)

Java, por ser un lenguaje prácticamente sin características dependientes del implementador y con una extensa librería utilitaria cuya interfaz de programación está fuertemente estandarizada, puede desarrollar programas en casi todas las plataformas.

El lenguaje de programación Java presenta una desventaja con respecto al C y al C++, esta radica precisamente en la velocidad de ejecución. Java es más lento debido a que utiliza muchos de los componentes auxiliares como librerías, base de datos y dispositivos gráficos acelerados, entre otros; además, no se compila directamente en el lenguaje de máquina del CPU en uso, sino que utiliza un programa llamado Máquina Virtual de Java (JVM) que consume grandes recursos de memoria.

A pesar de esta desventaja, se ha escogido Java como lenguaje de programación a emplear para la implementación del software que dará solución al problema científico de la presente investigación basados principalmente por su seguridad y portabilidad.

## 2.6. Gestores de Base de Datos.

Un sistema gestor de base de datos es el conjunto de programas que administran y gestionan la información contenida en una base de datos. Ayuda a llevar a cabo la definición de los datos, así como el mantenimiento de su integridad, el control de su seguridad, su privacidad y su manipulación.

“Un sistema gestor de base de datos está compuesto del gestor de la base de datos, que se trata de un conjunto de programas no visibles al usuario final que se encarga de la privacidad, integridad, la seguridad de los datos y la interacción con el sistema operativo. Proporcionando una interfaz entre los datos, los programas que los manejan y los usuarios finales.”(26)

### 2.6.1. MYSQL.

Unos de los principales gestores de base de datos es el MYSQL, esta veloz base de datos se ha convertido en una de las más utilizadas a nivel mundial. Una de las principales ventajas que presenta es la flexibilidad y rapidez de su código. Tiene incorporado operaciones avanzadas como los procedimientos almacenados, vistas y disparadores (triggers). Trabaja con múltiples plataformas GNU/Linux, Mac OS X, Windows XP, Solaris, entre otros.

“MySQL es conocida como una tecnología de código abierto que resultan muy útiles para diseñar de forma rápida y eficaz aplicaciones Web dirigidas a bases de datos. MySQL es una base de datos rápida y fiable que se integra a la perfección con PHP y que resulta muy adecuada para aplicaciones dinámicas basadas en Internet”. (27)

Esta base de datos soporta varios lenguajes de programación como C, C++, java, Perl, PHP, Python, usa el lenguaje estandarizado SQL que le permite almacenar, actualizar y acceder a la información. Este gestor de base de datos es capaz de almacenar grandes cantidades de información además de disminuir las vulnerabilidades de seguridad y optimizar el rendimiento. MySQL presenta facilidad de uso y alta fiabilidad.

A pesar de que MySQL un SGBD libre muchas de las herramientas que existen para gestionar sus bases de datos son de pago, como por ejemplo SQLYog, SQL Studio for MySQL o SQL-Front. Se ofrece bajo la GNU GPL para cualquier uso compatible con esta licencia, pero para aquellas empresas que quieran incorporarlo en productos privativos deben comprar a la empresa una licencia específica que les permita este uso.

### 2.6.2. Oracle.

Es un gestor de base de datos relacional que puede ejecutarse en todas las plataformas, soporta tanto funciones como procedimientos almacenados con una integridad referencial declarativa bastante potente, permite el uso de particiones para la mejora de la eficiencia. Es una tecnología que se basa en cliente/servidor. Una de las ventajas que presenta esta base de datos es un entorno de programación mejorado que siguiendo un estándar y una normalización permite mantener la seguridad de los datos. Esta herramienta ha sido diseñada para controlar y gestionar grandes volúmenes de datos en un único repositorio. Es un servidor que puede crear varias instancias pero cada instancia consume muchos recursos. Oracle proporciona un paquete para encapsular procedimientos, funciones y variables relacionadas en unidades únicas. Una de las desventajas que presenta esta Base de Datos es que es propietaria y la licencia que presenta es muy cara.

### 2.6.3. PostgreSQL.

PostgreSQL es un sistema objeto-relacional pues incluye características de orientación a objetos como disparadores, reglas, restricciones, tipos de datos, herencia, funciones entre otros. Este presenta varias ventajas como son la extensibilidad de su código fuente y la disponibilidad para todos sin costo alguno. Es multiplataforma, está diseñado para ambientes de alto volumen, usa una estrategia de almacenamiento de filas para conseguir una mejor respuesta en ambientes de grandes volúmenes. Presenta varias herramientas gráficas de alta calidad para administrar base de datos (pgAdmin, pgExplorer) y para hacer diseño de bases de datos (Tora, Data Architect). Permite el paso entre dos estados consistentes manteniendo la integridad de los datos permitiendo la conectividad TCP/IP, JDBC y ODBC. Tiene una interfaz con diversos lenguajes como: C, C++, Java, Delphi, Python, Perl, PHP, Bash entre otros.

PgExplorer es una herramienta de desarrollo para Postgres con una amplia interfaz gráfica. Entre sus características se incluye una vista en árbol de las bases de datos y sus respectivos objetos. Se puede realizar ingeniería inversa a través de sentencias SQL o scripts personalizados. Hay una amplia gama de asistentes que guían a través del proceso necesario para generar comandos SQL para varios objetos y sentencias. También incluye un Diseñador de Consultas Gráfico.

PgAdmin3 es otra herramienta para la administración de la base de datos. Es una interfaz comprensible para el diseño y administración de una base de datos PostgreSQL, diseñada para ejecutarse en la

mayoría de los Sistemas Operativos. La aplicación corre bajo GNU/Linux, FreeBSD y Windows 2000/XP. La interfaz gráfica soporta todas las características de PostgreSQL y facilita la administración de la misma.

Una de las principales características de este gestor de base de datos es que soporta distintos tipos de datos, permite la declaración de funciones propias, así como la definición de disparadores, incluye herencia entre tablas entre otras. Soporta alta concurrencia es decir que varios usuarios pueden estar realizando transacciones al mismo tiempo. Este gestor de base de datos soporta direcciones IPv4 e IPv6, direcciones Mac, texto y números extendidos.

### **2.6.4. PostgreSQL como gestor de base de datos a utilizar en el desarrollo de la solución propuesta.**

Después de analizar las características que tienen el PostgreSQL, Oracle y el MySQL, se llegó a la conclusión de que el más idóneo a utilizar en este trabajo de diploma es el PostgreSQL. Este gestor de base de datos es capaz de ajustarse a la cantidad de memoria que posee el sistema de forma óptima, a diferencia del Oracle que requiere de un alto consumo memoria RAM. El PostgreSQL es capaz de soportar una mayor cantidad de peticiones simultáneas de manera correcta, implementa el uso de subconsultas y transacciones, lo que proporciona una mayor eficacia a su funcionamiento y ofrece soluciones en campos en los que el MySQL no podría. Tiene la capacidad de comprobar la integridad referencial, así como la de almacenar procedimientos en la propia base de datos, equiparándolo con los gestores de bases de datos de alto nivel.

Una de las desventajas que presenta el Oracle es que es un software propietario y su licencia es excesivamente cara. Mientras que el PostgreSQL está disponible sin costo alguno.

### **2.7. Net Beans IDE 6.5 como Entorno de Desarrollo Integrado (IDE) a utilizar en el desarrollo de la solución propuesta.**

Net Beans no es más que un Entorno de Desarrollo Integrado (IDE) basado en código abierto y en una plataforma de aplicación de escritorio genérica. Una de las características que presenta esta herramienta es que puede cargar módulos dinámicamente y además permite montar una aplicación de módulos, lo cual posibilita beneficiarse de trabajos realizados por otros. Cuenta también con las bibliotecas visuales API que se encargan de la visualización de datos y la creación de fichas de un texto de entrada. Net Beans IDE 6.5 es una versión que hace viable la creación de aplicaciones de escritorio y web mediante la

utilización de los lenguajes de programación java, C++, PHP, javaScript, entre otros. Esta herramienta es multiplataforma: es posible su uso en sistemas operativos como Windows, Solaris, Linux y Mac OS X.

Unas de las mejoras que brinda el Net Beans IDE 6.5 son:

- ✓ Presenta mejoras en JavaScript y CSS Editor.
- ✓ Crea servicios web de descanso de la base de datos o tablas de entidades APP.
- ✓ Presenta mejoras en el SQL Editor
- ✓ Mejora en la importación de proyectos.
- ✓ Presenta un nuevo asistente para agregar componentes personalizados a la paleta de diseño visual.
- ✓ Presenta un nuevo enlace de datos personalizados en los componentes de la paleta de diseño visual.
- ✓ Presenta un nuevo depurador de java de subprocessos múltiples, con la mejora de la interfaz de usuario y flujos de trabajo.
- ✓ Soporta entornos generales (frameworks) web (Hibernate, JPA, JSF).
- ✓ Presenta una compilación automática al guardar.

### 2.8. Conclusiones.

Durante el presente capítulo se han enunciado y caracterizado los principales componentes tecnológicos a tener en cuenta en el desarrollo de la solución propuesta en este trabajo de diploma. Se han comparado las distintas posibilidades y se ha escogido, entre otras, la metodología de desarrollo de software, el lenguaje de programación, el gestor de base de datos y el entorno de desarrollo integrado apropiados para conseguir de manera óptima el objetivo general de la presente investigación. Se ha asumido como principal premisa la de lograr la libertad tecnológica del producto, teniendo siempre en cuenta el soporte sobre diferentes sistemas operativos y el cumplimiento con los principios de la comunidad de software libre.

## Capítulo 3. Presentación de la solución propuesta.

### 3.1. Introducción.

En este capítulo serán abordados los principales aspectos de los flujos de trabajo Modelamiento del Negocio y Requerimientos, que son, entre los flujos de trabajo de ingeniería que propone RUP, los que tienen un mayor peso en la fase de Inicio. De cada uno de ellos quedarán expuestos los artefactos más significativos durante el desarrollo de la solución propuesta. Del Modelamiento del Negocio: Actores, Trabajadores y una breve descripción de ambos; Procesos de Negocio; Diagrama de casos de Uso del Negocio y su descripción textual. De Requerimientos: Requerimientos Funcionales y No Funcionales; Diagrama de Casos de Uso del Sistema y la descripción e interfaces gráficas para cada uno de ellos.

### 3.2. Modelo de Negocio.

El Modelamiento del Negocio posibilita obtener una visión de la organización que permite a la vez definir roles, procesos y responsabilidades mediante los modelos de Casos de Uso del Negocio y de Objetos. Permite describir los procesos de Negocio, identificando quienes participan y las actividades que requieren automatización.

#### 3.2.1. Actores y Trabajadores del Negocio.

Un Actor del Negocio es cualquier individuo, grupo, entidad, organización, máquina o sistema de información externos al Negocio con los que este interactúa. Este representa un rol y es el que se beneficia con el resultado de los Procesos del Negocio. Un Trabajador del Negocio, en cambio, representa a personas o sistemas (software) dentro del negocio que son las que realizan las actividades que están comprendidas dentro de un Caso de Uso y trabajan directamente con la información de las entidades. Durante la modelación del negocio, y como parte del desarrollo de la aplicación SIGNUC, fueron identificados dos actores y un trabajador, los cuales se enuncian y describen a continuación.

Actor	Descripción
Cliente	Es la persona o entidad que solicita los servicios de la Unidad Científico Técnica de Producción con el objetivo de conocer el comportamiento de uno o varios parámetros en un yacimiento, polígono o pozo determinado.

Proveedor	Es la persona o entidad que proporciona algún núcleo al CEINPET para que este sea estudiado.
-----------	--

*Tabla 4. Actores del Negocio y sus descripciones.*

Trabajador	Descripción
Ingeniero Petrofísico	Es el encargado de llevar a cabo todo el proceso de gestión de la información de las muestras de núcleos, es este el que inserta las muestras y los resultados de los análisis de laboratorio en el banco de muestras. Además realiza los estudios en los yacimientos, polígonos o pozos deseados por el cliente.

*Tabla 5. Trabajador del Negocio y su descripción.*

### 3.2.2. Procesos de Negocio.

“Un proceso de negocio es un conjunto de tareas relacionadas lógicamente, llevadas a cabo para lograr un resultado de negocio definido.”(27)

En el presente caso de estudio, existen dos Procesos de Negocio bien definidos. El primero de ellos comienza cuando es recibida una muestra en el CEINPET y concluye con el registro de toda la información deseada por el Ingeniero Petrofísico en el banco de muestras. Incluye, además, todos los análisis de laboratorio a los que son sometidas las muestras así como los cálculos requeridos para llegar a los valores de los parámetros petrofísicos deseados.

El segundo de los Procesos de Negocio comienza con la solicitud de algún cliente de conocer el estado petrofísico de un área determinada o el comportamiento de algún parámetro específico en dicha zona. Abarca todas las tareas que son llevadas a cabo para satisfacer la petición realizada. Es considerable la variedad de las solicitudes de los clientes a la Unidad Científico Técnica de Producción, entre las más frecuentes se encuentran el estudio estadístico de algún parámetro petrofísico en específico y la representación de dependencias entre dos de ellos. Este proceso llega a su final cuando se le es entregada al cliente la información que solicitó.

### 3.2.3. Diagrama de Casos de Uso del Negocio.

En el Diagrama de Casos de Uso del Negocio aparece cada Proceso del Negocio como un Caso de Uso. Se representa gráficamente las relaciones entre Casos de Uso del Negocio y Actores del Negocio. Este modelo permite a los desarrolladores describir cómo el negocio es utilizado por sus clientes y socios.

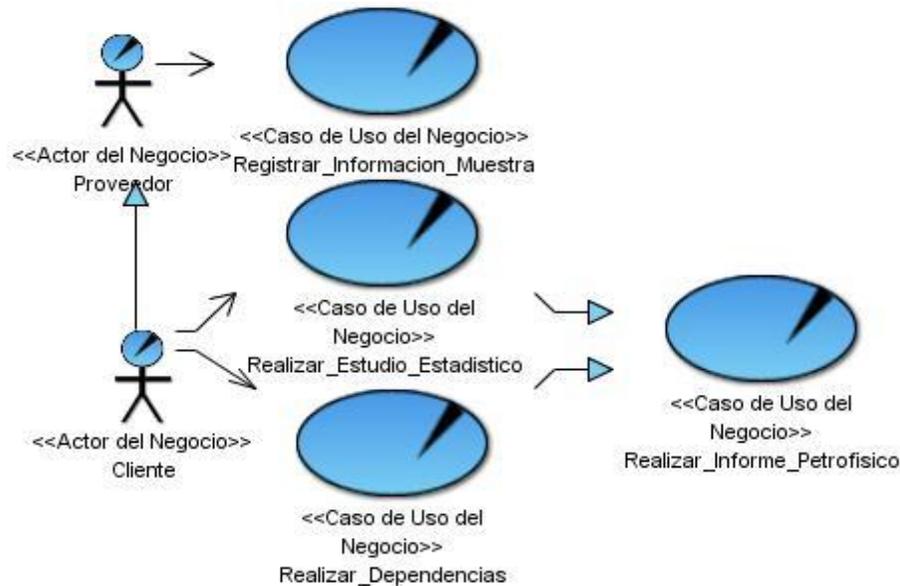


Figura 6. Diagrama de Casos de Uso del Negocio.

### 3.2.4. Descripción Textual de los Casos de Uso de Negocio.

#### 3.2.4.1. Descripción Textual del Caso de Uso del Negocio “Registrar\_Informacion\_Muestra”.

Caso de uso del negocio	Registrar_Informacion_Muestra
Actores.	Proveedor.
Trabajadores.	Ingeniero Petrofísico.
Resumen.	El caso de uso se inicia cuando el proveedor envía un núcleo al CEINPET, a este se le realiza una serie de pruebas y análisis de laboratorio para determinar sus propiedades. El caso de uso finaliza cuando el Ingeniero

	Petrofísico inserta todas las propiedades deseadas.
<b>Flujo Normal de Eventos</b>	
<b>Acción del actor</b>	<b>Respuesta del proceso de negocio</b>
1. El proveedor envía un núcleo al CEINPET.	2. Se divide el núcleo en n cantidades de partes.
	3. Se obtienen tantas muestras como sea necesario.
	4. A cada muestra se le realiza una descripción litológica y se da el nombre correspondiente a la roca.
	5. Se registran en el banco de muestras los datos iniciales tales como nombre del yacimiento, nombre del pozo, nombre de la muestra, parte a la que pertenece, entre otros.
	6. Se determina qué parámetros serán medidos en cada muestra.
	7. Las muestras son analizadas en el laboratorio para obtener el comportamiento de las propiedades de las rocas deseadas.
	8. Si entre los parámetros petrofísicos a medir existe alguno cuyo valor puede ser obtenido directamente de los análisis del laboratorio, entonces este valor es registrado en el banco de muestras.
	9. Si entre los parámetros petrofísicos a medir existe alguno cuyo valor no puede ser obtenido directamente de los análisis de laboratorio, se procede a realizar los cálculos necesarios a partir de otros datos que sí surgen como resultado de estos análisis.

	10. Se registran en el banco de muestras el valor de los parámetros petrofísicos calculados.
<b>Flujo Alternativo 1</b>	
<b>Acción del actor</b>	<b>Respuesta del proceso de negocio</b>
	8. Si entre los parámetros petrofísicos a medir no existe ninguno cuyo valor se obtiene directamente de los análisis del laboratorio, el caso de uso continúa en la ACCIÓN 9 del Flujo normal de los eventos.
<b>Flujo Alternativo 2</b>	
<b>Acción del actor</b>	<b>Respuesta del proceso de negocio</b>
	9. Si los valores de todos los parámetros petrofísicos medidos pueden ser obtenidos directamente de los análisis de laboratorio, el caso de uso llega a su fin.
<b>Poscondiciones:</b>	Queda actualizado el banco de Muestras.
<b>Entidades:</b>	Banco de Muestras

Tabla 6. Descripción textual del CUN “Registrar\_Informacion\_Muestra”.

**3.2.4.2. Descripción Textual del Caso de Uso del Negocio “Realizar\_Estudio\_Estadístico”.**

Caso de uso del negocio	Realizar_Estudio_Estadístico
Actores	Cliente
Trabajadores	Ingeniero Petrofísico
Resumen	El caso de uso se inicia cuando el cliente solicita realizar el estudio estadístico de algún parámetro específico en algún yacimiento, polígono o pozo determinado. El Ingeniero

	Petrofísico realiza un informe en el que incluye, además, una valoración cualitativa. Finaliza el caso de uso cuando se le entrega al cliente el Informe solicitado.
<b>Flujo Normal de Eventos</b>	
<b>Acción del actor</b>	<b>Respuesta del proceso de negocio</b>
1. Solicita la realización del estudio estadístico especificando tres aspectos: parámetro petrofísico a estudiar; área deseada (yacimiento, polígono o pozo) y rango de profundidad.	2. Verifica que en los bancos se encuentran registradas muestras pertenecientes el área deseada.
	3. Selecciona las muestras que se encuentran en el área deseada.
	4. Verifica que existan muestras que pertenezcan a núcleos cuyos topes y bases se encuentren dentro del rango de profundidad deseado.
	5. Selecciona muestras que pertenezcan a núcleos cuyos topes y bases se encuentren dentro del rango de profundidad deseado.
	6. Verifica que exista alguna ocurrencia del parámetro deseado en las muestras ya seleccionadas.
	7. Selecciona los valores de cada ocurrencia del parámetro deseado en las muestras ya seleccionadas.

	8. Realiza una tabla que refleje el valor máximo y mínimo, la moda, cantidad de ocurrencias y valor promedio del parámetro seleccionado.
	9. Representa gráficamente el comportamiento del parámetro estudiado.
	10. Redacta una valoración del resultado obtenido en este estudio estadístico y concluye así la confección del informe estadístico que incluye la tabla, los gráficos y la valoración.
11. Recibe el Informe del Análisis Estadístico.	
<b>Flujo Alternativo 1</b>	
<b>Acción del actor</b>	<b>Respuesta del proceso de negocio</b>
	3. No se encuentra ninguna muestra en el área deseada.
4. Recibe información de que no es posible realizar el estudio estadístico solicitado.	
<b>Flujo Alternativo 2</b>	
<b>Acción del actor</b>	<b>Respuesta del proceso de negocio</b>
	5. No se encuentra ninguna muestra dentro del rango de profundidad deseado.
6. Recibe información de que no es posible realizar el estudio estadístico solicitado.	

Flujo Alterno 3	
Acción del actor	Respuesta del proceso de negocio
	7. No se encuentra ninguna ocurrencia del parámetro deseado en ninguna de las muestras ya seleccionadas.
8 Recibe información de que no es posible realizar el estudio estadístico solicitado.	
<b>Poscondiciones:</b>	Queda consultado el banco de muestras y creado el Informe Estadístico.
<b>Entidades:</b>	Banco de Muestras, Informe Estadístico.

Tabla 7. Descripción Textual del CUN “Realizar\_Estudio\_Estadístico”.

3.2.4.3. Descripción Textual del Caso de Uso del Negocio “Realizar\_Dependencias”.

Caso de uso del negocio	Realizar_Dependencias
Actores	Cliente
Trabajadores	Ingeniero Petrofísico
Resumen	El caso de uso se inicia cuando el cliente solicita conocer la dependencia entre dos parámetros petrofísicos en algún yacimiento, polígono o pozo determinado. El Ingeniero Petrofísico realiza un informe en el que incluye, además, una valoración cualitativa. El caso de uso termina cuando se le es entregado al cliente el informe solicitado.
Flujo Normal de Eventos	
Acción del actor	Respuesta del proceso de negocio

<p>1. Solicita la realización de dependencias entre dos parámetros petrofísicos especificando tres aspectos: parámetros petrofísico de interés; área deseada (yacimiento, polígono o pozo) y rango de profundidad.</p>	<p>2. Verifica que se encuentran registradas en los bancos muestras pertenecientes el área deseada.</p>
	<p>3. Selecciona las muestras que se encuentran en el área deseada.</p>
	<p>4. Verifica que existan muestras que pertenezcan a núcleos cuyos topes y bases se encuentren dentro del rango de profundidad deseado.</p>
	<p>5. Selecciona muestras que pertenezcan a núcleos cuyos topes y bases se encuentren dentro del rango de profundidad deseado.</p>
	<p>6. Verifica que exista alguna ocurrencia simultánea de los dos parámetros deseados en alguna de las muestras ya seleccionadas.</p>
	<p>7. Selecciona los valores (en pares) de cada ocurrencia de los parámetros deseados en las muestras ya seleccionadas.</p>
	<p>8. Representa gráficamente la dependencia entre los parámetros deseados.</p>

	9. Redacta una valoración del resultado obtenido en la gráfica anterior y concluye así la confección del informe estadístico que incluye la tabla, los gráficos y la valoración.
10. Recibe el Informe de Dependencias.	
<b>Flujo Alternativo 1</b>	
<b>Acción del actor</b>	<b>Respuesta del proceso de negocio</b>
	3. No se encuentra ninguna muestra en el área deseada.
4. Recibe información de que no es posible realizar la representación de la dependencia solicitada.	
<b>Flujo Alternativo 2</b>	
<b>Acción del actor</b>	<b>Respuesta del proceso de negocio</b>
	5. No se encuentra ninguna muestra dentro del rango de profundidad deseado.
6. Recibe información de que no es posible realizar la representación de la dependencia solicitada.	
<b>Flujo Alternativo 3</b>	
<b>Acción del actor</b>	<b>Respuesta del proceso de negocio</b>

	7. No se encuentra ninguna ocurrencia simultánea de los dos parámetros deseados en ninguna de las muestras ya seleccionadas.
8. Recibe información de que no es posible realizar la representación de la dependencia solicitada.	
<b>Poscondiciones:</b>	Queda consultado el banco de muestras y creado el Informe de Dependencias.
<b>Entidades:</b>	Banco de Muestras, Informe de Dependencias.

*Tabla 8. Descripción textual del CUN “Realizar\_Dependencias”*

### 3.3. Requerimientos Funcionales.

Los requerimientos funcionales describen lo que el sistema debe hacer: son todas las condiciones y capacidades que debe cumplir el software, o producto en general, para que las peticiones del cliente queden satisfechas. El Sistema para la Gestión de la Información de las Muestras de Núcleos (SIGNUC) debe ser capaz de:

RF1. Gestionar usuarios.

Este requisito expresa la necesidad del cliente de listar los usuarios registrados en el sistema y además tener la posibilidad de insertar uno nuevo, así como modificar o eliminar la información referente a alguno ya existente.

RF2. Autenticar usuario.

Este requisito expresa la necesidad del cliente de permitir el acceso al sistema sólo a personas autorizadas, y que cada una de ellas interactúe solamente con las funcionalidades a las que tenga permiso.

RF3. Gestionar yacimientos de petróleo.

Este requisito expresa la necesidad del cliente de listar los yacimientos de petróleo existentes y además tener la posibilidad de insertar uno nuevo, así como modificar o eliminar la información referente a alguno ya existente.

RF4. Gestionar pozos de petróleo.

Este requisito expresa la necesidad del cliente de listar los pozos de petróleo existentes y además tener la posibilidad de insertar uno nuevo, así como modificar o eliminar la información referente a alguno ya existente.

RF5. Gestionar núcleos.

Este requisito expresa la necesidad del cliente de listar los núcleos existentes y además tener la posibilidad de insertar uno nuevo, así como modificar o eliminar la información referente a alguno ya existente.

RF6. Gestionar muestras de núcleos.

Este requisito expresa la necesidad del cliente de listar las muestras de núcleo existentes y además tener la posibilidad de insertar una nueva, así como modificar o eliminar la información referente a alguna ya existente.

RF7. Insertar serie.

Este requisito expresa la necesidad del cliente de insertar una nueva serie, para lo cual debe especificarse la muestra a la que pertenece y el tipo de núcleo correspondiente.

RF8. Insertar parámetros petrofísicos.

Este requisito expresa la necesidad del cliente de insertar el valor de algún parámetro petrofísico, para ello debe especificarse la serie a la que corresponde el mismo.

RF9. Calcular parámetros petrofísicos.

Este requisito expresa el deseo del cliente de tener la posibilidad de calcular el valor de algún parámetro petrofísico, para ello debe especificarse la serie a la que corresponde el mismo así como los datos necesarios para llevar a cabo los cálculos.

RF10. Buscar series.

Este requisito expresa la necesidad del cliente de poder buscar las series acompañadas de los valores de los parámetros petrofísicos que le corresponden a cada una de ellas, para ello debe especificarse el criterio de búsqueda: buscar las serie pertenecientes a una región, un yacimiento, un pozo, un núcleo o una muestra determinada.

RF11. Gestionar informes petrofísicos.

Este requisito expresa la necesidad del cliente de listar los informes petrofísicos existentes y además tener la posibilidad de crear e insertar uno nuevo, así como modificar o eliminar la información referente a alguno ya existente.

RF12. Crear polígonos.

Este requisito expresa el deseo del cliente de tener la posibilidad de escoger un subconjunto de los pozos pertenecientes a un yacimiento cuando se requiera hacer un informe petrofísico que no abarque un yacimiento en su totalidad.

RF13. Exportar informes a PDF.

Este requisito expresa el deseo del cliente de tener la posibilidad de exportar los informes petrofísicos generados a documentos en formato PDF.

RF14. Exportar información a Excel.

Este requisito expresa el deseo del cliente de tener la posibilidad de exportar la información almacenada en tablas a documentos en formato EXCEL.

RF15. Modificar contraseña.

Este requisito expresa el deseo del cliente de tener la posibilidad de modificar su contraseña cada vez que lo considere necesario.

RF16. Gestionar especialidades.

Este requisito expresa el deseo del cliente de tener la posibilidad de listar las especialidades existentes y además tener la posibilidad de insertar una nueva, así como de eliminar la información referente a alguna ya existente.

### **3.4. Requerimientos No Funcionales.**

Los requerimientos no funcionales pueden ser definidos como propiedades o cualidades que el producto debe tener, son aspectos importantes que este debe cumplir para lograr un aprovechamiento óptimo de las funcionalidades del sistema teniendo en cuenta el entorno en el que será utilizado. A continuación se enuncian, separados en categorías, los diferentes requisitos no funcionales que SIGNUC debe satisfacer.

#### **3.4.1. Usabilidad.**

RNF1. La aplicación contará con íconos representativos y combinaciones de teclas de acceso rápido que facilitarán al usuario el acceso a las funcionalidades del sistema.

RNF2. Se requerirá de un entrenamiento para que los usuarios estén listos para utilizar la aplicación.

#### **3.4.2. Soporte.**

RNF3. Para lograr que el sistema tenga una garantía de instalación el polo Petrosoft enviará personas capacitadas para la instalación de la aplicación.

#### **3.4.3. Apariencia o Interfaz Externa.**

RNF4. La interfaz principal del sistema tendrá las dimensiones mínimas de 800x600 píxeles para una buena visualización y adaptación a diferentes resoluciones de pantalla.

RNF5. La interfaz principal contará con el logotipo del sistema.

RNF6. Las tablas mostradas en las interfaces del sistema contarán con barras desplazables para lograr una mejor visualización de su contenido.

#### **3.4.4. Seguridad.**

RNF7. El sistema garantizará la confidencialidad, integridad y disponibilidad de la información almacenada en la base de datos.

RNF8. Cada usuario del sistema contará con una contraseña para poder acceder al mismo, esta será codificada con el método MD5 y guardada en la base datos.

## Capítulo 3. Presentación de la Solución Propuesta.

---

RNF9. Se le asignará a cada usuario un nivel de acceso determinado que le permitirá interactuar con el sistema según los permisos que tenga.

RNF10. Se le brindará al usuario la posibilidad de cambiar su contraseña cuando lo estime necesario o conveniente.

### **3.4.5. Hardware.**

RNF11. El ordenador donde se instale SIGNUC deberá cumplir con las siguientes características:

Requisito Mínimo: Procesador: Pentium III 800 MHz, Memoria: 256 Mb, Disco Duro: 20 Gb.

Requisitos Recomendados: RNF11.2 Procesador: Pentium IV 1.8 GHz, Memoria: 512 Mb, Disco Duro: 40 Gb.

### **3.4.6. Software.**

RNF12. La computadora en la que se ejecutará la aplicación debe tener instalada la Máquina Virtual de Java (JVM) y el PostgreSQL para la gestión de la base de datos.

RNF13. El sistema SIGNUC puede ejecutarse en cualquier computadora que tenga como sistema operativo Microsoft Windows (en cualquiera de sus versiones) o GNU/Linux (en cualquiera de sus distribuciones).

RNF14. La computadora en la que se ejecutará el sistema SIGNUC debe tener instalada cualquier versión de Adobe Acrobat para el trabajo con los documentos de formato PDF.

### **3.4.7. Portabilidad.**

RNF15. El sistema debe ser capaz de ejecutarse tanto en el sistema operativo Windows como en GNU/Linux.

## **3.5. Descripción del Sistema Propuesto.**

### **3.5.1. Descripción de los Actores.**

Actor	Descripción
Usuario Básico.	Solo tiene autorización para ver el contenido de la información almacenada en la base de datos: no puede modificarla ni hacer informes de ningún tipo.
Asistente.	Este actor, además de tener acceso visual al contenido de la información de las muestras de núcleos almacenadas en la Base de datos, puede generar informes y exportar información a ficheros externos a la aplicación, pero no puede modificar ni eliminar en ninguna medida ninguna información de la que se encuentra almacenada en la base de datos.
Ingeniero Petrofísico.	Este actor tiene acceso a todas las funcionalidades del sistema. Decide quién accede o no a la aplicación y qué tipo de permisos se le son conferidos. Además de tener la posibilidad de llevar a cabo las tareas de “Usuario Básico” y “Asistente”, este puede, insertar, modificar y eliminar la información asociada a las muestras de núcleo, así como generar, modificar y eliminar informes petrofísicos.

*Tabla 9. Actores del Sistema y sus descripciones.*

### 3.5.2. Casos de Uso del Sistema.

Cada caso de uso del sistema pueden ser catalogado como crítico, secundario, auxiliar u opcional en correspondencia a la importancia que estos tengan dentro del sistema y atendiendo a las peticiones del cliente. A continuación se relacionan los casos de uso correspondientes al presente trabajo de diploma y sus respectivas clasificaciones:

Críticos	Secundarios	Auxiliares	Opcionales
Gestionar_Yacimiento. Gestionar_Pozo. Gestionar_Núcleo. Gestionar_Muestra. Insertar_Parámetros. Insertar_Serie. Buscar_Serie. Autenticar. Gestionar_Usuarios. Realizar_Informe_Petrofisico. Realizar_Informe_Estadístico. Realizar_Informe_Dependencias. Editar_Informe. Insertar_Informe. Listar_Informes.	Calcular_Parametros.	Exportar_Word. Exportar_Excel.	Modificar_Contraseña. Gestionar_Especialidad.

Tabla 10. Clasificación de los Casos de Uso del Sistema.

### 3.5.2.1. Diagrama de Casos de Uso del Sistema.

En el Diagrama de Casos de Uso del Sistema aparecen representados los requerimientos funcionales como Casos de Uso y se especifica la comunicación y el comportamiento del sistema mediante su interacción con los usuarios.

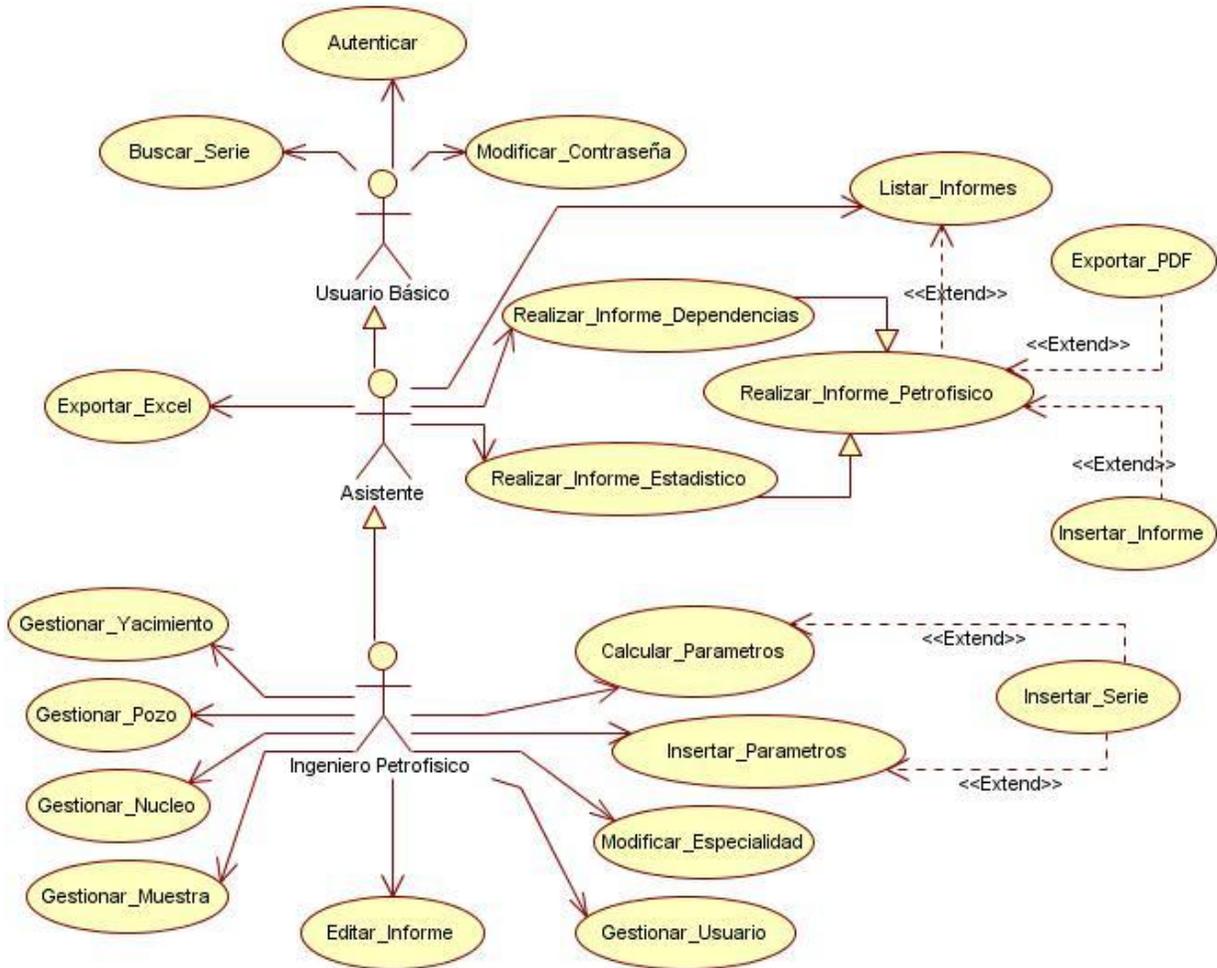


Figura 7. Diagrama de Casos de Uso del Sistema.

**3.5.2.2. Descripción textual de los Casos de Uso arquitectónicamente significativos.**

Como es posible apreciar en la tabla 10, el sistema desarrollado cuenta con quince casos de uso críticos, de los cuales sólo diez son catalogados como casos de uso arquitectónicamente significativos: Gestionar\_Yacimiento, Gestionar\_Pozo, Gestionar\_Núcleo, Gestionar\_Muestra, Insertar\_Parametros, Insertar\_Serie, Buscar\_Serie, Autenticar, Gestionar\_Usuarios y Realizar\_Informe\_Petrofísico, pues estos son los que representan las partes más críticas de la arquitectura del sistema y demuestran la funcionalidad del mismo. Dentro de estos diez casos de uso seleccionados, existen cinco que fueron creados bajo los planteamientos del patrón CRUD de casos de uso que propone el agrupamiento de las funcionalidades que se llevan a cabo sobre una misma entidad, tales como listar, insertar, modificar y eliminar. Los nombres de

estos casos de uso comienzan con la cadena de caracteres “Gestionar” y sus funcionalidades son similares, es por eso que solo se procederá a describir dos de ellos de forma representativa: Gestionar\_Usuarios y Gestionar\_Yacimiento, el resto podrá encontrarse en los anexos del presente documento.

**3.5.2.2.1. Descripción Textual del Caso de Uso del Sistema “Autenticar”.**

Caso de uso del sistema	Autenticar
Actores	Usuario Básico.
Resumen	El caso de uso se inicia cuando el actor desea entrar a la aplicación para hacer uso de sus servicios. Este teclea su usuario y contraseña, si el usuario existe y la contraseña es correcta, el caso de uso termina cuando al actor se le da acceso al sistema.
Referencias:	RF2.
Prioridad:	Crítico
Flujo Normal de Eventos	
Acción del actor	Respuesta del sistema
1. Ejecuta la aplicación.	2. Se muestra un formulario que brinda la posibilidad de introducir el usuario y la contraseña correspondiente.
3. Introduce el usuario y contraseña.	4. Se verifica si el usuario existe en la base de datos.
	5. Si el usuario existe, entonces se verifica si la contraseña es la correcta para el nombre del usuario deseado.
	6. Si la contraseña es correcta, entonces se le permite la entrada al sistema acorde con el nivel de acceso

correspondiente al usuario autenticado.

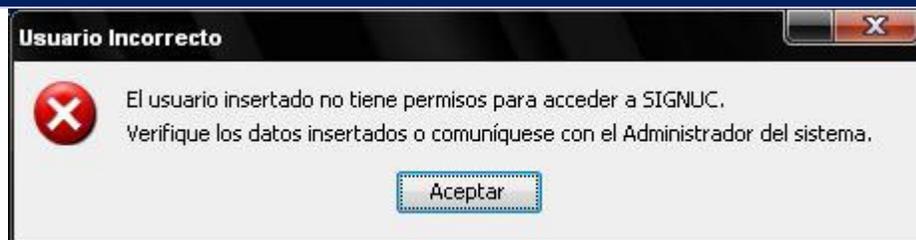
**Interfaz**



**Flujo Alternativo 1**

Acción del actor	Respuesta del sistema
	5. Si el usuario no existe en la base de datos se muestra un mensaje que indica que el usuario no existe y el acceso a la aplicación es denegado.

**Interfaz**



**Flujo Alternativo 2**

Acción del actor	Respuesta del sistema

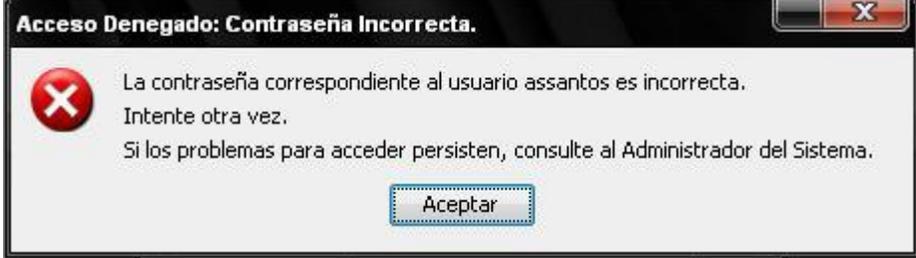
	<p>6. Si la contraseña no coincide con la correspondiente al nombre del usuario insertado, se muestra un mensaje que indica que la contraseña es incorrecta y el acceso a la aplicación es denegado.</p>
<b>Interfaz</b>	
	

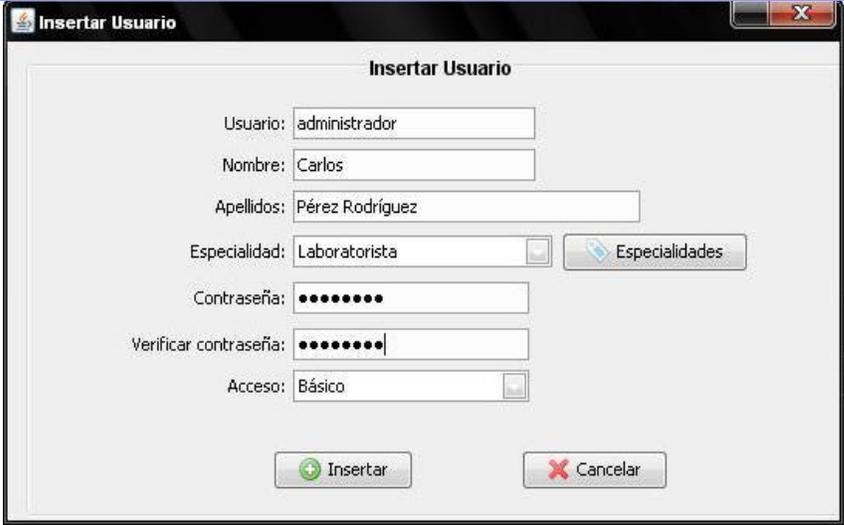
Tabla 11. Descripción Textual del Caso de Uso del Sistema “Autenticar”.

**3.5.2.2.2. Descripción Textual del Caso de Uso del Sistema “Gestionar\_Usuario”.**

Caso de uso del sistema	Gestionar_Usuario
Actores	Ingeniero Petrofísico
Resumen	El caso de uso se inicia cuando el actor selecciona la opción “Usuarios”, el sistema muestra una lista de todos los usuarios existentes con sus nombres completos y el tipo de acceso que tienen al sistema (básico, restringido o total) y brinda la posibilidad de insertar, modificar o eliminar usuarios. El caso de uso termina cuando se lleva a cabo una de estas acciones.
Precondiciones:	El actor debe estar autenticado y tener acceso “total” al sistema.
Referencias:	RF1
Prioridad:	Crítico.

Flujo Normal de Eventos	
Acción del actor	Respuesta del sistema
1. Selecciona la opción "Usuarios".	2. El sistema muestra un formulario donde aparece una tabla en la que se listan los usuarios existentes en la base de datos con sus respectivos nombres y el nivel de acceso al sistema. Se brindan las opciones de Insertar, Modificar y Eliminar usuario.
Sección "Insertar Usuario"	
Flujo Normal de Eventos	
Acción del actor	Respuesta del sistema
1. Selecciona la opción de "Insertar Usuario".	2. Se muestra un formulario para insertar los datos del nuevo usuario: nombre del usuario, nombre y apellidos de la persona, contraseña (dos veces para verificar), y tipo de acceso que se le concederá y especialidad.
3. Inserta toda la información solicitada.	4. Se verifica que hayan sido insertados todos los datos solicitados.
	5. Si todos los datos solicitados fueron insertados, se verifica que el nombre del usuario no coincida con ningún nombre de usuario ya insertado anteriormente.
	6. Si el usuario no existe en la base de datos, se verifica que las dos contraseñas entradas sean exactamente iguales.
	7. Si las dos contraseñas coinciden se muestra un mensaje indicando que el usuario ha sido insertado satisfactoriamente.

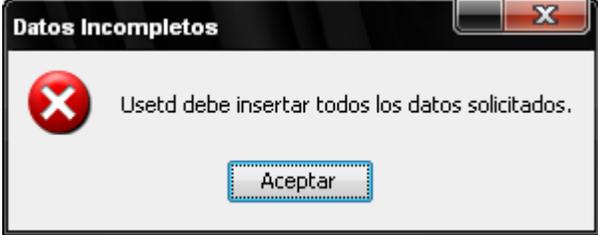
**Interfaz**



**Flujo Alternativo 1**

Acción del actor	Respuesta del sistema
	5. Si no fueron insertados todos los datos solicitados se muestra un mensaje indicando que se debe registrar toda la información requerida y se brinda la posibilidad de insertarlos nuevamente.

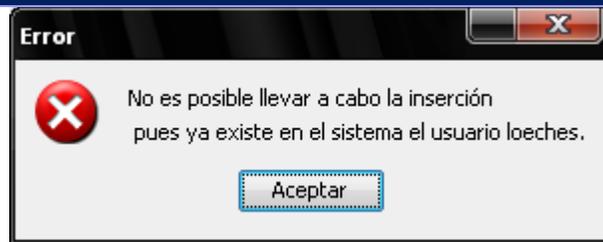
**Interfaz**



**Flujo Alternativo 2**

Acción del actor	Respuesta del sistema
	6. Si el usuario insertado ya existe en la base de datos se muestra un mensaje indicando que no es posible insertar el usuario deseado pues ya existe y brinda la posibilidad de insertar los datos nuevamente.

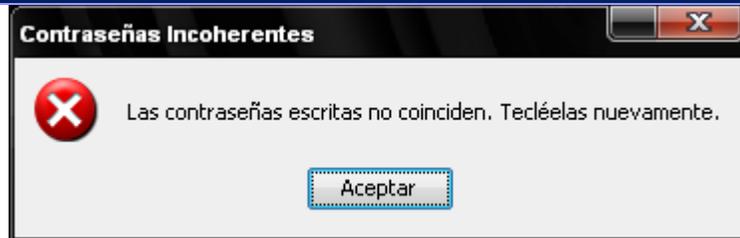
**Interfaz**



**Flujo Alterno 3**

Acción del actor	Respuesta del sistema
	7. Si las contraseñas entradas no son iguales se muestra un mensaje indicando que debe rectificar la contraseña y escribirla nuevamente 2 veces.

**Interfaz**

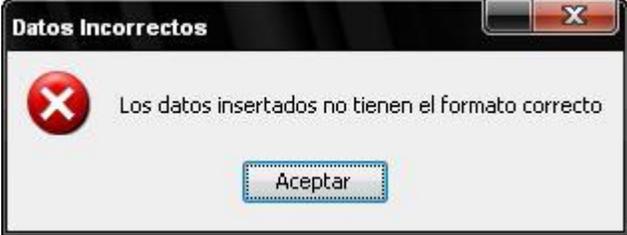


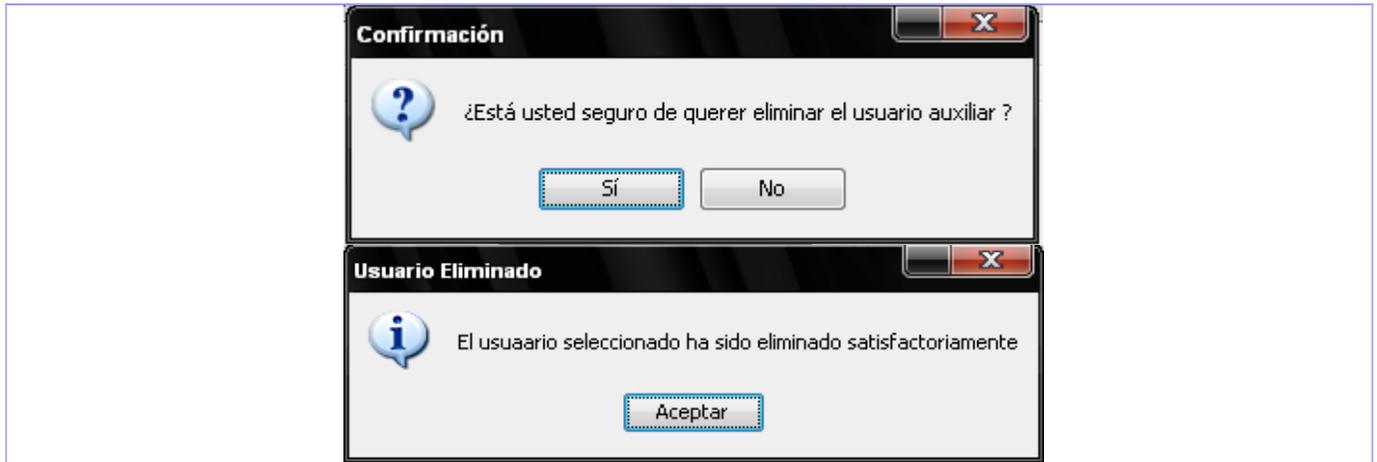
**Sección “Modificar Usuario”**

Flujo Normal de Eventos	
Acción del actor	Respuesta del sistema
1. Selecciona de la lista mostrada el usuario que desee modificar.	
2. Selecciona la opción "Modificar usuario".	3. Se muestra un formulario con los datos pertenecientes al usuario seleccionado y se brinda la opción de modificar aquellos que el actor desee.
4. Selecciona el dato que desea modificar.	5. Habilita el campo seleccionado por el usuario.
6. Inserta el nuevo dato y selecciona la opción "Registrar Cambios".	7. Verifica que el dato insertado tiene el formato correcto.
	8. Si el dato insertado tiene el formato correcto, se muestra un mensaje indicando que la modificación se ha llevado a cabo satisfactoriamente.

**Interfaz**



Flujo Alternativo 1	
Acción del actor	Respuesta del sistema
	8. Si el dato insertado no es correcto se muestra un mensaje enunciándolo y la modificación no se lleva a cabo.
	9. Ofrece la posibilidad de volver a insertar el dato correctamente (se reanuda flujo normal de los eventos a partir de la Acción 6)
Interfaz	
	
Sección “Eliminar Usuario”	
Flujo Normal de Eventos	
Acción del actor	Respuesta del sistema
1. Selecciona de la lista mostrada el usuario que desee eliminar.	
2. Selecciona la opción “Eliminar Usuario”.	3. Muestra un mensaje para solicitar la confirmación de eliminar el usuario seleccionado.
4. Acepta la confirmación.	5. Muestra cartel indicando que el usuario ha sido eliminado satisfactoriamente.
Interfaz	



Flujos Alterno 1	
Acción del actor	Respuesta del sistema
4. Cancela la confirmación.	5. No se elimina el usuario anteriormente seleccionado.

Tabla 12. Descripción Textual del Caso de Uso del Sistema “Gestionar\_Usuario”.

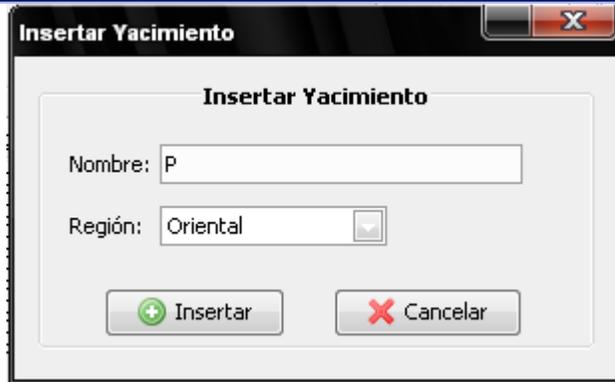
**3.5.2.2.3. Descripción Textual del Caso de Uso del Sistema “Gestionar\_Yacimiento”.**

Caso de uso del sistema	Gestionar_Yacimiento
Actores	Ingeniero Petrofísico
Resumen	Este caso de uso se inicia cuando el actor selecciona la opción “Yacimientos” que aparece en el formulario principal. El sistema brinda las opciones del listar los yacimientos existentes e insertar, modificar o eliminar algún yacimiento. El caso de uso concluye con la actualización de la base de datos luego de una de estas acciones.
Precondiciones:	El actor debe estar autenticado y debe tener acceso “total” al sistema.

Referencias:	RF3
Prioridad:	Crítico.
<b>Flujo Normal de Eventos</b>	
Acción del actor	Respuesta del sistema
1. Selecciona la opción "Yacimientos".	2. Se muestra un formulario donde aparece una tabla y una lista desplegable para seleccionar una de las tres regiones (Occidental, Central u Oriental).
3. Escoge una de las regiones	4. Se muestra en una tabla el nombre de los yacimientos pertenecientes a la región seleccionada así como la cantidad de pozos que tiene registrado cada uno. Brinda las opciones de Insertar, Modificar y Eliminar Yacimiento.
<b>Sección "Insertar Yacimiento"</b>	
<b>Flujo Normal de Eventos</b>	
Acción del actor	Respuesta del sistema
1. Selecciona la opción "Insertar Yacimiento".	2. Se muestra un formulario para introducir el nombre del yacimiento y seleccionar la región a la que este pertenece.
3. Inserta el nombre del yacimiento y selecciona la región a la cual pertenece.	4. Se verifica que sea insertada toda la información requerida.
	5. Si toda la información requerida es insertada, se verifica que el nombre del yacimiento no está ya registrado en la base de datos.

6. Si el nombre del yacimiento no está registrado en la base de datos, se guarda en ella la información entrada por el usuario y se muestra un mensaje enunciando que el yacimiento ha sido insertado satisfactoriamente.

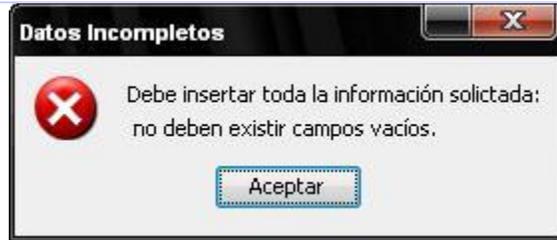
**Interfaz**



**Flujo Alternativo 1**

Acción del actor	Respuesta del sistema
	5. Si no fue insertada toda la información requerida se muestra un mensaje enunciando que falta información necesaria por insertar.
	6. Ofrece la posibilidad de insertar los datos faltantes.

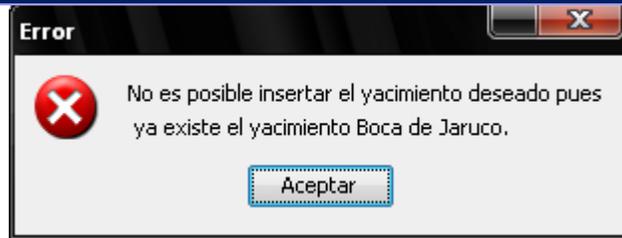
**Interfaz**



**Flujo Alternativo 2**

Acción del actor	Respuesta del sistema
	6. Si el yacimiento ya existe se muestra un mensaje enunciando que no es posible insertar el yacimiento deseado.

**Interfaz**



**Sección “Modificar Yacimiento”**

**Flujo Normal de Eventos**

Acción del actor	Respuesta del sistema
1. Selecciona de la lista mostrada el yacimiento que desee modificar.	
2. Selecciona la opción “Modificar Yacimiento”.	3. Se muestra un formulario con la información asociada al yacimiento seleccionado y se brinda la posibilidad de modificar cada uno de los datos asociados al mismo.

4. Selecciona el dato que desee modificar.	5. Se habilita el campo asociado al dato a modificar.
6. Inserta el nuevo valor del dato deseado y selecciona la opción “Registrar Cambios”.	7. Se registra en la base de datos la nueva información.

**Interfaz**



**Flujo Alterno 1**

Acción del actor	Respuesta del sistema
6. Selecciona la opción “Cancelar”.	7. Se muestra el Formulario Principal y no se registran los datos insertados.

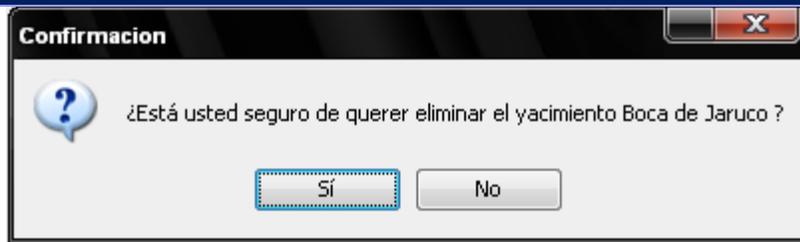
**Sección “Eliminar Yacimiento”**

**Flujo Normal de Eventos**

Acción del actor	Respuesta del sistema
1. Selecciona de la lista mostrada el yacimiento que desee eliminar.	

2. Selecciona la opción “Eliminar Yacimiento”.	3. Se muestra un mensaje para confirmar o denegar que sea eliminado el yacimiento.
4. Confirma que desea eliminar el yacimiento.	5. Se verifica que no existan pozos asociados al yacimiento seleccionado.
	6. Si no existen pozos asociados al yacimiento seleccionado El yacimiento es eliminado de la base de datos.

**Interfaz**



**Flujo Alternativo 1**

Acción del actor	Respuesta del sistema
4. Deniega la solicitud de eliminar el yacimiento.	5. Se muestra el Formulario Principal y no son eliminados los datos.

**Flujo Alternativo 2**

Acción del actor	Respuesta del sistema
	6. Si existen pozos asociados al yacimiento seleccionado se muestra un cartel indicando que no es posible eliminar el yacimiento.

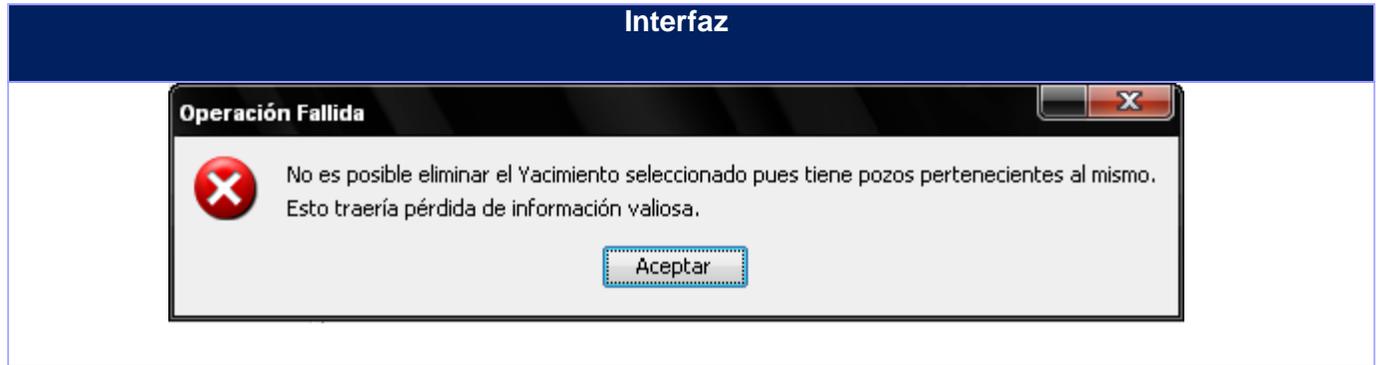


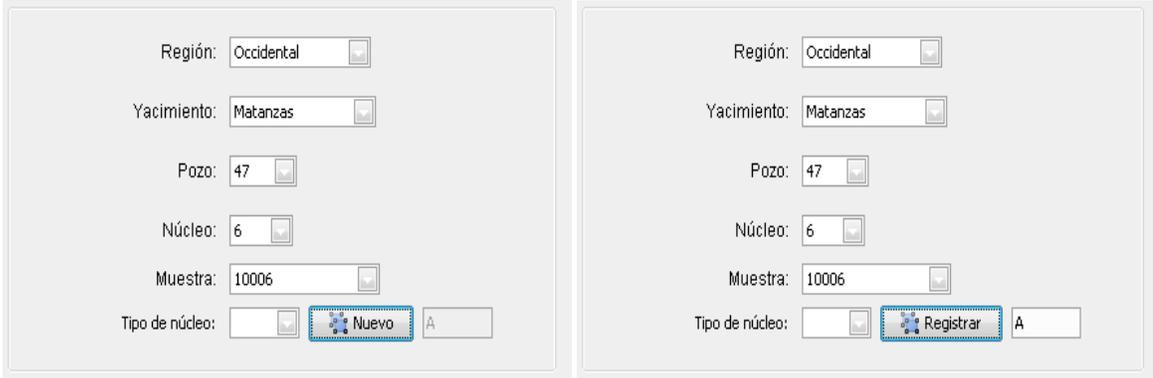
Tabla 13. Descripción Textual del Caso de Uso del Sistema “Gestionar\_Yacimiento”.

**3.5.2.2.4. Descripción Textual del Caso de Uso del Sistema “Insertar\_Serie”.**

Caso de uso del sistema	Insertar_Serie
Actores	Ingeniero Petrofísico
Resumen	Este caso de uso se inicia cuando el actor selecciona la opción “Nuevo” mientras desea insertar o calcular algún parámetro petrofísico en alguna serie dada, esto sucede cuando la serie deseada no existe aún y se brinda la posibilidad de insertar una nueva. El caso de uso concluye cuando esta es registrada satisfactoriamente en la base de datos.
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El actor debe estar autenticado y debe tener acceso “total” al sistema.</li> <li>- El actor debe haber seleccionado previamente la muestra a la que pertenece la nueva serie a insertar.</li> </ul>
Referencias:	RF7
Prioridad:	Crítico.
Casos de uso asociados	Insertar_Parámetros y Calcular_Parámetros

Flujo Normal de Eventos	
Acción del actor	Respuesta del sistema
1. Selecciona la opción “Nuevo”.	2. Se habilita un campo de texto para insertar el tipo de núcleo correspondiente a la serie a insertar y el botón cuyo texto era “Nuevo” cambia ahora a “Registrar”.
3. Inserta el tipo de núcleo deseado y selecciona la opción “Registrar”.	4. Verifica que la muestra ya seleccionada no tiene registrado el tipo de núcleo insertado.
	5. Si la muestra ya seleccionada no tiene registrado el tipo de núcleo insertado entonces se registra en la base de datos la nueva serie creada(incluye id de la muestra y tipo de núcleo)
	6. Se muestra un mensaje enunciando que la serie ha sido insertada satisfactoriamente.

**Interfaz**



The image shows two side-by-side screenshots of a web form. Both forms have the following fields: Región (dropdown: Occidental), Yacimiento (dropdown: Matanzas), Pozo (dropdown: 47), Núcleo (dropdown: 6), and Muestra (text input: 10006). The 'Tipo de núcleo' field is a dropdown menu. In the left screenshot, the dropdown is open and 'Nuevo' is selected. In the right screenshot, the dropdown is open and 'Registrar' is selected. A small 'A' button is visible to the right of the dropdown in both.

**Flujo Alternativo 1**

Acción del actor	Respuesta del sistema
------------------	-----------------------

5. Si la muestra seleccionada ya tiene registrado el tipo de núcleo insertado, entonces se muestra un mensaje indicando que ya esa serie existe y se brinda la posibilidad de insertar un nuevo tipo de núcleo.

**Interfaz**

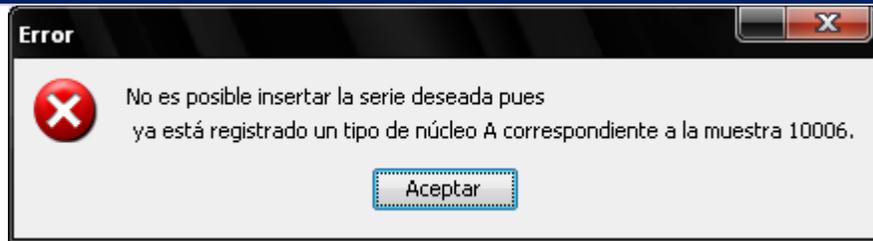
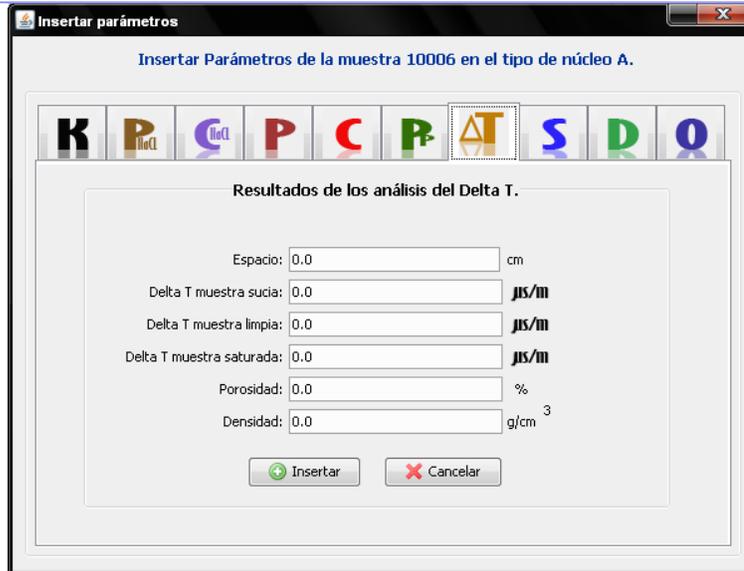


Tabla 14. Descripción Textual del Caso de Uso del Sistema “Insertar\_Serie”.

**3.5.2.2.5. Descripción Textual del Caso de Uso del Sistema “Insertar\_Parametros”.**

Caso de uso del sistema	Insertar_Parametros
Actores	Ingeniero Petrofísico
Resumen	Este caso de uso se inicia cuando el actor selecciona la opción “Insertar Parámetros”. El sistema muestra un formulario donde aparecen todos los parámetros agrupados por grupos en correspondencia al tipo de análisis de laboratorio en el que se originan. El usuario escoge los parámetros cuyo valor desee insertar y registra los valores deseados.
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El actor debe estar autenticado y debe tener acceso “total” al sistema.</li> <li>- Se debe haber seleccionado la serie a la que pertenecen los valores de los parámetros a insertar.</li> </ul>

Referencias:	RF8
Prioridad:	Crítico.
Casos de uso asociados	
<b>Flujo Normal de Eventos</b>	
Acción del actor	Respuesta del sistema
1. Selecciona la opción “Insertar Parámetros”.	2. Se muestra un formulario donde aparecen todos los parámetros agrupados por grupos en correspondencia al tipo de análisis de laboratorio en el que se originan.
3. Selecciona el grupo de parámetros donde se encuentra el parámetro petrofísico cuyo valor se desee insertar o modificar.	
4. Selecciona la opción “Insertar”.	5. Se verifica que los parámetros deseados no tengan ningún valor registrado con anterioridad.
	6. Si los parámetros deseados no tienen ningún valor registrado anteriormente, se insertan en la base de datos los valores entrados por el usuario y se muestra un cartel enunciando que los datos fueron insertados satisfactoriamente.
<b>Interfaz</b>	



**Flujo Alternativo 1**

Acción del actor	Respuesta del sistema
	6. Si los parámetros deseados tienen un valor registrado se muestra un mensaje preguntando si desea modificar la información registrada y brinda dos opciones: “Sí” (el valor será modificado) y “No” (seleccionar nuevamente los parámetros).
7. Selecciona una de las dos opciones.	8. Si selecciona la opción “Sí”, se brinda la posibilidad de escoger otro parámetro (se retoma el flujo normal de los eventos a partir de la Acción 2). Si selecciona la opción “No”, se muestra el formulario anterior y se brinda la posibilidad de insertar un nuevo valor para el parámetro seleccionado (se retoma el flujo normal de los eventos a partir de la Acción 8).

**Interfaz**

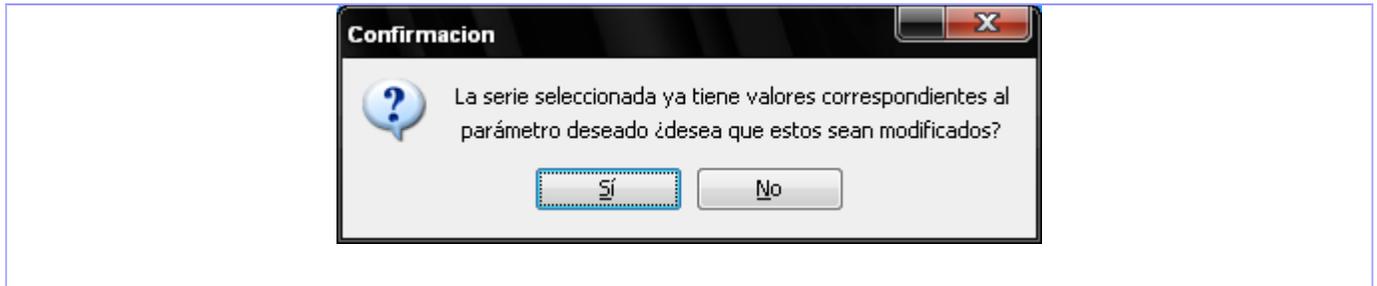


Tabla 15. Descripción Textual del Caso de Uso del Sistema “Insertar\_Parametros”.

**3.5.2.2.6. Descripción Textual del Caso de Uso del Sistema “Buscar\_Serie”.**

Caso de uso del sistema	Buscar_Serie
Actores	Usuario Básico.
Resumen	El caso de uso se inicia cuando el actor selecciona la opción “Banco”. El sistema ofrece la posibilidad de filtrar las series que cumplan con las condiciones puestas por el usuario: región, yacimiento, pozo, núcleo y muestra. El caso de uso termina cuando se muestra una lista con las series seleccionadas y todos los parámetros asociados a ella.
Precondiciones:	El actor debe estar autenticado.
Referencias:	RF10
Prioridad:	Crítico.
Flujo Normal de Eventos	
Acción del actor	Respuesta del sistema
1. Selecciona la opción “Banco”.	2. Se muestra un formulario con una tabla y 5 listas desplegables para escoger una región, yacimiento, pozo, núcleo y muestra.

3. Escoge los aspectos que estime conveniente, o conozca para buscar una serie deseada y selecciona la opción “Buscar”.	4. Se buscan todas las series que cumplan con las condiciones impuestas por el usuario.
	5. Se muestra el resultado de la búsqueda en la tabla.

**Interfaz**



MUESTRA	TIPO_N	REGION	YACIMIENTO	POZO	NUCLEO	PARTE	TOPE	BASE	RE...
10001		Occidental	Matanzas	1	1	2	1000.0	10005.0	43.1
10001	A	Occidental	Matanzas	1	1	2	1000.0	10005.0	43.1
10002		Occidental	Matanzas	1	1	2	1000.0	10005.0	43.1
10002	B	Occidental	Matanzas	1	1	2	1000.0	10005.0	43.1
10004	B	Occidental	Matanzas	2	5	1	45.0	59.0	13.1
10006		Occidental	Matanzas	47	6	3	50.0	73.0	13.1
10006	A	Occidental	Matanzas	47	6	3	50.0	73.0	13.1

Tabla 16. Descripción Textual del Caso de Uso del Sistema “Buscar\_Serie”.

**3.5.2.2.7. Descripción Textual del Caso de Uso del Sistema “Realizar\_Informe\_Petrofisico”.**

Caso de uso del sistema	Realizar_Informe_Petrofisico
Actores	Asistente.
Resumen	El caso de uso se inicia cuando el actor selecciona la opción “Informes” y se muestra un formulario que permite insertar los datos necesarios para Realizar un Informe. El caso de uso

	termina con la visualización del informe deseado.
Precondiciones:	El actor debe estar autenticado y debe tener acceso “restringido” o “total” al sistema.
Referencias:	RF11, RF12, RF13.
Prioridad:	Crítico.
Casos de uso asociados	Realizar_Informe_Dependencias, Realizar_Informe_Estadistico, Insertar_Informe, Exportar_PDF.

**Flujo Normal de Eventos**

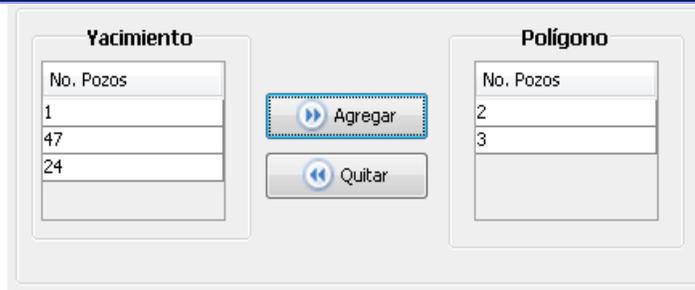
Acción del actor	Respuesta del sistema
1. Selecciona la opción “Informes”.	2. Se muestra un formulario que brinda la posibilidad de insertar los datos necesarios para hacer un informe Petrofísico: número de informe, región, yacimiento, tipo de Informe (estadístico o de dependencias), fecha, rango de profundidad y el parámetro o los parámetros a incluir en el informe (en dependencia al tipo de informe). Se brinda además la opción de Crear un polígono.
3. Inserta los datos solicitados y selecciona la opción “Generar Informe”.	4. Se verifica que el usuario haya insertado toda la información solicitada.
	5. Si el usuario insertó toda la información solicitada, se verifica que existan pozos asociados al yacimiento seleccionado.
	6. Si existe algún pozo asociado al yacimiento seleccionado,

	<p>se verifica que existan núcleos asociados a los pozos seleccionados, cuyos topes y bases se encuentren dentro del rango de profundidad insertado.</p>
	<p>7. Si existen núcleos con las condiciones anteriores se verifica que estos tengan alguna serie asociada a ellos.</p>
	<p>8. Si existe alguna serie perteneciente a los núcleos encontrados se verifica si estas tienen registrado algún valor del parámetro o los parámetros seleccionados.</p>
	<p>9. Si en las series pertenecientes a los núcleos encontrados existe algún valor registrado de los parámetros seleccionados, se muestra un formulario con el Informe confeccionado, este incluye: autor del informe (nombre del usuario que inició este caso de uso), fecha, parámetro (s) seleccionado (s), rango de profundidad, yacimiento, pozos, tabla con los valores, gráfica y campo de texto en el que es posible insertar las observaciones del autor con respecto a los resultados del informe.</p>

**Interfaz**



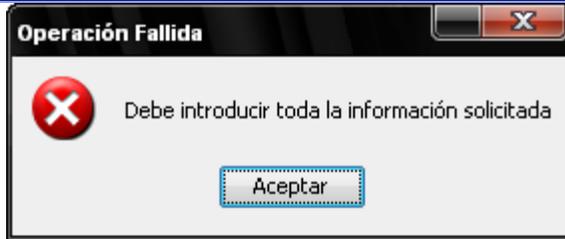
<p>5. Selecciona los pozos que formarán parte del polígono y luego selecciona la opción “Agregar”.</p>	<p>6. Se visualiza en otra tabla los pozos que vayan siendo seleccionados, se eliminan de la tabla en la que estaban inicialmente y brinda la posibilidad de quitar pozos de esta selección.</p>
<p>7. Si el usuario lo desea, puede seleccionar los pozos que quiera quitar de la selección ya hecha y escoger luego la opción quitar.</p>	<p>8. Los pozos seleccionados esta vez pasan a la tabla donde estaban inicialmente y son eliminados de la segunda tabla.</p>
<p>9. Una vez escogidos los pozos que formarán parte del polígono escoge la opción “Generar Informe” y se retoma el curso normal de los eventos a partir de la Acción 4.</p>	



**Flujo Alterno 2**

Acción del actor	Respuesta del sistema
	<p>5. Si el usuario no insertó toda la información solicitada se muestra un mensaje enunciando que la operación no puede llevarse a cabo.</p>

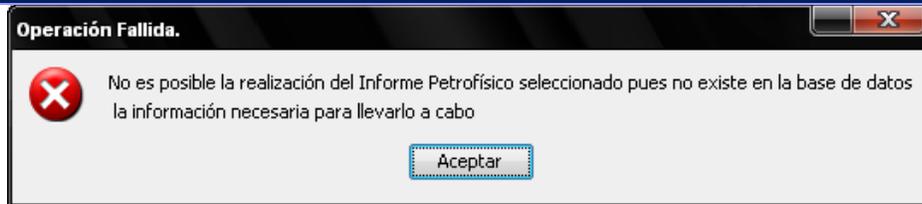
**Interfaz**



**Flujo Alternativo 3**

Acción del actor	Respuesta del sistema
	6. Si no existe ningún pozo asociado al yacimiento seleccionado se muestra un mensaje enunciando que no es posible realizar el informe solicitado.

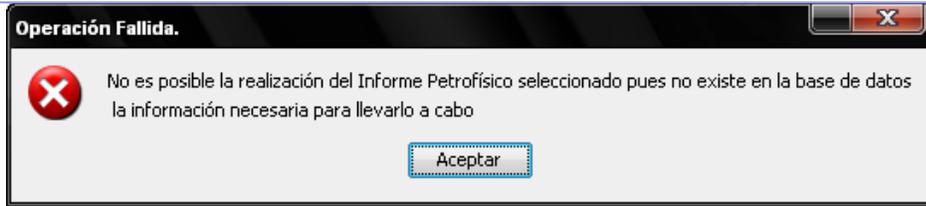
**Interfaz**



**Flujo Alternativo 4**

Acción del actor	Respuesta del sistema
	7. Si no existen núcleos asociados a los pozos seleccionados cuyos topes y bases se encuentren dentro del rango de profundidad insertado, se muestra un mensaje enunciando que no es posible realizar el informe solicitado.

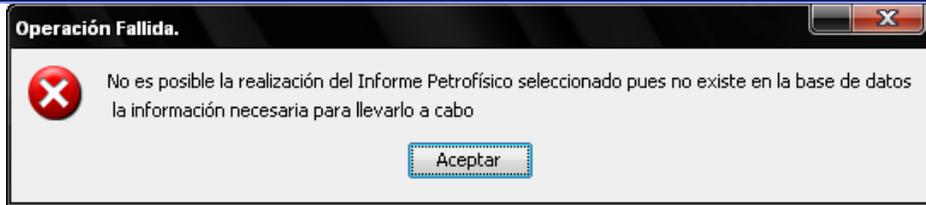
**Interfaz**



**Flujo Alternativo 5**

Acción del actor	Respuesta del sistema
	8. Si no existe ninguna serie perteneciente a los núcleos encontrados, se muestra un mensaje enunciando que no es posible realizar el informe solicitado.

**Interfaz**



**Flujo Alternativo 6**

Acción del actor	Respuesta del sistema
	9. Si en las series pertenecientes a los núcleos encontrados no existe ningún valor registrado de los parámetros seleccionados, se muestra un mensaje enunciando que no es posible realizar el informe solicitado.

**Interfaz**

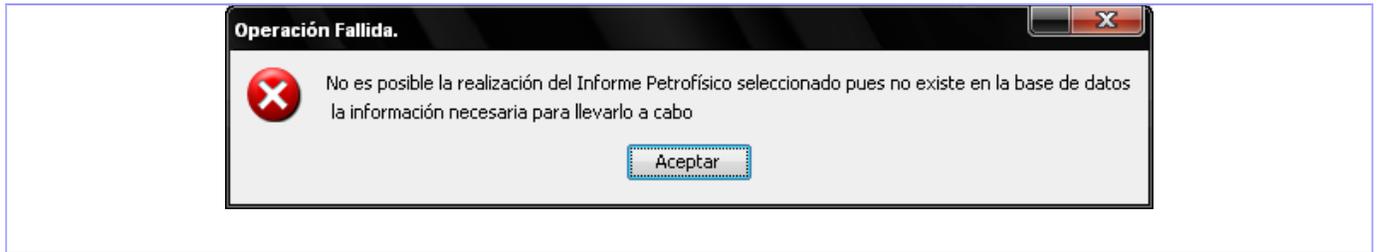


Tabla 17. Descripción Textual del Caso de Uso del Sistema “Realizar\_Informe\_Petrofísico”.

### 3.6. Conclusiones.

Durante el Capítulo 3 del presente trabajo de diploma han quedado expuestos los principales artefactos de los flujos de trabajo: Modelamiento del Negocio y Requerimientos. Quedaron evidenciadas las características del proceso de gestión de la información de muestras de núcleos en el CEINPET mediante la identificación, representación y descripción de los Casos de Uso del Negocio así como el reconocimiento de los actores y trabajadores del negocio. Se expusieron además los requisitos funcionales y no funcionales pertenecientes al sistema propuesto, en aras de dar a conocer las restricciones y necesidades que debe satisfacer el mismo. Fueron representados también los casos de uso del sistema así como la descripción textual de algunos de los clasificados como arquitectónicamente significativos; y que fueron acompañados con una propuesta de interfaz visual en cada uno de los casos para una mejor comprensión y mayor acercamiento a sus funcionalidades.

## Capítulo 4. Construcción de la solución propuesta.

### 4.1. Introducción.

El propósito de este capítulo es dejar expuestos los principales artefactos generados durante los flujos de trabajo Análisis y Diseño, Implementación, Prueba y Despliegue. Se definirá así la estructura del diseño y la implementación de la aplicación a desarrollar, y para ello será representado el diagrama de clases del diseño, el diagrama de clases persistentes y el modelo Entidad-Relación, además del diagrama de componentes y el modelo de despliegue, así como algunos resultados obtenidos en las pruebas al sistema desarrollado y la base de datos.

### 4.2. Diagrama de Clases del Diseño.

Los diagramas de clases son utilizados para modelar de forma estática la vista del diseño y lograr una mejor interpretación para la realización de la implementación. Las clases del diseño fueron agrupadas en 3 capas: Presentación, Lógica del Negocio y Acceso a Datos, correspondientes al patrón seleccionado para modelar la arquitectura de SIGNUC: patrón arquitectónico “3 capas”.

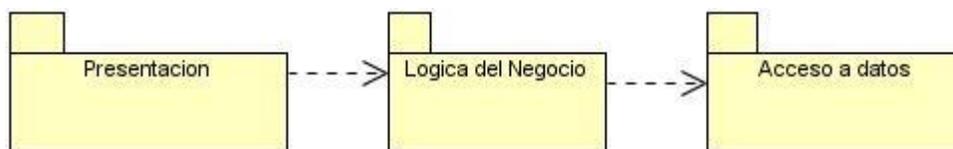


Figura 8. Distribución de las clases del diseño acordes con el patrón arquitectónico: 3 capas.

Este patrón arquitectónico soporta un diseño basado en niveles de abstracción creciente, lo cual permite a los implementadores la partición de un problema complejo en una secuencia de pasos incrementales donde cada capa proporciona servicios a la capa superior y se sirve de las prestaciones que le brinda la capa inferior. Este estilo admite muy naturalmente optimizaciones y refinamientos además de proporcionar amplia reutilización e independencia durante la implementación.

#### 4.2.1. Capa de Presentación.

En la capa de Presentación se encuentran agrupadas todas las interfaces del sistema de gestión de información de muestras de núcleos. Es así como se hace posible hallar en esta capa a la clase “FrameView” de Java, de la cual hereda la clase Interfaz Principal: “CIHome”, a partir de la cual se puede

## Capítulo 4. Construcción de la solución propuesta.

acceder al resto de las interfaces de la aplicación, las cuales heredan, a su vez, las funcionalidades de la clase “JDialogo” de Java. En esta capa se puede encontrar además las clases “CIVvalidar”; que se encarga de llevar a cabo las validaciones más elementales tales como la verificación de que no existan campos vacíos, o que solo dígitos sean tecleados en los campos numéricos y solo letras en los que así lo requieren; y la clase “CICargarElementos”; que es la encargada de actualizar e insertar los valores correspondientes a las tablas y las listas desplegables mostradas en las interfaces. Con esta última clase se logra eficientemente la reutilización interna en la aplicación, pues muchos de los métodos declarados en ella son utilizados con frecuencia por varias de las clases interfaces.

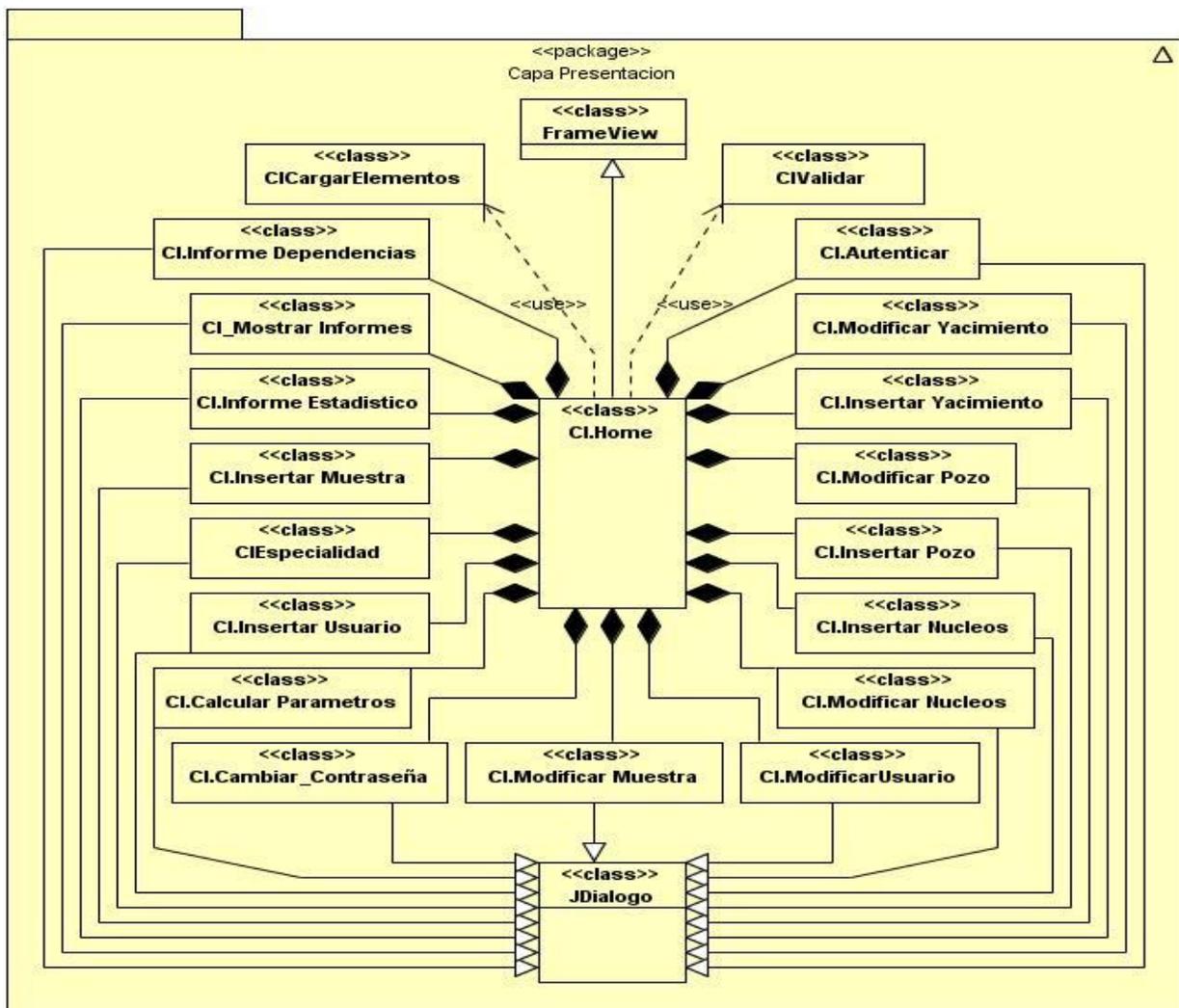


Figura 9. Clases del Diseño: Capa de Presentación.

#### 4.2.2. Capa de Lógica del Negocio.

La capa de Lógica del Negocio es la que contiene aquellos aspectos del sistema que apoyan los procesos del negocio, permite la construcción de la infraestructura de software y es la que establece las reglas que deben cumplirse. El sistema desarrollado cuenta con varias clases controladoras: “CCGestionarUsuario”, “CCGestionarYacimiento”, “CCGestionarPozo”, “CCGestionarNucleo”, “CCGestionarMuestra”, “CCParametros”, “CCInformes”, “CCGraficar” y “CCSignuc”, donde cada una se encarga de llevar a cabo funcionalidades específicas referentes a una parte del sistema determinada.

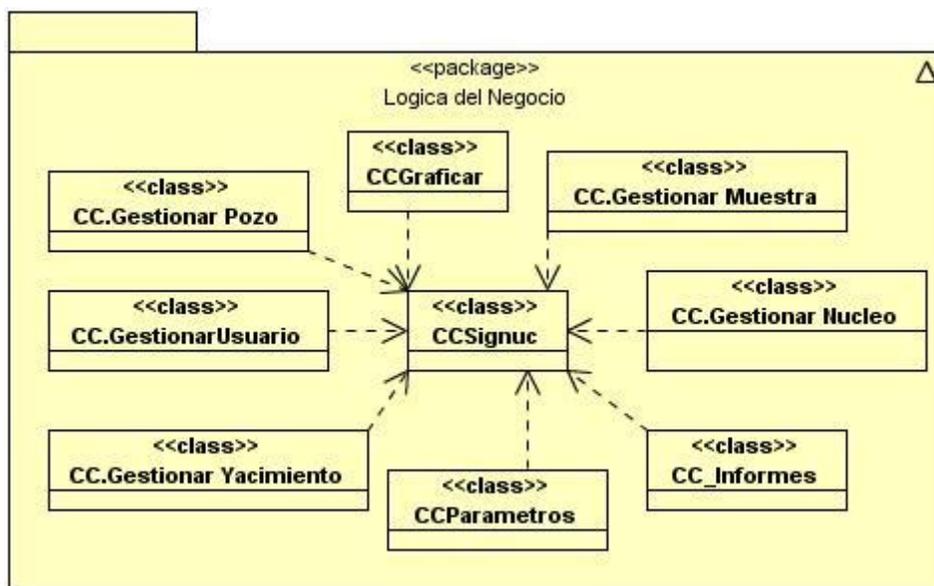


Figura 10. Clases del Diseño: Capa de Lógica del Negocio.

#### 4.2.3. Capa de Acceso a Datos.

La capa de Acceso a Datos es la que permite el acceso, almacenamiento y recuperación de la información existente en la base de datos. En esta capa es posible encontrar un primer paquete en el que se encuentran las clases “PersistentManager” y “SingletonPersistentManager” que son las encargadas de establecer una conexión única a la base de datos. El otro paquete está conformado por 38 clases, ajustándose a uno de los patrones de diseño usados para el desarrollo de SIGNUC: Simple Factory, que plantea la creación de objetos especializados únicamente en crear otros objetos. Por tanto, por cada tabla de la base de datos fueron creadas dos clases: la primera, que tiene como atributos los campos de la tabla correspondiente; y la segunda que es la encargada de crear objetos de la primera.

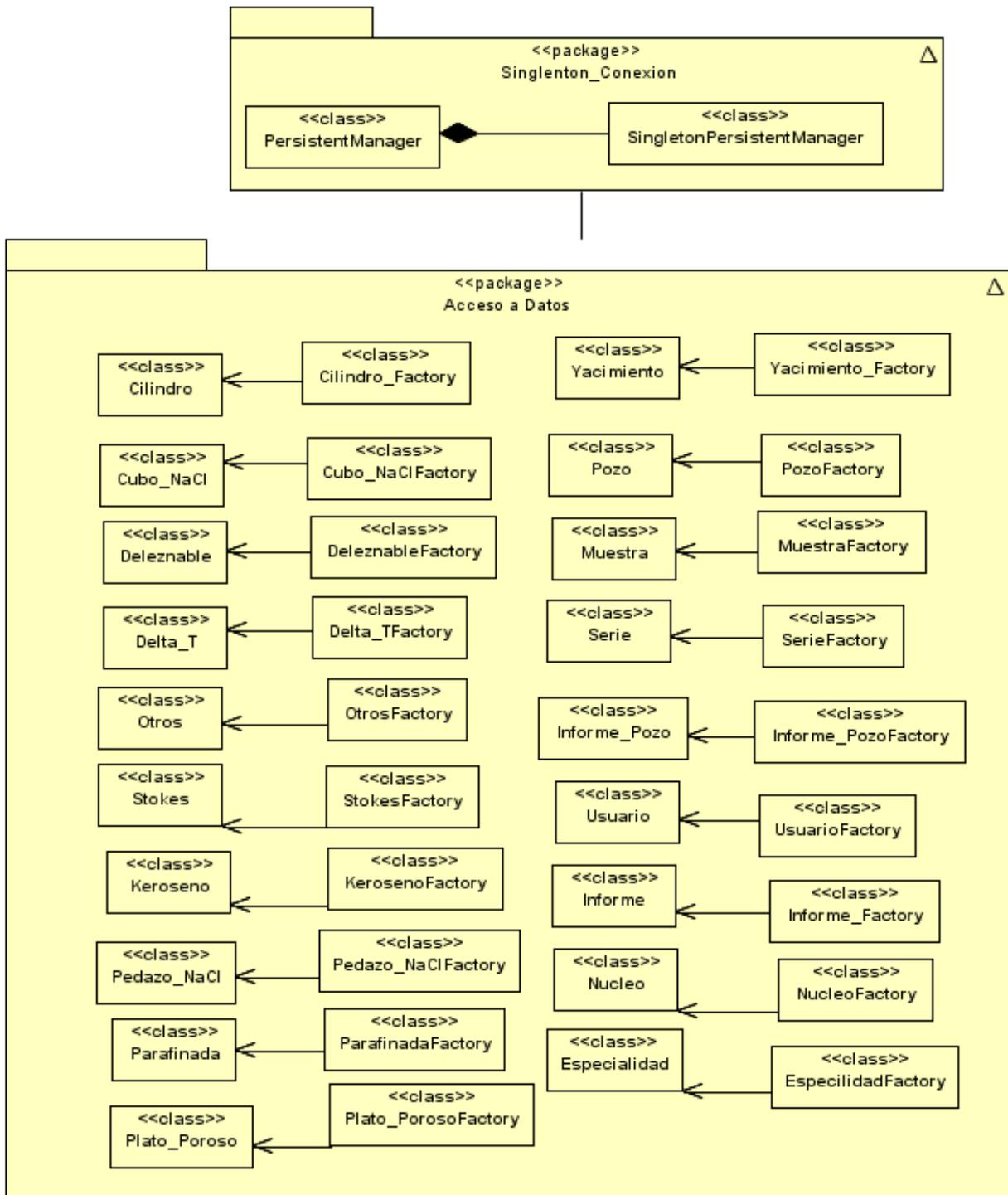


Figura 11. Clases del Diseño: Capa de Acceso a Datos.

### 4.2.4. Patrones de diseño.

“Un patrón de diseño es una descripción de clases y objetos comunicándose entre sí adaptada para resolver un problema de diseño general en un contexto particular.” (28) En el modelo de diseño del sistema de gestión de información de las muestras de núcleos fueron utilizados los patrones GRASP (Patrones de asignación de responsabilidades) y GoF (Grupo de los cuatro).

#### 4.2.4.1. Patrones GRASP utilizados en el diseño del sistema propuesto.

El patrón **Experto** propone la asignación de responsabilidades específicas a las clases creadas; es un principio básico que suele utilizarse en el diseño orientado a objetos. Expresa simplemente la "intuición" de que cada clase contiene los métodos relacionadas con la información que posee. Este patrón fue aplicado a todas las clases creadas durante la implementación del sistema, en las cuales se pueden encontrar, en algunos casos, las funcionalidades correspondientes al manejo de los atributos que pertenecen a cada una, y en otros, simplemente aquellas que son necesarias para cumplir el objetivo con que fueron creadas. Por ejemplo, la clase controladora “CCInformes”, de la capa de Lógica del Negocio, agrupa todos los métodos necesarios para la creación, modificación, eliminación y listado de informes en el sistema.

El patrón **Bajo Acoplamiento** propone la independencia de las clases del diseño con el fin de reducir el impacto de los cambios y permitir una mayor reutilización del código. Asigna las responsabilidades de forma tal que las clases se comuniquen entre sí lo menos posible. Este patrón es respetado durante la implementación del sistema pues se ha incluido la menor cantidad posible de dependencias entre las clases.

El patrón **Alta Cohesión** propone la colaboración entre clases para llevar a cabo tareas de elevada complejidad. En el caso de SIGNUC, existe colaboración entre las clases controladoras para hacer búsquedas complejas a la base de datos y otros procedimientos con cierta dificultad. Es necesario resaltar que las relaciones entre clases son mínimas, solo las necesarias para llevar a cabo satisfactoriamente las funcionalidades deseadas y respetar los principios del patrón Bajo Acoplamiento.

### 4.2.4.2. Patrones GoF utilizados en el diseño del sistema propuesto.

El patrón **fachada** provee de una interfaz unificada simple para acceder a una interfaz o grupo de interfaces, permite ocultar toda la complejidad del sistema mostrando solamente al usuario puntos de entrada y el acceso a introducir valores estando siempre ajeno al funcionamiento interno del sistema.

**Singleton** o instancia única, propone la restricción de la creación de objetos pertenecientes a una clase o el valor de un tipo a un único objeto. Este patrón es utilizado para garantizar que la clase “PersistentManager”, que es la encargada de establecer la conexión con la base de datos, sólo tenga una instancia y proporcionar un punto de acceso global a ella desde la clase “SingletonPersistentManager”.

### 4.2.4.3. Simple Factory como patrón de creación utilizado en el diseño del sistema propuesto.

En un sistema orientado a objetos se crean decenas, cientos o incluso miles de instancias de objetos, es por ello, que esta tarea no debe realizarse a la ligera pues puede conllevar a un bajo rendimiento del software desarrollado. Existen varios patrones que enuncian soluciones factibles a los problemas de creación de instancias de objetos, estos patrones reciben el nombre de **patrones de creación**.

Entre estos patrones, los más conocidos y usados son el **Creador**, que pertenece al grupo de patrones GRASP, y el **Factory**.

Existen varias adaptaciones del patrón Factory, ya que este puede ser ajustado en dependencia de los requerimientos del software a desarrollar. En el presente trabajo de diploma se ha escogido la utilización del **Simple Factory**, el cual propone la existencia de una clase que crea objetos de otras sin delegar responsabilidades, cuyos métodos, generalmente, son estáticos. En el sistema desarrollado las clases que crean instancias de otras tienen incluido en su nombre la cadena de caracteres “Factory” para una mejor identificación de las mismas. Por ejemplo, la clase “NucleoFactory”, de la capa de Acceso a Datos, es la responsable de crear los objetos de la clase “Nucleo” perteneciente a la misma capa antes mencionada.

## 4.3. Principios de Diseño.

### 4.3.1. Estándares de la Interfaz de la Aplicación.

La interfaz de usuario es un elemento clave en cualquier aplicación, esta debe ser legible, intuitiva y lo más eficiente posible, en vistas de lograr que el sistema cumpla con los requisitos expresados por el

usuario. Las interfaces de SIGNUC fueron diseñadas siguiendo los estándares de usabilidad enunciados en los requerimientos no funcionales, en aras de lograr que el cliente se adapte con mayor facilidad al producto a desarrollado.

De manera general, la aplicación cuenta con íconos representativos en cada una de las llamadas a las funcionalidades del sistema para que el cliente pueda identificarlas con mayor facilidad, así como combinaciones de teclas de acceso rápido con el fin de acceder directamente a algunas de ellas.

En todas las tablas mostradas en la aplicación aparecerán automáticamente barras desplazables cuando el volumen de información almacenada en las mismas requiera un espacio de visualización mayor que el de las dimensiones establecidas inicialmente por los desarrolladores. Esto permitirá el acceso de manera apropiada a todos los datos que se muestran en la aplicación.

En cuanto a las interfaces gráficas destinadas para insertar un usuario, yacimiento, pozo, núcleo, muestra o parámetros, se ha establecido un estándar para lograr que los que interactúen con el sistema se familiaricen fácilmente con el mismo. De igual manera se procedió con las interfaces gráficas para llevar a cabo la modificación y la eliminación de los elementos relacionados anteriormente.

La efectividad y eficiencia en las respuestas del sistema fueron factores importantes tomados en cuenta también. Sobre la base de lo anteriormente planteado se concibieron las interfaces de manera tal que sea solicitada, en una misma interfaz, toda la información que deba insertarse en una misma tabla de la base de datos y mostrar, de igual manera, todos los datos que sean solicitados a la misma.

#### **4.4. Diseño de la Base de Datos.**

El diseño de la base de datos es un paso crucial en el desarrollo del software que dará solución al problema científico de la presente investigación. Una correcta selección de las tablas que formarán parte de la misma, así como de la información que contendrá cada una y sus relaciones, y teniendo en cuenta las prácticas adecuadas de normalización, proporcionarán un rendimiento del sistema adecuado a las exigencias del cliente. Todo esto es relevante además en la minimización redundancia de la información y en la erradicación de la excesiva e innecesaria existencia de campos nulos en la base de datos.

## Capítulo 4. Construcción de la solución propuesta.

### 4.4.1. Diagrama de Clases Persistentes.

Luego de analizar las funcionalidades que deberá llevar a cabo el sistema propuesto, se procedió a identificar las clases persistentes, que son aquellas que contienen la información valiosa y que necesariamente debe ser almacenada en una base de datos. Estas clases tienen su origen las clases clasificadas como entidades. El Diagrama de Clases Persistentes modela las relaciones existentes entre estas clases.

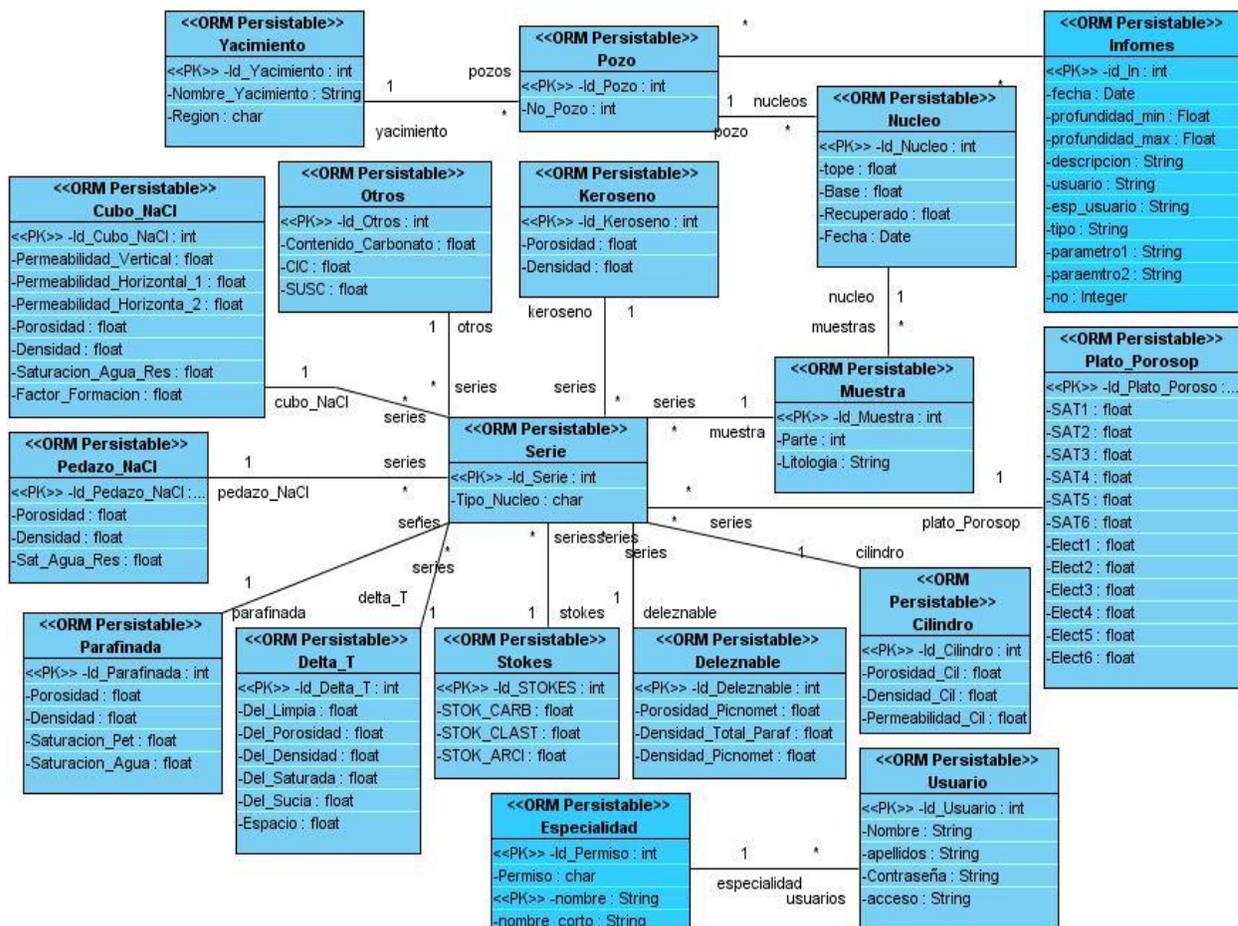


Figura 12. Diseño de la Base de datos: Diagrama de Clases Persistentes.

### 4.4.2. Modelo Entidad-Relación.

En el modelo Entidad-Relación se representan gráficamente las clases persistentes como tablas de la base de datos, con sus propiedades y relaciones. Durante la creación de este modelo, son realizadas las

## Capítulo 4. Construcción de la solución propuesta.

transformaciones necesarias para ajustar el diseño a la forma normal deseada: se crean las llaves foráneas teniendo en cuenta las distintas relaciones existentes y surgen las tablas como producto de las relaciones de “muchos a muchos” existentes. Es posible afirmar que la base de datos de SIGNUC, cuyo modelo Entidad-Relación se muestra en la Figura 13, se encuentra en la 3ra forma normal porque para todas sus tablas se cumple que:

- ✓ No existen atributos multievaluados.
- ✓ Los atributos no llaves dependen funcional y completamente de la llave primaria.
- ✓ No existen las dependencias transitivas de atributos no llaves respecto a la llave primaria.

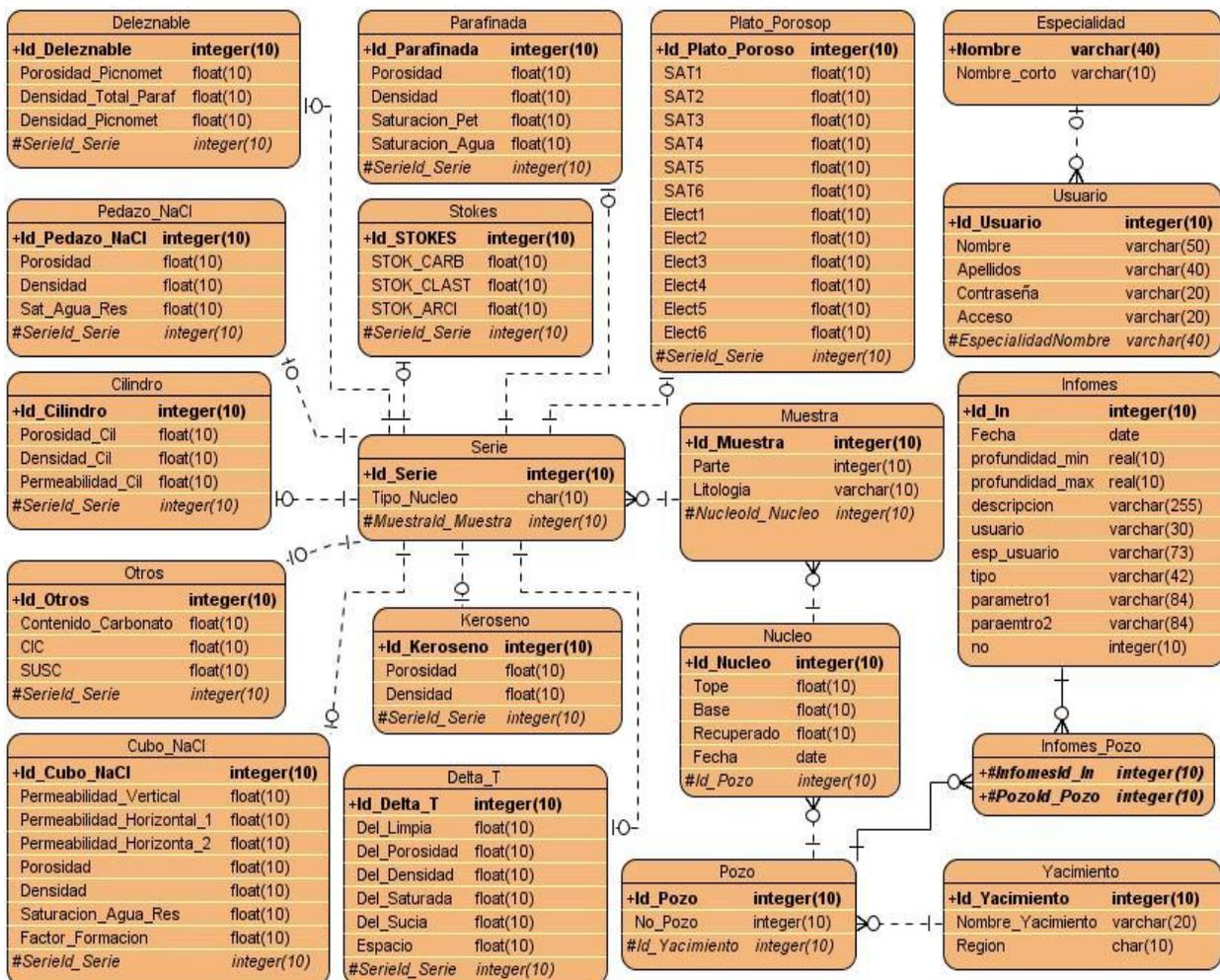


Figura 13. Diseño de la Base de datos: Modelo Entidad-Relación.

#### 4.5. Modelo de Despliegue.

El modelo de despliegue muestra las relaciones físicas entre los componentes de hardware y software en el sistema final. El sistema desarrollado, será ejecutado en el mismo ordenador en el que se encontrará la base de datos, que estará conectado a una impresora. La siguiente figura muestra el Diagrama de Despliegue de SIGNUC.

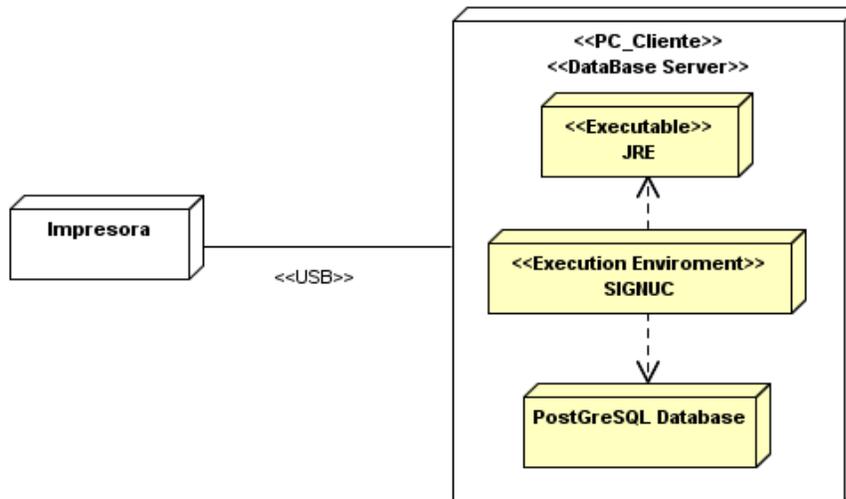


Figura 14. Diagrama de Despliegue.

#### 4.6. Modelo de Implementación.

El modelo de implementación está compuesto por un conjunto de subsistemas y componentes que constituyen la composición física de la implementación del sistema. Para lograr una mejor estructura y organización en la implementación del sistema “SIGNUC”, se organizaron las clases por componentes que permitió una mejor reutilización de código.

##### 4.6.1. Diagrama de Componentes.

Los diagramas de componentes son usados para estructurar el modelo de implementación en términos de subsistemas de implementación y mostrar las relaciones entre sus elementos. Los componentes representados pueden ser datos, archivos, ejecutables, código fuente y directorios. A continuación se muestra el correspondiente al sistema desarrollado.

## Capítulo 4. Construcción de la solución propuesta.

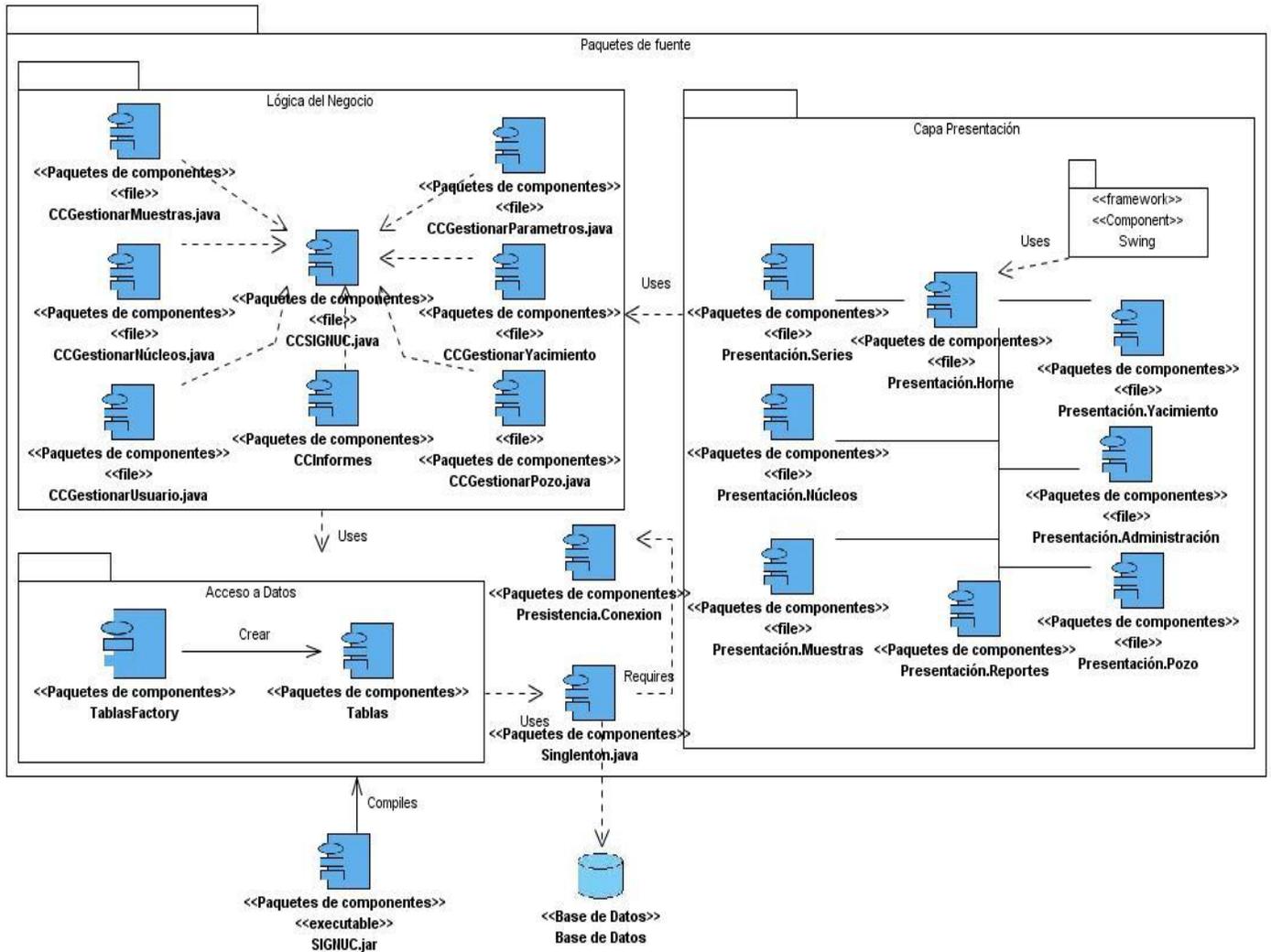


Figura 15. Diagrama de Componentes.

### 4.7. Prueba del sistema propuesto.

Las pruebas son técnicas de validación predominantes o procesos de ejecución de un programa con la intención de descubrir errores de una aplicación que antes no se habían descubierto. Al sistema desarrollado se le aplicaron varias pruebas para validar el cumplimiento de los requisitos enunciados por el cliente, dar una indicación de calidad al producto y comprobar que las consultas hechas a la base de datos respondieran eficientemente y en el menor tiempo posible. Para lograr lo anteriormente expresado, fueron hechas Pruebas de Caja Negra y de Carga.

**4.7.1. Pruebas de Caja Negra.**

Al producto “SIGNUC” se le fue aplicado el método de prueba de caja negra, este consiste en pruebas realizadas a la interfaz del sistema para demostrar que las funciones del software son operativas, que las entradas de datos se aceptan de forma adecuada y la información externa se mantiene. Se insertan datos desde las interfaces y se analizan las respuestas dadas por el sistema.

**4.7.1.1. Casos de Prueba.**

Un caso de prueba permite detallar la forma en que se va a probar el sistema, incluyendo los datos de entrada con las que se realizará la prueba correspondiente, las condiciones de ejecución y resultados obtenidos.

Deben verificar:

- ✓ Si el producto satisface los requerimientos del usuario, tal y como se describe en las especificación de los requerimientos.
- ✓ Si el producto se comporta como se desea, tal y como se describe en las especificaciones funcionales del diseño.

**4.7.1.1.1. Caso de prueba para el caso de uso del sistema: “Autenticar\_Usuario”.**

Entrada.	Resultados.	Condiciones.
El usuario desea acceder al sistema, por lo que introduce los datos:  Usuario: “loeches”.  Contraseña: “••••” (1234).	El sistema muestra la interfaz principal, con las funcionalidades, en dependencia del rol que tenga el usuario.	Exista conexión entre la aplicación y la Base de Datos del sistema.
El usuario desea acceder al sistema, por lo que introduce los datos:  Usuario: “Loeches”.  Contraseña: “•••” (123).	El sistema notifica al usuario que la contraseña es incorrecta. Ejemplo: “La contraseña correspondiente al usuario loeches es incorrecta. Intente otra vez. Si los problemas para acceder persisten, consulte al Administrador del Sistema”	La contraseña para acceder al sistema está mal.

<p>El usuario desea acceder al sistema, por lo que introduce los siguientes Datos:</p> <p>Usuario: "as12as".</p> <p>Contraseña: "...." (1234).</p>	<p>El sistema notifica que no existe el nombre de usuario con el que pretende acceder al sistema. Ejemplo: "El usuario insertado no tiene permisos para acceder a SIGNUC. Verifique los datos insertados o comuníquese con el Administrador del sistema".</p>	<p>El usuario no está registrado en la aplicación.</p>
--	---	--

Tabla 18. Caso de prueba para el caso de uso del sistema: "Autenticar Usuario".

**4.7.1.1.2. Caso de prueba para el caso de uso del sistema: "Gestionar\_Usuario".**

Sección "Insertar Usuario".		
Entrada.	Resultados.	Condiciones.
<p>El usuario solicita la opción "Insertar Usuario" y se muestra un formulario para insertar los datos requeridos. Este selecciona la opción "Insertar" dejando algunos campos vacíos, o simplemente dejándolos todos vacíos.</p>	<p>El sistema notifica al usuario que es necesario que inserte los datos solicitados. Ejemplo: "Usted debe insertar todos los datos solicitados".</p>	<p>No se registren valores vacíos en los campos de entrada de datos para registrar un nuevo usuario.</p>
<p>El usuario solicita la opción "Insertar Usuario" y se muestra un formulario para insertar los datos requeridos. Este introduce los siguientes datos:</p> <p>Usuario: "csuarez".</p> <p>Nombre: "Carelys".</p> <p>Apellidos: "Suárez".</p> <p>Especialidad: "Ingeniera".</p> <p>Contraseña: "...." (care).</p>	<p>El sistema registra el nuevo usuario, y notifica que la operación se ha llevado a cabo satisfactoriamente. Ejemplo: Se ha insertado satisfactoriamente el usuario csuarez con un acceso total al Sistema.</p>	<p>No exista el usuario en la aplicación.</p>

<p>Verificar contraseña: “••••” (care).</p> <p>Acceso: “Total”.</p>		
<p>El usuario solicita la opción “Insertar Usuario” y se muestra un formulario para insertar los datos requeridos. Este introduce los siguientes datos:</p> <p>Usuario:”csuarez”.</p> <p>Nombre: “Carel”.</p> <p>Apellidos: “Arencibia”.</p> <p>Especialidad: “Ingeniera”.</p> <p>Contraseña: “•••••” (carel).</p> <p>Verificar contraseña: “•••••” (carel).</p> <p>Acceso: “Total”.</p>	<p>El sistema notifica que el usuario que se pretende insertar ya está registrado en la base de datos. Ejemplo: “No es posible llevar a cabo la inserción pues ya existe en el sistema el usuario csuarez”.</p>	<p>El usuario ya está registrado en la base de datos.</p>
<p>El usuario solicita la opción “Insertar Usuario” y se muestra un formulario para insertar los datos requeridos. El usuario introduce los siguientes datos:</p> <p>Usuario:”assantos”.</p> <p>Nombre: “Anibal”.</p> <p>Apellidos: “Santos”.</p> <p>Especialidad: “Ingeniero”.</p> <p>Contraseña: “•••••” (santo).</p> <p>Verificar contraseña: “•••••” (santos).</p> <p>Acceso: “Total”.</p>	<p>El sistema notifica al usuario que las contraseñas no coinciden: Ejemplo: “Las contraseñas escritas no coinciden. Tecléelas nuevamente”.</p>	<p>Las contraseñas tecleadas son diferentes.</p>

<b>Sección “Modificar Usuario”.</b>		
<b>Entrada.</b>	<b>Resultados.</b>	<b>Condiciones.</b>
El usuario selecciona la opción “Modificar Usuario”, pero no ha seleccionado de la tabla mostrada el usuario cuya información desea cambiar.	El sistema muestra un mensaje para informarle que debe seleccionar el usuario que desea modificar. Ejemplo: “Para modificar a un usuario debe usted escogerlo de la tabla mostrada.”	El usuario a modificar debe estar seleccionado en la tabla mostrada.
El usuario escoge el usuario a modificar: “csuarez” y selecciona la opción “Modificar Usuario”. El sistema muestra una interfaz con los datos de la especialidad y el acceso que pueden ser cambiados.	Se modifican estos datos y el sistema muestra un mensaje de confirmación. Ejemplo: “Se ha modificado satisfactoriamente la información referente al usuario csuarez”.	Seleccionar los datos a modificar.
<b>Sección “Eliminar Usuario”.</b>		
<b>Entrada.</b>	<b>Resultados.</b>	<b>Condiciones.</b>
El usuario selecciona la opción “Eliminar usuario”, pero no ha seleccionado de la tabla mostrada el usuario que desea eliminar.	El sistema muestra un mensaje informando que se debe seleccionar el usuario a eliminar. Ejemplo: “Para eliminar un usuario debe usted escogerlo en la tabla mostrada”.	El usuario a eliminar debe estar seleccionado en la tabla mostrada.
El usuario selecciona la opción “Eliminar usuario” y el usuario que desea eliminar: “csuarez”. El sistema muestra un mensaje para confirmar la acción y el usuario selecciona la opción “Sí” (confirma).	El sistema elimina de la base de datos el usuario seleccionado y notifica que la operación fue llevada a cabo satisfactoriamente. Ejemplo: “El usuario seleccionado fue eliminado satisfactoriamente”.	Que sea confirmado que se desea eliminar el usuario seleccionado.

<p>El usuario selecciona la opción “Eliminar usuario” y el usuario que desea eliminar: “csuarez”. El sistema muestra un mensaje para confirmar la acción y el usuario selecciona la opción “No” (deniega).</p>	<p>El sistema muestra al usuario el formulario anterior y no se eliminan los datos seleccionados.</p>	<p>Que no sean eliminados los datos seleccionados si el usuario se arrepiente.</p>
--	---	--

Tabla 19. Caso de prueba para el caso de uso del sistema: “Gestionar\_Usuario”.

**4.7.1.1.3. Caso de prueba para el caso de uso del sistema: “Gestionar\_Yacimiento”.**

Sección “Insertar Yacimiento”.		
Entrada.	Resultados.	Condiciones.
<p>El usuario selecciona la opción “Insertar Yacimiento” y se muestra un formulario para insertar los datos requeridos, este deja algunos campos vacíos o simplemente los deja todos vacíos y selecciona la opción “Insertar”.</p>	<p>El sistema muestra un mensaje de Datos Incompletos. Ejemplo: “Debe insertar toda la información solicitada: no deben existir campos vacíos”.</p>	<p>Que sea insertada toda la información requerida.</p>
<p>El usuario selecciona la opción “Insertar Yacimiento” y se muestra un formulario para insertar los datos requeridos. Este inserta los siguientes datos:  Nombre: “Boca de Jaruco”  Región: “Occidental”.</p>	<p>El sistema muestra un mensaje de Datos Insertados Satisfactoriamente. Ejemplo: “Se ha insertado satisfactoriamente el yacimiento Boca de Jaruco perteneciente a la región Occidental”.</p>	<p>Que sea insertado un yacimiento.</p>
Sección “Modificar Yacimiento”.		
Entrada.	Resultados.	Condiciones.

<p>El usuario selecciona la opción “Modificar Yacimiento” pero no ha seleccionado de la tabla mostrada el yacimiento cuya información desea cambiar.</p>	<p>El sistema muestra un mensaje de Operación Fallida. Ejemplo: “Para modificar un Yacimiento debe usted escogerlo en la tabla mostrada”.</p>	<p>El yacimiento a modificar debe estar seleccionado en la tabla mostrada.</p>
<p>El usuario selecciona la opción “Modificar Yacimiento” y escoge el yacimiento a modificar: “Varadero”, El sistema muestra una interfaz con los datos que pueden ser cambiados.</p>	<p>Se modifican estos datos y el sistema muestra un mensaje de confirmación. Ejemplo: “Se ha modificado satisfactoriamente la información referente al yacimiento Varadero”.</p>	<p>Seleccionar los datos a modificar.</p>

**Sección “Eliminar Yacimiento”.**

<b>Entrada.</b>	<b>Resultados.</b>	<b>Condiciones.</b>
<p>El usuario selecciona la opción “Eliminar yacimiento”, pero no ha seleccionado de la tabla mostrada el yacimiento que desea eliminar.</p>	<p>El sistema muestra un mensaje informando que se debe seleccionar el yacimiento a eliminar. Ejemplo: “Para eliminar un yacimiento debe usted escogerlo en la tabla mostrada”.</p>	<p>El yacimiento a eliminar debe estar seleccionado en la tabla mostrada.</p>
<p>El usuario selecciona la opción “Eliminar yacimiento” y el yacimiento que desea eliminar: “Boca de Jaruco”. El sistema muestra un mensaje para confirmar la acción y el usuario selecciona la opción “Sí” (confirma).</p>	<p>El sistema elimina de la base de datos el yacimiento seleccionado y notifica que la operación fue llevada a cabo satisfactoriamente. Ejemplo: “El yacimiento seleccionado fue eliminado satisfactoriamente”.</p>	<p>Que sea confirmado que se desea eliminar el yacimiento seleccionado.</p>
<p>El usuario selecciona la opción “Eliminar yacimiento” y el yacimiento</p>	<p>El sistema muestra al usuario el formulario anterior y no se eliminan los</p>	<p>Que no sean eliminados los datos</p>

<p>que desea eliminar: “Boca de Jaruco”. El sistema muestra un mensaje para confirmar la acción y el usuario selecciona la opción “No” (deniega).</p>	<p>datos seleccionados.</p>	<p>seleccionados si el usuario se arrepiente.</p>
---	-----------------------------	---

Tabla 20. Caso de prueba para el caso de uso del sistema: “Gestionar\_Yacimiento”.

#### 4.7.2. Prueba de Carga.

Las Pruebas de Carga fueron realizadas al sistema SIGNUC para determinar el tiempo de respuesta de la Base de Datos ante peticiones concurrentes hechas por los usuarios. En este caso se le realizó varias consultas a las tablas “Usuario”, “Especialidad”, “Informe”, “Stokes”, “Serie”, “Núcleo” y “Muestra”, dando como resultado el tiempo Promedio de respuesta y el tiempo Máximo que se puede demorar el sistema antes estas peticiones concurrentes hechas por 100 usuarios. Esta prueba se realizó con la herramienta de carga JMeter que permite llevar a cabo simulaciones sobre cualquier recurso de software. Posee la capacidad de realizar desde una solicitud sencilla hasta secuencias de mayor envergadura simulando la aplicación en tiempo de ejecución. A continuación se presentan algunas tablas y gráficos producto de las pruebas de carga de la base de datos, realizadas con la herramienta JMeter.

Label	# Muestras	Media	Mediana	Linea de 90%	Mín	Máx	% Error	Rendimiento
Request Stoke	500	499	72	2638	0	3439	0,00%	84,7/sec
Request Especialidad	500	167	4	296	0	2862	0,00%	88,7/sec
Request Informe	500	152	12	518	1	2592	0,00%	111,4/sec
Request Usuario	500	36	4	85	0	599	0,00%	197,5/sec
Request Serie_Nucleo_Muestra	500	87	49	189	0	831	0,00%	197,5/sec
TOTAL	2500	188	14	399	0	3439	0,00%	423,2/sec

Tabla 21. Parámetros de rendimiento evaluados por la herramienta JMeter.

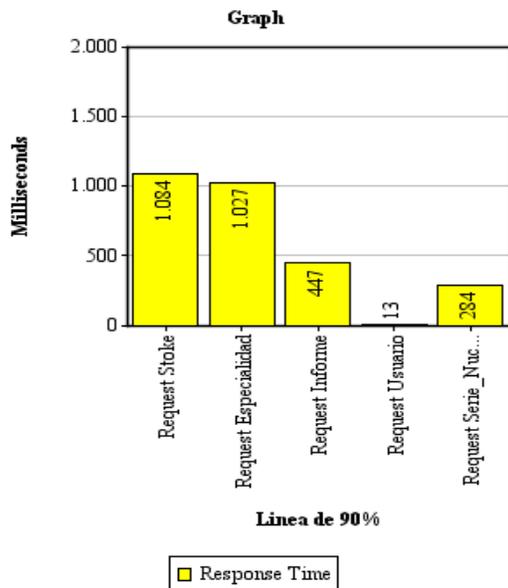


Figura 16. Tiempos Máximos de Respuesta.

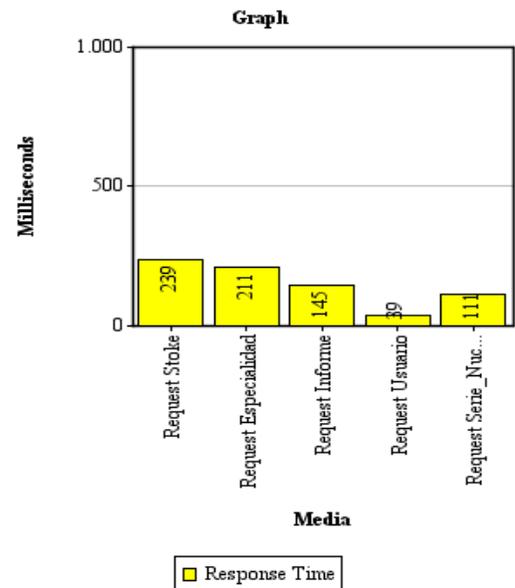


Figura 17. Tiempos Promedios de Respuesta.

#### 4.8. Conclusiones.

Durante el Capítulo 4 y final del presente trabajo de diploma han quedado expuestos los principales artefactos de los flujos de trabajo: Análisis y Diseño, Implementación, Prueba y Despliegue. Quedaron evidenciadas las características principales del sistema desarrollado como solución al problema científico planteado mediante la representación de sus funcionalidades en el diagrama de Clases del Diseño y el modelo de componentes. Se ha arribado a la conclusión, mediante las pruebas hechas a la aplicación, de que SIGNUC cumple de manera satisfactoria con las funcionalidades identificadas durante el proceso de desarrollo del software llevado a cabo en como parte de la presente investigación. Los patrones de diseño utilizados ayudaron eficientemente y con resultados positivos, a lograr un adecuado rendimiento del sistema desarrollado.

## Conclusiones.

SIGNUC es un sistema desarrollado con la finalidad de llevar a cabo el proceso de gestión de la información de las muestras de núcleos en el CEINPET, sus aplicaciones en el campo de la petrofísica son múltiples y por tanto puede llegar a ser de gran utilidad para la industria petrolera cubana. Luego de la realización, en su totalidad, de las tareas de investigación científica, es posible afirmar que se han cumplido todos los objetivos propuestos a lo largo de este trabajo de diploma. Durante la presente investigación se ha arribado a las siguientes conclusiones:

- ✓ Las aplicaciones informáticas encargadas de llevar a cabo los procesos de gestión de la información de muestras de núcleos son desarrolladas principalmente por países capitalistas desarrollados, y los países del tercer mundo, para acceder a estas tecnologías, deben pagar altos precios.
- ✓ Las herramientas, metodología de desarrollo y lenguajes utilizados, brindaron el soporte necesario para lograr un producto con los requerimientos deseados, además de proporcionarle al mismo una calidad y rendimiento acordes a las exigencias planteadas por el cliente.
- ✓ La aplicación desarrollada, además de otorgar mayor rapidez al proceso de gestión de la información de muestras de núcleos en el CEINPET, confiere mejoras a la seguridad de los datos y a la precisión de los resultados de los informes y parámetros petrofísicos manejados en este centro.

Como es posible notar, como resultado de este trabajo de diploma se dotará al CEINPET de una herramienta inexistente anteriormente en el país y que puede ser de gran utilidad para la caracterización petrofísica de áreas de exploración y explotación petrolera. Es necesario destacar que el sistema fue desarrollado utilizando básicamente herramientas de software libre, entre las cuales se encuentran el PostgreSQL, utilizado como gestor de base de datos, y el entorno de desarrollo Integrado NetBeans, logrando la libertad tecnológica del producto y cumpliendo con los lineamientos de producción de software de la Universidad de Las Ciencias Informáticas (UCI) y el país.

### Recomendaciones.

El objetivo general de la investigación realizada ha sido logrado y por tanto se ha creado una aplicación con las funcionalidades necesarias para que el proceso de gestión de la información de muestras de núcleos en el CEINPET sea más rápido. Sin embargo es necesario destacar que durante el desarrollo de la misma se han identificado ciertas mejoras que podrían implementarse en un futuro en aras de darle una mayor efectividad y utilidad al producto obtenido. Es por ello que se recomienda realizar una segunda versión del mismo que posibilite:

- ✓ Interactuar de forma dinámica con los gráficos mostrados en las interfaces: seleccionar la escala deseada, eliminar valores a representar y combinar gráficos, entre otros.
- ✓ Hacer dinámica la asignación de fórmulas necesarias para calcular los valores de determinados parámetros petrofísicos.

Se recomienda además la integración del sistema realizado con otros componentes desarrollados para el CEINPET por el polo productivo "PetroSoft" de la Universidad de las Ciencias Informáticas.

## Bibliografía Referenciada.

- (1) CÓDICO GEOLÓGICO DE VENEZUELA. Glosario de Rocas [en línea]. Módulo: Rocas de Venezuela, Museo Geológico Virtual de Venezuela. [Fecha de consulta: 8 de enero del 2009]. Disponible en Internet: <<http://www.pdvsa.com/lexico/museo/rocas/n-glosario.htm>>
- (2) PEMEX EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN. Las reservas de hidrocarburos de México: Evaluación al 1 de enero de 2006 [en línea]. PEMEX.com. [Fecha de consulta: 8 de enero del 2009]. Disponible en Internet: <<http://www.pemex.com/files/content/Glosario.pdf>>
- (3) BARBERII, Efraín E. El Pozo Ilustrado. 4ta ed. Caracas, Venezuela: Ediciones FONCIED, 1998.
- (4) RODRIGUEZ LOECHES, Juan. "Porosidad" Conferencia 2. Centro de Investigaciones del petróleo (CEINPET). Cuba, 2007.[Material digital]
- (5) DE LA VEGA ORTEGA, Miguel. Problemas de Ingeniería de Puesta a Tierra. 2da ed. México D.F, México: Editorial Limusa, S.A. de C.V., Grupo Noriega de Editores, 2002.
- (6) FAMIGLIETTI, Nathaly. ¿Por qué la petrofísica es importante en el estudio de los campos petroleros? [en línea]. Pregunte a los especialistas de SEED. [Fecha de consulta: 11 de enero del 2009]. Disponible en Internet: <<http://www.seed.slb.com/qa2/FAQView.cfm?ID=914&Language=ES>>
- (7) ALFONZO HERNÁNDEZ, Imerú. Rocas Sedimentarias, Elementos Texturales. [en línea]. Extremos. [fecha de consulta: 14 de enero de 2009]. Disponible en Internet: <<http://www.extremos.org.ve/Rocas-Sedimentarias-Elementos.html>>
- (8) SÁNCHEZ, San Ramón. Conceptos Fundamentales de Hidrogeología. [en línea]. Departamento de Geología de la Universidad de Salamanca, España. [fecha de consulta: 14 de enero de 2009]. Disponible en Internet: <<http://web.usal.es/~javisan/hidro/temas/T075.pdf>.>
- (9) AGUIRRE, Eduardo. El petróleo, una visión sencilla de nuestra industria petrolera. [en línea]. RevistaCiencias.com. [fecha de consulta: 14 de enero de 2009]. Disponible en Internet: <<http://www.revistaciencias.com/publicaciones/EEuIVpukVEhuVhccEr.php>>

- (10) LOECHES RODRIGUEZ, Juan. "Propiedades Petrofísicas de la Roca" Conferencia Introductoria. CEINPET. Cuba, 2007 .[Material digital]
- (11) PEMEX EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN. Glosario. [en línea] PEMEX.com. [Fecha de consulta: 17 de enero del 2009]. Disponible en Internet: <[http://www.pemex.com/files/dcf/Glosario\\_2005.pdf](http://www.pemex.com/files/dcf/Glosario_2005.pdf)>
- (12) IPENZA, César A. Términos y abreviaturas. [en línea]. El Observatorio de Actividades Hidrocarburíferas en el Perú. [Fecha de consulta: 20 de enero del 2009]. Disponible en Internet: <[http://www.observaperu.com/index.php?option=com\\_content&task=view&id=79&Itemid=54](http://www.observaperu.com/index.php?option=com_content&task=view&id=79&Itemid=54)>
- (13) SCHLUMBERGUER. Reservoir. [en línea]. Oilfield Glossary. [Fecha de consulta: 21 de enero del 2009]. Disponible en Internet: <<http://www.glossary.oilfield.slb.com/Display.cfm?Term=reservoir>>
- (14) PETRÓLEOS DE VENEZUELA S.A. Glosario petrolero. [en línea]. PDVSA.com. [Fecha de consulta: 21 de enero del 2009]. Disponible en Internet: <[http://www.pdvsa.com/index.php?tpl=interface.sp/design/glosario/search.tpl.html&newsid\\_temas=51&newsid\\_idterm=146&newsid\\_termino=yacimiento&newsid\\_lugar=3](http://www.pdvsa.com/index.php?tpl=interface.sp/design/glosario/search.tpl.html&newsid_temas=51&newsid_idterm=146&newsid_termino=yacimiento&newsid_lugar=3)>
- (15) CÁMARA BOLIVIANA DE HIDROCARBUROS. ABC de la Industria. [en línea]. Sitio Wb Oficial de la CBH. [Fecha de consulta: 23 de enero del 2009]. Disponible en Internet: <<http://www.cbh.org.bo/es/index.php?cat=60&pla=5&palabra=p&pag=3>>
- (16) ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE OPERADORES DE PRODUCTOS PETROLÍFEROS. Glosario de términos relativos al petróleo. [en línea]. [Fecha de consulta: 23 de enero del 2009]. Disponible en Internet: <[http://elpetroleo.aop.es/Glosario/glosario\\_o-p.html](http://elpetroleo.aop.es/Glosario/glosario_o-p.html)>
- (17) COLABORADORES DE PETRÓLEO. Análisis petrofísico y de productividad para reservorios de carbonatos [en línea]. Petróleo, versión digital de la revista Petróleo Internacional. [fecha de consulta: 11 de enero del 2009]. Disponible en Internet: <[http://www.petroleo.com/pi/secciones/PI/ES/MAIN/M/NOTICIAS\\_PRODUCTOS/doc\\_65217\\_HTML.html?idDocumento=65217](http://www.petroleo.com/pi/secciones/PI/ES/MAIN/M/NOTICIAS_PRODUCTOS/doc_65217_HTML.html?idDocumento=65217)>
- (18) GEOMODELING. Productos [en línea]. Geomodeling, fuente de innovación. [fecha de consulta: 11 de enero del 2009]. Disponible en Internet: <<http://www.geomodeling.com/espanol/products.htm>>

## Bibliografía Referenciada.

---

- (19) LOGICOM E&P OIL SOFTWARE. Software [en línea]. Logicom E&P Oil Software. [Fecha de consulta: 10 de enero del 2009]. Disponible en Internet: <<http://www.logicomep.com/software.htm>>
- (20) IVAR, Jacobson, BOOCH, Grady y RUMBAUGH, James. El proceso unificado de desarrollo de software, Volumen I. La Habana, Editorial Félix Varela, 2004.
- (21) AU, Stella. Paradigma Visual para UML Enterprise Edition. [en línea] Javalobby.org. [Fecha de consulta: 24 de febrero de 2009]. Disponible en Internet: <<http://www.javalobby.org/forums/thread.jspa?forumID=17&threadID=17168>>
- (22) SAABEDRA GUTIÉRREZ, Jorge A. EL Mundo Informático. Lenguajes de Programación. [En línea] [Fecha de consulta: 27 febrero, 2009]. Disponible en Internet: <<http://jorgesaavedra.wordpress.com/2007/05/05/lenguajes-de-programacion/>>
- (23) GONZÁLEZ, Carlo D. Introducción a C++ y a la Resolución de problemas. [en línea] Usabilidadweb. [Fecha de consulta: 17 de febrero de 2009.] Disponible en Internet: <<http://www.usabilidadweb.com.ar/cpp.php>>
- (24) CENTRO DE TECNOLOGÍA INFORMÁTICA DE LA UNIVERSIDAD DE NAVARRA. Introducción a Java. [en línea]. UNAV.es. [Fecha de consulta: 1 de marzo de 2009.] Disponible en Internet: <<http://www.unav.es/SI/manuales/Java/indice.html>>
- (25) COLECCIÓN DE AUTORES. Ventajas y Desventajas: Comparación de los Lenguajes C, C++ y Java. [En línea] 11 de noviembre de 2006. [Fecha de consulta: 4 de marzo de 2009.] Disponible en Internet: <[http://www.americati.com/doc/ventajas\\_c/ventajas\\_c.html](http://www.americati.com/doc/ventajas_c/ventajas_c.html)>
- (26) ALVAREZ, Sara. Sistema de gestores de base de datos. [En línea]. Desarrolloweb. [Fecha de consulta: 9 de marzo de 2009.] Disponible en Internet: <<http://www.desarrolloweb.com/articulos/sistemas-gestores-bases-datos.html>>
- (27) THOMSON, Laura y WELLING, Luke. Desarrollo Web Con Php Y Mysql. [En línea]. Agapea. Libros Urgentes. [Fecha de consulta: 10 de marzo de 2009.] Disponible en Internet: <<http://www.agapea.com/libros/Desarrollo-Web-con-PHP-y-MySQL-isbn-8441515697-i.htm>>

## Bibliografía Referenciada.

---

- (28) Larman, C. "UML y patrones". Tomo I. Capítulos 18, Páginas 185-215.

## Bibliografía Consultada.

AGUIRRE, Eduardo. El petróleo, una visión sencilla de nuestra industria petrolera. [en línea]. RevistaCiencias.com. [fecha de consulta: 14 de enero de 2009]. Disponible en Internet: <<http://www.revistaciencias.com/publicaciones/EEuIVpukVEhuVhccEr.php>>

ALFONZO HERNÁNDEZ, Imerú. Rocas Sedimentarias, Elementos Texturales. [en línea]. Extremos. [fecha de consulta: 14 de enero de 2009]. Disponible en Internet: <<http://www.extremos.org.ve/Rocas-Sedimentarias-Elementos.html>>

ALVAREZ, Sara. Sistema de gestores de base de datos. [en línea]. Desarrolloweb. [fecha de consulta: 9 de marzo de 2009.] Disponible en Internet: <<http://www.desarrolloweb.com/articulos/sistemas-gestores-bases-datos.html>>

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE OPERADORES DE PRODUCTOS PETROLÍFEROS. Glosario de términos relativos al petróleo. [en línea]. [fecha de consulta: 23 de enero del 2009]. Disponible en Internet: <[http://elpetroleo.aop.es/Glosario/glosario\\_o-p.html](http://elpetroleo.aop.es/Glosario/glosario_o-p.html)>

AU, Stella. Paradigma Visual para UML Enterprise Edition. [en línea] Javalobby.org. [fecha de consulta: 24 de febrero de 2009]. Disponible en Internet: <<http://www.javalobby.org/forums/thread.jspa?forumID=17&threadID=17168>>

BARBERII, Efraín E. El Pozo Ilustrado. 4ta ed. Caracas, Venezuela: Ediciones FONCIED, 1998.

CÁMARA BOLIVIANA DE HIDROCARBUROS. ABC de la Industria. [en línea]. Sitio Wb Oficial de la CBH. [fecha de consulta: 23 de enero del 2009]. Disponible en Internet: <<http://www.cbh.org.bo/es/index.php?cat=60&pla=5&palabra=p&pag=3>>

CENTRO DE TECNOLOGÍA INFORMÁTICA DE LA UNIVERSIDAD DE NAVARRA. Introducción a Java. [en línea]. UNAV.es. [fecha de consulta: 1 de marzo de 2009.] Disponible en Internet: <<http://www.unav.es/SI/manuales/Java/indice.html>>

CÓDIGO GEOLÓGICO DE VENEZUELA. Glosario de Rocas [en línea]. Módulo: Rocas de Venezuela, Museo Geológico Virtual de Venezuela. [fecha de consulta: 8 de enero del 2009]. Disponible en Internet: <<http://www.pdvsa.com/lexico/museo/rocas/n-glosario.htm>>

COLABORADORES DE PATAGÓNICO NET. Cómo ubicar zonas productivas pasadas por alto [en línea]. Patagónico Net. [fecha de consulta: 10 de enero del 2009]. Disponible en Internet:<<http://www.elpatagonico.net/index.php?item=energia%7Cview&ref=suplementos&id=21429>>

COLABORADORES DE PETRÓLEO. Análisis petrofísico y de productividad para reservorios de carbonatos [en línea]. Petróleo, versión digital de la revista Petróleo Internacional. [fecha de consulta: 11 de enero del 2009]. Disponible en Internet: <[http://www.petroleo.com/pi/secciones/PI/ES/MAIN/M/NOTICIAS\\_PRODUCTOS/doc\\_65217\\_HTML.html?idDocumento=65217](http://www.petroleo.com/pi/secciones/PI/ES/MAIN/M/NOTICIAS_PRODUCTOS/doc_65217_HTML.html?idDocumento=65217)>

COLECCIÓN DE AUTORES. Ventajas y Desventajas: Comparación de los Lenguajes C, C++ y Java. [en línea] 11 de noviembre de 2006. [fecha de consulta: 4 de marzo de 2009.] Disponible en Internet: <[http://www.americati.com/doc/ventajas\\_c/ventajas\\_c.html](http://www.americati.com/doc/ventajas_c/ventajas_c.html)>

DANIELE, Marcela. MARTELLO, Paola. BAUM, Gabriel. Traducción del Modelo Genérico del Modelo de Negocio a Object-Z. [en línea] Universidad Nacional de Río Cuarto, Facultad de Ciencias Exactas, Fco-Qcas y Naturales - Dpto. de Computación. [fecha de Consulta: 10 de marzo de 2009.] Disponible en Internet: <<https://dc.exa.unrc.edu.ar/wicc/papers/IngenieriaSoftware/99.pdf>>

DE LA VEGA ORTEGA, Miguel. Problemas de Ingeniería de Puesta a Tierra. 2da ed. México D.F, México: Editorial Limusa, S.A. de C.V., Grupo Noriega de Editores, 2002.

ESPINOZA, Humberto. PostgreSQL: Una Alternativa de DBMS Open Source. [en línea] Open World. [fecha de consulta: 10 de marzo de 2009.] Disponible en Internet: <[http://www.lgs.com.ve/pres/PresentacionES\\_PSQL.pdf](http://www.lgs.com.ve/pres/PresentacionES_PSQL.pdf)>

FAMIGLIETTI, Nathaly. ¿Por qué la petrofísica es importante en el estudio de los campos petroleros? [en línea]. Pregunte a los especialistas de SEED. [fecha de consulta: 11 de enero del 2009]. Disponible en Internet: <<http://www.seed.slb.com/qa2/FAQView.cfm?ID=914&Language=ES>>

GARCIA, C. C. ¿Qué son las bases de datos? [en línea]. Maestros de la Web. [fecha de consulta: 04 de mayo de 2009]. Disponible en Internet: <<http://www.maestrosdelweb.com/principiantes/%C2%BFque-son-las-bases-de-datos/>>

GEOMODELING. Productos [en línea]. Geomodeling, fuente de innovación. [fecha de consulta: 11 de enero del 2009]. Disponible en Internet: <<http://www.geomodeling.com/espanol/products.htm>>

GONZÁLEZ, Carlo D. Introducción a C++ y a la Resolución de problemas. [en línea] Usabilidad web. [fecha de consulta: 17 de febrero de 2009.] Disponible en Internet: <<http://www.usabilidadweb.com.ar/cpp.php>>

HERNÁNDEZ SAMPIER, Roberto y otros. Metodología de la Investigación. México: McGraw-Hill Interamericana Editores, 2003.

INSTITUTO COLOMBIANO DE GEOLOGÍA Y MINERÍA. Glosario Geológico-Minero [en línea]. INGEOMINAS. [fecha de consulta: 8 de enero del 2009]. Disponible en Internet: <[http://www.ingeo Minas.gov.co/component/option,com\\_glossary/func,display/letter,T/Itemid,124/catid,82/limit,50/limitstart,70/](http://www.ingeo Minas.gov.co/component/option,com_glossary/func,display/letter,T/Itemid,124/catid,82/limit,50/limitstart,70/)>

IPENZA, César A. Términos y abreviaturas. [en línea]. El Observatorio de Actividades Hidrocarburíferas en el Perú. [fecha de consulta: 20 de enero del 2009]. Disponible en Internet: <[http://www.observaperu.com/index.php?option=com\\_content&task=view&id=79&Itemid=54](http://www.observaperu.com/index.php?option=com_content&task=view&id=79&Itemid=54)>

IVAR, Jacobson, BOOCH, Grady y RUMBAUGH, James. El proceso unificado de desarrollo de software, Volumen I. La Habana, Editorial Félix Varela, 2004.

LAGO, Ramiro. 2007. Arquitectura JEE. [en línea] abril de 2007. [fecha de consulta: 12 de febrero de 2009.] Disponible en Internet: <<http://www.proactiva-calidad.com/java/arquitectura/index.html>>

LARMAN, C. "UML y patrones". Segunda Edición Tomo I. Capítulos 18, Páginas 185-215. México. Editorial: Prentice Hall.

LOECHES RODRIGUEZ, Juan. “Propiedades Petrofísicas de la Roca” Conferencia Introductoria. CEINPET. Cuba, 2007 .[Material digital]

LOGICOM E&P OIL SOFTWARE. Software [en línea]. Logicom E&P Oil Software. [fecha de consulta: 10 de enero del 2009]. Disponible en Internet: <<http://www.logicomep.com/software.htm>>

LOWENTHAL, Jeffrey. Definición y Análisis de un Proceso de Negocios. [en línea] ASQ STORE. [fecha de consulta: 11 de marzo de 2009.] Disponible en Internet: <<http://www.asq.org/quality-press/display-item/index.pl?item=P1177>>

LUJÁN MORA, Sergio. C++, paso a paso. [en línea] [fecha de consulta: 18 de febrero de 2009.] Disponible en Internet: <<http://gplsi.dlsi.ua.es/~slujan/materiales/cpp-muestra.pdf>>

MAÑAS, José. Prueba de Programas. [en Línea]. Departamento de Ingeniería de sistemas Telemáticos E.T.S Ingenieros de Telecomunicación Universidad Politécnica de Madrid (dit\_upm). [fecha de consulta: 20 de mayo de 2009.] Disponible en Internet: <<http://www.lab.dit.upm.es/~lprg/material/apuntes/pruebas/testing.htm>>

MATA GARCÍA, Luis. Notas historiales sobre geología del petróleo en Margarita y Cubagua [en línea]. Angelfire. [fecha de consulta: 8 de enero del 2009]. Disponible en Internet: <<http://www.angelfire.com/pro/petromar/>>

MENDOZA SÁNCHEZ, María A. Metodologías de Desarrollo del Software. [en línea]. Informatízate. [fecha de consulta: 17 de febrero de 2009]. Disponible en Internet: <[http://www.informatizate.net/articulos/metodologias\\_de\\_desarrollo\\_de\\_software\\_07062004.html](http://www.informatizate.net/articulos/metodologias_de_desarrollo_de_software_07062004.html)>

MINGUETON, Jesús María y LORENZO, Mario. Medida de la usabilidad en aplicaciones de escritorio. [en línea]. Departamento de Ingeniería de Software y Sistemas Informáticos (ISSI-UNED). [fecha de consulta 15 de mayo de 2009.] Disponible en Internet: <[http://www.issi.uned.es/CalidadSoftware/Noticias/cuba07/Lorenzo/Cuba%202007\(ponencia\)%20calvo.doc](http://www.issi.uned.es/CalidadSoftware/Noticias/cuba07/Lorenzo/Cuba%202007(ponencia)%20calvo.doc)>

MODESTO, San Miguel. Petrofísica. [en Línea]. Facultad de Geología. [fecha de consulta: 12 de enero de 2009.] Disponible en Internet: <<http://campus-llamaquique.uniovi.es/organica/fgeologia/titulaciones/asignaturas/geologia/3/petrofisica.htm>>

PEMEX EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN. Las reservas de hidrocarburos de México: Evaluación al 1 de enero de 2006 [en línea]. PEMEX.com. [fecha de consulta: 8 de enero del 2009]. Disponible en Internet: <<http://www.pemex.com/files/content/Glosario.pdf>>

PETRÓLEOS DE VENEZUELA S.A. Glosario petrolero. [en línea]. PDVSA.com. [fecha de consulta: 21 de enero del 2009]. Disponible en Internet: <[http://www.pdvs.com/index.php?tpl=interface.sp/design/glosario/search.tpl.html&newsid\\_temas=51&newsid\\_idterm=146&newsid\\_termino=yacimiento&newsid\\_lugar=3](http://www.pdvs.com/index.php?tpl=interface.sp/design/glosario/search.tpl.html&newsid_temas=51&newsid_idterm=146&newsid_termino=yacimiento&newsid_lugar=3)>

PROAÑO, Diego y BURBUNANO, Javier. ANALISIS COMPARATIVO DE BASES DE DATOS DE CODIGO ABIERTO. [en línea]. [fecha de consulta: 4 de marzo de 2009]. Disponible en Internet: <<http://www.mysql-hispano.org/articulos/num43/analisis-comparativo.pdf>>

PURDY, Doug. Exploring the Factory Design Pattern. [en línea]. MSDN [fecha de consulta: 7 de mayo, 2009]. Disponible en Internet: <<http://msdn.microsoft.com/en-us/practices/bb985515.aspx>>

RODRIGUEZ LOECHES, Juan. "Porosidad" Conferencia 2. Centro de Investigaciones del petróleo (CEINPET). Cuba, 2007.[Material digital]

SAABEDRA GUTIÉRREZ, Jorge A. Lenguajes de Programación. [en línea]. EL Mundo Informático. [fecha de consulta: 27 de febrero, 2009]. Disponible en Internet: <<http://jorgesaaavedra.wordpress.com/2007/05/05/lenguajes-de-programacion/>>

SÁNCHEZ, San Ramón. Conceptos Fundamentales de Hidrogeología. [en línea]. Departamento de Geología de la Universidad de Salamanca, España. [fecha de consulta: 14 de enero de 2009]. Disponible en Internet: <<http://web.usal.es/~javisan/hidro/temas/T075.pdf>>

SCHLUMBERGUER. Reservoir. [en línea]. Oilfield Glossary. [fecha de consulta: 21 de enero del 2009]. Disponible en Internet: <<http://www.glossary.oilfield.slb.com/Display.cfm?Term=reservoir>>

SUAREZ, Héctor. Manual Hibernate. [en línea]. Java Hispano. [fecha de consulta: 15 de mayo de 2009]. Disponible en Internet: <[http://www.javahispano.org/contenidos/es/manual\\_hibernate/](http://www.javahispano.org/contenidos/es/manual_hibernate/)>

TERRAZAS, Jorge. El Suelo: Generalidades e Importancia de sus Propiedades Petrofísicas. [en Línea]. Planeta Soja. [fecha de Consulta: 19 de mayo de 2009.] Disponible en Internet: <<http://www.planetasoja.com/trabajos/trabajos800.php?id1=20761&publi=&idSec=31&id2=20769>>

THOMSON, Laura y WELLING, Luke. Desarrollo Web Con Php Y Mysql. [en línea]. Agapea. Libros Urgentes. [fecha de consulta: 10 de marzo de 2009.] Disponible en Internet: <<http://www.agapea.com/libros/Desarrollo-Web-con-PHP-y-MySQL-isbn-8441515697-i.htm>>

WELICKI, León. Patrones de Fabricación: Fábricas de Objetos. [en línea]. MSDN [fecha de consulta: 20 de mayo, 2009]. Disponible en Internet: <<http://msdn.microsoft.com/es-es/library/bb972258.aspx>>

Anexos.

Material	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )
Andesita	2.5 - 2.8
Basalto	2.8 - 3.0
Diorita	2.8 - 3.0
Dolomita	2.8 - 2.9
Granito	2.6 - 2.7
Caliza	2.3 - 2.7
Arenisca	2.2 - 2.8

Tabla 22. Rangos de Densidad.

Rocas	Porosidad (%)
Carbonatos	0.5 - 30,0
Rocas Arcillosas	15,0 – 40,0
Tobas	2,0 – 25,0
Efusivos (Andesitas y Basaltos)	2,0 – 14,0
Areniscas	5,0 – 30,0

Tabla 23. Rangos de Porosidad.

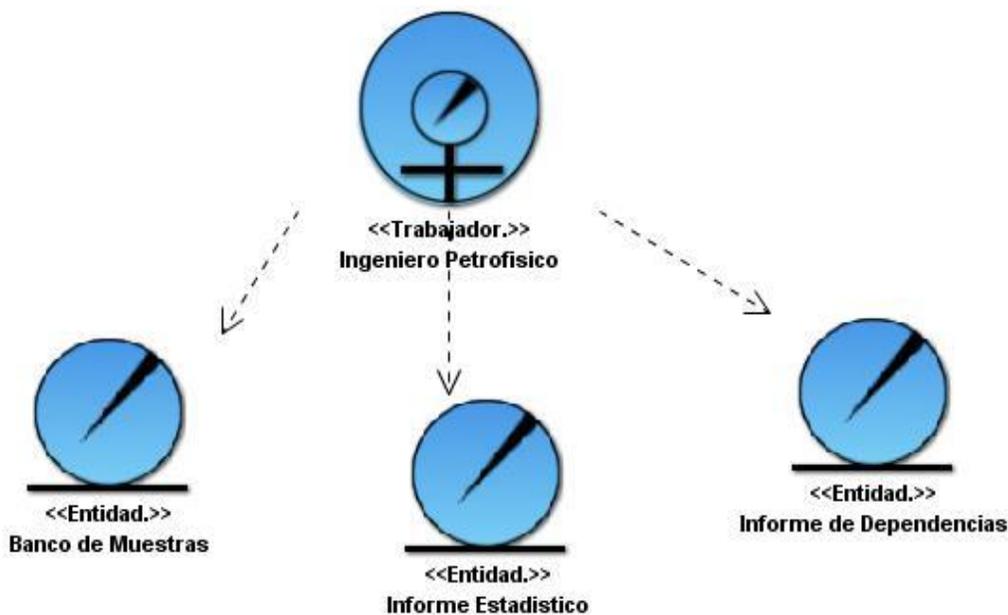


Figura 18. Diagrama de Objetos.

**Descripción Textual del Caso de Uso del Sistema “Gestionar\_Pozo”.**

Caso de uso del sistema	Gestionar_Pozo
Actores	Ingeniero Petrofísico
Resumen	Este caso de uso se inicia cuando el actor selecciona la opción “Pozos”. El sistema brinda la posibilidad de listar los pozos ya existentes y de insertar, modificar o eliminar la información asociada a un pozo determinado. El caso de uso concluye con la actualización de la base de datos luego de una de estas acciones.
Precondiciones:	- El actor debe estar autenticado y debe tener acceso “Total” al sistema.
Referencias:	RF4
Prioridad:	Crítico.
Flujo Normal de Eventos	
Acción del actor	Respuesta del sistema
1. Selecciona la opción “Pozos”.	2. Se muestra un formulario donde aparece una tabla y dos listas desplegadas, una para seleccionar la región y otra para seleccionar el yacimiento deseado.
3. Escoge alguna región y si desea ser más específico selecciona además un yacimiento perteneciente a la región antes escogida.	4. Se muestra en una tabla el número de los pozos pertenecientes a la región seleccionada o al yacimiento seleccionado si fue escogido un yacimiento, así como la cantidad de núcleos que tiene registrado cada uno. Brinda las

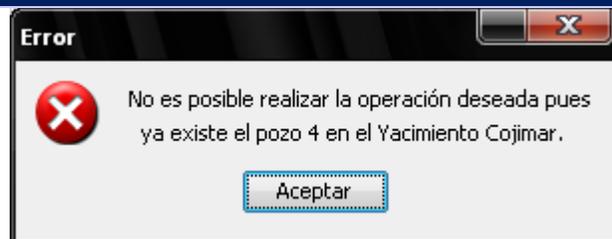
	opciones de Insertar, Modificar y Eliminar Pozo.
<b>Sección "Insertar Pozo"</b>	
<b>Flujo Normal de Eventos</b>	
Acción del actor	Respuesta del sistema
1. Selecciona la opción "Insertar Pozo".	2. Se muestra un formulario que permite seleccionar el yacimiento y la región a la que pertenece el pozo a insertar.
3. Selecciona la región deseada.	4. Se actualiza la lista desplegable donde se muestran los yacimientos y en él se listan todos los yacimientos pertenecientes a la región seleccionada.
5. Selecciona el yacimiento deseado.	
6. Introduce el número de pozo y selecciona la opción "Insertar".	7. Se verifica que en el yacimiento seleccionado no exista un pozo con igual número.
	8. Si no existe un pozo de igual número en el yacimiento seleccionado. Se guarda en la base de datos la información entrada por el usuario y se muestra un mensaje indicando que el pozo ha sido insertado satisfactoriamente.
<b>Interfaz</b>	



### Flujo Alterno 1

Acción del actor	Respuesta del sistema
	8. Si ya existe un pozo con igual número en el yacimiento seleccionado, se muestra un cartel indicando que no es posible insertar el pozo deseado.

### Interfaz



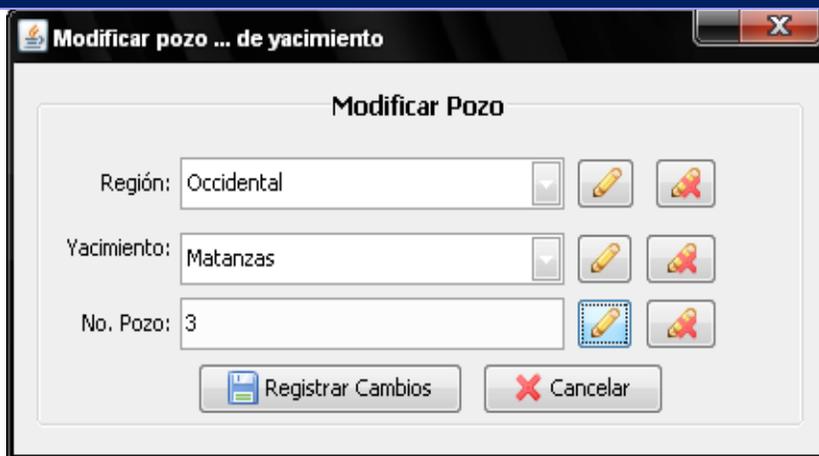
### Sección "Modificar Pozo"

#### Flujo Normal de Eventos

Acción del actor	Respuesta del sistema

1. Selecciona de la lista mostrada el pozo que desee modificar.	
2. Selecciona la opción “Modificar Pozo”.	3. Se muestra un formulario con la información del pozo seleccionado y se brinda la posibilidad de modificar cada uno de los datos asociados al mismo.
4. Selecciona los datos que desee modificar.	5. Se brinda la posibilidad de insertar la nueva información en cada uno de los datos seleccionados.
6. Inserta nueva información y selecciona la opción “Registrar Cambios”.	7. Se registra en la base de datos la nueva información insertada.

**Interfaz**



**Flujo Alterno 1**

Acción del actor	Respuesta del sistema
------------------	-----------------------

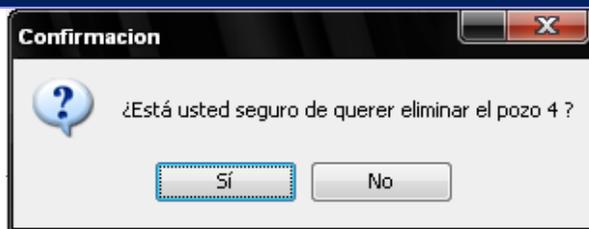
6. Selecciona la opción "Cancelar".	7. Se muestra el Formulario Principal y no se registran los datos insertados.
-------------------------------------	---

**Sección "Eliminar Pozo"**

**Flujo Normal de Eventos**

Acción del actor	Respuesta del sistema
1. Selecciona de la tabla mostrada el pozo que desee eliminar.	
2. Selecciona la opción "Eliminar Pozo".	3. Se muestra un mensaje para confirmar o denegar que sea eliminado el pozo.
4. Confirma que desea eliminar el pozo.	5. Se verifica que no existan núcleos asociados al pozo seleccionado.
	6. Si no existen núcleos asociados al pozo seleccionado, este es eliminado de la base de datos.

**Interfaz**



**Flujo Alterno 1**

Acción del actor	Respuesta del sistema
4. Deniega la solicitud de eliminar el	5. Se muestra el Formulario Principal y no son

pozo.	eliminados los datos.
Flujo Alterno 2	
Acción del actor	Respuesta del sistema
	6. Si existen núcleos asociados al pozo seleccionado se muestra un cartel indicando que no es posible eliminar el pozo.
Interfaz	

Tabla 24. Descripción Textual del Caso de Uso del Sistema “Gestionar\_Pozo”.

**Descripción Textual del Caso de Uso del Sistema “Gestionar\_Nucleo”.**

Caso de uso del sistema	Gestionar_Nucleo
Actores	Ingeniero Petrofísico
Resumen	Este caso de uso se inicia cuando el actor selecciona la opción “Núcleos” que aparece en el formulario principal. El sistema brinda la posibilidad de obtener una lista de los núcleos existentes, insertar, modificar o eliminar la información asociada a un núcleo determinado. El caso de uso concluye con la actualización de la base de datos luego de una de estas

	acciones.
Precondiciones:	- El actor debe estar autenticado y debe tener acceso "Total" al sistema.
Referencias:	RF5
Prioridad:	Crítico.
Casos de uso asociados	Gestionar_Pozo

**Flujo Normal de Eventos**

Acción del actor	Respuesta del sistema
1. Selecciona la opción "Núcleos".	2. Se muestra un formulario donde aparece una tabla y tres listas desplegables: una para seleccionar la región, otra para seleccionar el yacimiento y otra para seleccionar el pozo deseado.
3. Escoge alguna región y si desea ser más específico selecciona además un yacimiento perteneciente a la región antes escogida, y puede además, seleccionar un pozo perteneciente al yacimiento.	4. Se muestra en una tabla el número de los núcleos pertenecientes a la región seleccionada o al yacimiento seleccionado si fue escogido alguno, o al pozo, se muestra además la cantidad de muestras que tiene registrado cada uno. Brinda las opciones de Insertar, Modificar y Eliminar un núcleo.

**Sección "Insertar Núcleo"**

**Flujo Normal de Eventos**

Acción del actor	Respuesta del sistema
1. Selecciona la opción "Insertar"	2. Se muestra un formulario que permite insertar

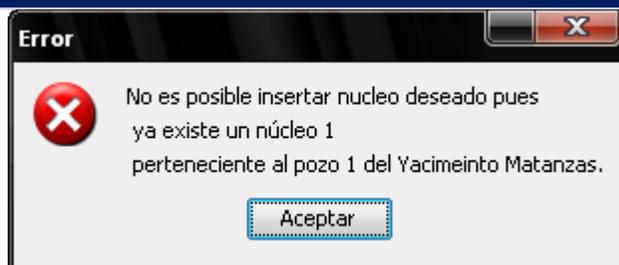
Núcleo”.	la información referente a un nuevo núcleo.
3. Selecciona la región deseada.	4. Se actualiza la lista desplegable donde se muestran los yacimientos y en él se listan todos los yacimientos pertenecientes a la región seleccionada.
5. Selecciona el yacimiento deseado.	6. Se actualiza la lista desplegable donde se muestran los pozos y en él se listan todos los pozos pertenecientes al yacimiento seleccionado.
7. Selecciona pozo y la fecha deseado, inserta el número de núcleo deseado y otros datos opcionales en caso de que lo desee.	
8. Selecciona la opción “Insertar”.	9. Se verifica que en el pozo seleccionado no exista un núcleo con igual número.
	10. Si en el pozo seleccionado no existe un núcleo con igual número, se guarda en la base de datos la información entrada por el usuario y muestra un mensaje indicando que el núcleo ha sido insertado satisfactoriamente

**Interfaz**

### Flujo Alterno 1

Acción del actor	Respuesta del sistema
	10. Ya existe un núcleo con igual número en el pozo seleccionado y se muestra un cartel indicando que no es posible insertar el núcleo deseado.

### Interfaz



### Sección "Modificar Núcleo"

### Flujo Normal de Eventos

Acción del actor	Respuesta del sistema
1. Selecciona de la tabla mostrada el núcleo que desee modificar.	
2. Selecciona la opción “Modificar Núcleo”.	3. Se muestra un formulario con la información del núcleo seleccionado y se brinda la posibilidad de modificar cada uno de los datos asociados al mismo.
4. Selecciona los datos que desee modificar.	5. Se brinda la posibilidad de insertar la nueva información en cada uno de los datos seleccionados.
6. Inserta nueva información y selecciona la opción “Registrar Cambios”.	7. Se registra en la base de datos la nueva información insertada.

**Interfaz**



Flujo Alterno 1	
Acción del actor	Respuesta del sistema
6. Selecciona la opción "Cancelar".	7. Se muestra el Formulario Principal y no se registran los datos insertados.
Sección "Eliminar Núcleo"	
Flujo Normal de Eventos	
Acción del actor	Respuesta del sistema
1. Selecciona de la tabla mostrada el núcleo que desee eliminar.	
2. Selecciona la opción "Eliminar Núcleo".	3. Se muestra un mensaje para confirmar o denegar que sea eliminado el núcleo seleccionado.
4. Confirma que desea eliminar el núcleo.	5. Se verifica que no existan muestras asociadas al núcleo seleccionado.
	6. Si no existen muestras asociadas al núcleo seleccionado, este es eliminado de la base de datos.
Interfaz	

Flujo Alternativo 1	
Acción del actor	Respuesta del sistema
4. Deniega la solicitud de eliminar el núcleo.	5. Se muestra el Formulario Principal y no son eliminados los datos.
Flujo Alternativo 2	
Acción del actor	Respuesta del sistema
	6. Si existen muestras asociadas al núcleo seleccionado se muestra un cartel indicando que no es posible eliminar el pozo.
Interfaz	

Tabla 25. Descripción Textual del Caso de Uso del Sistema “Gestionar\_Nucleo”.

**Descripción Textual del Caso de Uso del Sistema “Gestionar\_Muestra”.**

Caso de uso del sistema	Gestionar_Muestra
Actores	Ingeniero Petrofísico
Resumen	Este caso de uso se inicia cuando el actor selecciona la opción “Muestras”. El sistema brinda la posibilidad de listar las muestras ya existentes y de insertar, modificar o eliminar la información asociada a una muestra

	determinada. El caso de uso concluye con la actualización de la base de datos luego de una de estas acciones.
Precondiciones:	- El actor debe estar autenticado y debe tener acceso "total" al sistema.
Referencias:	RF6
Prioridad:	Crítico.

**Flujo Normal de Eventos**

<b>Acción del actor</b>	<b>Respuesta del sistema</b>
1. Selecciona la opción "Muestras".	2. Se muestra un formulario donde aparece una tabla y cuatro listas desplegables: una para seleccionar la región, otra para seleccionar el yacimiento deseado, otra para seleccionar un pozo y a última para seleccionar un núcleo.
3. Escoge alguna región y si desea ser más específico selecciona además un yacimiento perteneciente a la región antes escogida, o un pozo, o un núcleo.	4. Se muestra en una tabla el número de las muestras que cumplen con las condiciones seleccionadas por el usuario, así como la cantidad de series que tiene registrada cada una. Brinda las opciones de Insertar, Modificar y Eliminar Muestra.

**Sección "Insertar Muestra"**

**Flujo Normal de Eventos**

<b>Acción del actor</b>	<b>Respuesta del sistema</b>
-------------------------	------------------------------

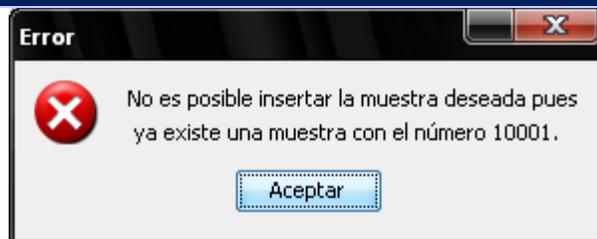
1. Selecciona la opción “Insertar Muestra”.	2. Se muestra un formulario que permite insertar la información referente a una nueva muestra.
3. Selecciona la región deseada.	4. Se actualiza la lista desplegable donde se muestran los yacimientos y en ella se listan todos los yacimientos pertenecientes a la región seleccionada.
5. Selecciona el yacimiento deseado.	6. Se actualiza la lista desplegable donde se muestran los pozos y en ella se listan todos los pozos pertenecientes al yacimiento seleccionado.
7. Selecciona el pozo deseado.	8. Se actualiza la lista desplegable donde se muestran los núcleos y en ella se listan todos los núcleos pertenecientes al pozo seleccionado.
9. Selecciona el núcleo deseado.	
10. Introduce el número de muestra, la parte y la litología y selecciona la opción “Insertar”.	11. Verifica que no exista registrada en la base de datos alguna otra muestra con el mismo número.
	12. Si no existe ninguna muestra con el mismo número la información deseada es insertada satisfactoriamente.

**Interfaz**

### Flujo Alterno 1

Acción del actor	Respuesta del sistema
	12. Si ya está registrada una muestra con igual número se muestra un cartel indicando que no es posible insertar la muestra deseada.

### Interfaz



### Sección "Modificar Muestra"

#### Flujo Normal de Eventos

Acción del actor	Respuesta del sistema

1. Selecciona de la tabla mostrada la muestra que desee modificar.	
2. Selecciona la opción “Modificar Muestra”.	3. Se muestra un formulario con la información de la muestra seleccionada y se brinda la posibilidad de modificar cada uno de los datos asociados a la misma.
4. Selecciona los datos que desee modificar.	5. Se brinda la posibilidad de insertar la nueva información en cada uno de los datos seleccionados.
6. Inserta nueva información y selecciona la opción “Registrar Cambios”.	7. Se registra en la base de datos la nueva información.

**Interfaz**



**Flujo Alterno 1**

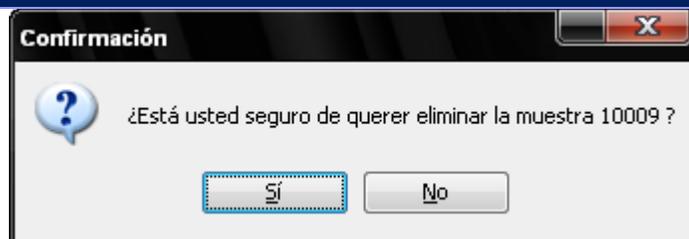
Acción del actor	Respuesta del sistema
6. Selecciona la opción "Cancelar".	7. Se muestra el Formulario Principal y no se registran los datos insertados.

**Sección "Eliminar Muestra"**

**Flujo Normal de Eventos**

Acción del actor	Respuesta del sistema
1. Selecciona de la tabla mostrada la muestra que desee eliminar.	
2. Selecciona la opción "Eliminar Muestra".	3. Se muestra un mensaje para confirmar o denegar que sea eliminada la muestra seleccionada.
4. Confirma que desea eliminar la muestra.	5. Se verifica que no existan series asociadas a la muestra seleccionada.
	6. Si no existen series asociadas a la muestra seleccionada, esta es eliminada de la base de datos.

**Interfaz**



**Flujo Alterno 1**

Acción del actor	Respuesta del sistema
4. Deniega la solicitud de eliminar la muestra seleccionada.	5. Se muestra el Formulario Principal y no son eliminados los datos.
<b>Flujo Alternativo 2</b>	
Acción del actor	Respuesta del sistema
	6. Si existen series asociadas a la muestra seleccionada se muestra un cartel indicando que no es posible eliminar a la misma.
<b>Interfaz</b>	

Tabla 26. Descripción Textual del Caso de Uso del Sistema “Gestionar\_Muestra”.

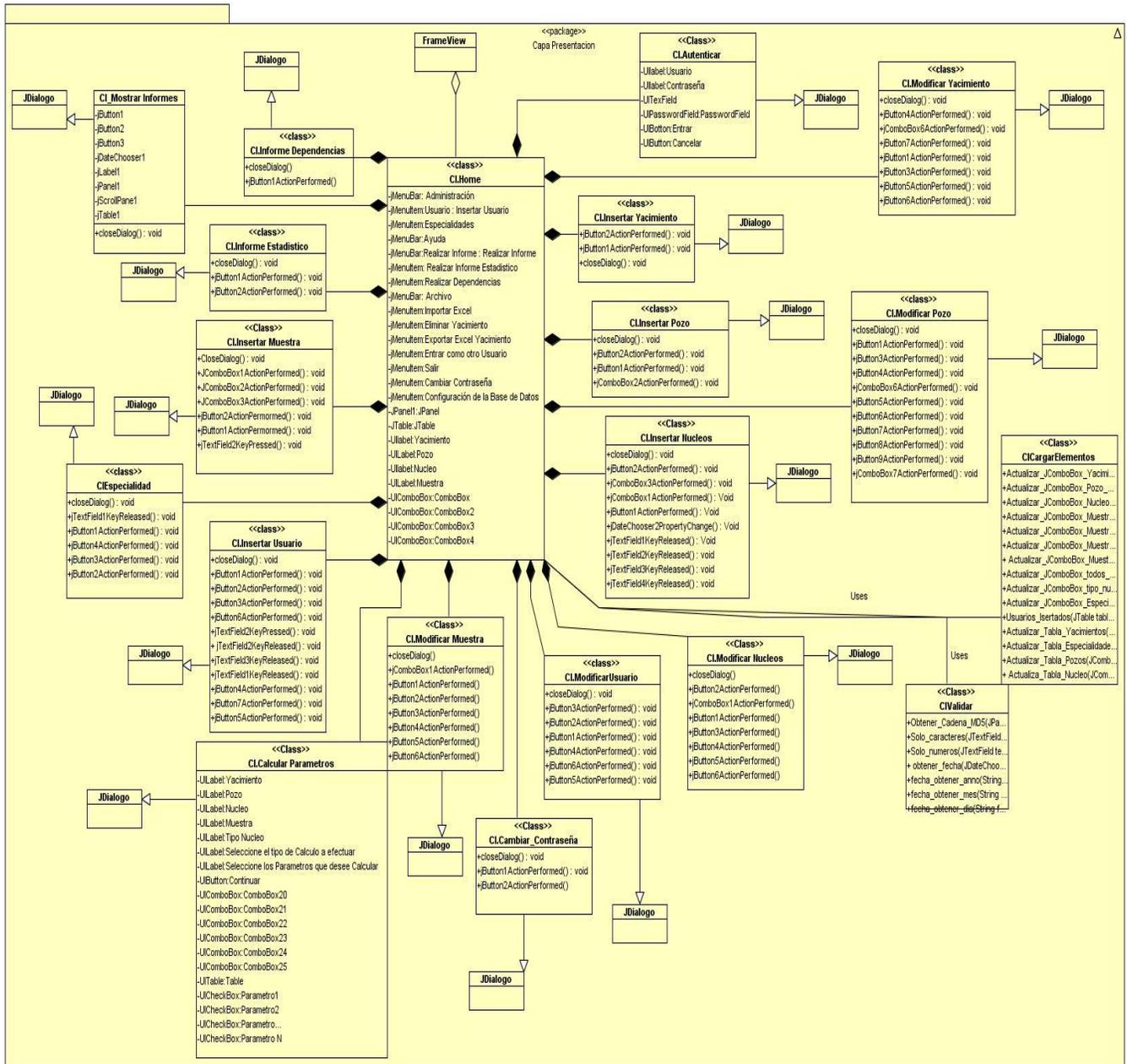


Figura 19. Clases del Diseño: Capa de Presentación (Detalles).



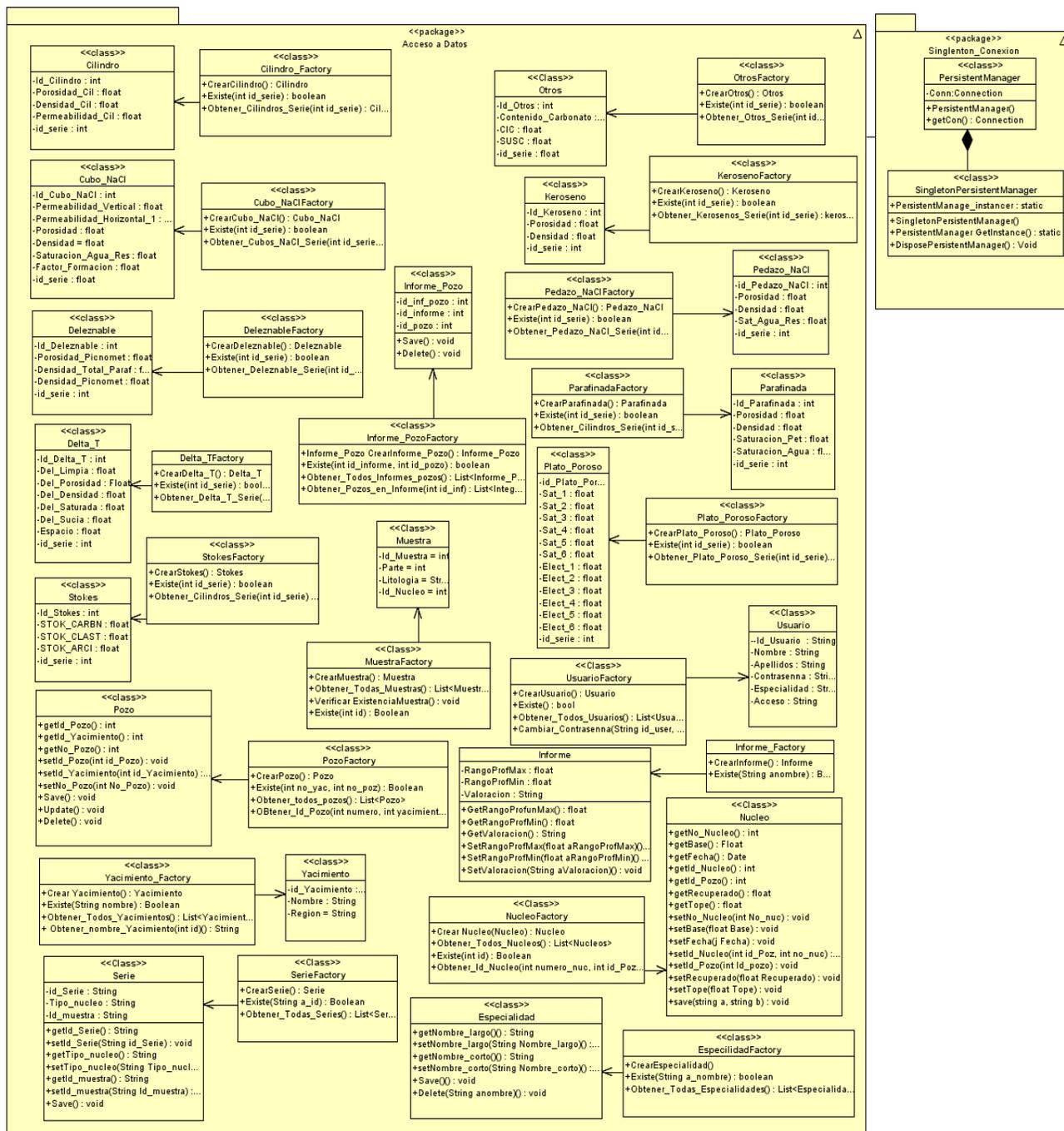


Figura 21. Clases del Diseño: Capa de Acceso a Datos (Detalles).

## Glosario.

### “A”

**Actor:** toda entidad externa al sistema o negocio, que guarda una relación con este y que demanda el uso de alguna de sus funcionalidades.

### “B”

**Banco de muestras:** en el CEINPET este es un término empleado para denominar los documentos Excel en los que se guardan toda la información obtenida durante el proceso de gestión de la información de las muestras de núcleo.

**Base del núcleo:** profundidad en la que se encontraba el extremo inferior del núcleo antes de ser extraído.

### “C”

**Caso de uso:** es una secuencia de transacciones en un sistema o negocio cuyo resultado proporciona un valor medible a un actor en específico.

**Clase:** es lo que se conoce en ciencias informáticas como un conjunto de definiciones de las propiedades y el comportamiento de un tipo de objeto concreto.

**CEINPET:** Centro de Investigaciones del Petróleo.

**CUPET:** Unión Cubapetróleo (Petróleos de Cuba).

### “D”

**Densidad:** es una magnitud física referida a la cantidad de masa contenida en un determinado volumen, y puede utilizarse en términos absolutos o relativos. Se representa habitualmente por la letra griega  $\rho$ .

**Dependencia entre dos parámetros:** es la relación que existe entre dos parámetros petrofísicos determinados, que generalmente se representa mediante gráficas.

### “E”

**EPEP:** Empresa de Perforación y Extracción de Petróleo.

**“G”**

**GoF:** Acrónimo de los vocablos en inglés: Gang of Four, que en español equivalen: a Grupo de los Cuatro o Banda de los Cuatro. Este es el nombre con el que se conoce comúnmente a los autores del libro Design Patterns, referencia en el campo del diseño orientado a objetos, estos son: Erich Gamma, Richard Helm, Ralph Johnson y John Vlissides.

**“H”**

**Herramientas CASE:** CASE es el acrónimo de los vocablos en inglés: Computer Aided Software Engineering, que en español equivalen a: Ingeniería de Software Asistida por Computadoras. Estas herramientas son útiles en todos los aspectos del ciclo de vida de desarrollo del software: realización de modelos y diagramas, diseño de proyectos, cálculo de costes, implementación de parte del código automáticamente con el diseño dado, compilación automática, documentación o detección de errores entre otras.

**“I”**

**IDE:** es el acrónimo de los vocablos en inglés: Integrated Development Environment, que equivalen en español a: Entorno de Desarrollo Integrado. 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. Puede dedicarse en exclusiva a un sólo lenguaje de programación o bien, poder utilizarse para varios.

**“M”**

**Moda:** es el valor más frecuente encontrado en un estudio estadístico: de todos los valores estudiados, el que más se repite.

**Muestra de núcleo:** es una porción de un núcleo que es utilizada para estudiar y conocer las propiedades de las rocas que se ponen de manifiesto en un núcleo determinado.

**Multiplataforma:** Término utilizado frecuentemente en informática para indicar la capacidad o características de poder funcionar o mantener una interoperabilidad de forma similar en diferentes sistemas operativos o plataformas.

“N”

**Núcleo:** muestra de roca con forma cilíndrica que se obtiene durante la perforación de pozos de petróleo.

“P”

**Permeabilidad:** Es la capacidad que presentan las rocas de permitir que los fluidos circulen a través de sus cavidades y poros.

**Petrofísica:** especialidad que conjuga conocimientos de ingeniería del petróleo, geofísica y geología, la cual determina cuantitativamente las propiedades de la roca y los fluidos presentes en la misma

**Polígono:** conjunto de pozos de petróleo dentro de un mismo yacimiento que son seleccionados para hacer un estudio, cuando no es necesario estudiar un yacimiento completo.

**Porosidad:** porcentaje de espacios existentes en la roca, ya sean poros, fracturas o vórgulos, con respecto al volumen total de la misma. A mayor porosidad es mayor la capacidad de almacenamiento de fluidos en las rocas.

**Pozo:** abertura realizada durante las perforaciones del suelo con el fin de extraer las reservas de hidrocarburos existentes en los yacimientos o para exploración de un área en específico.

“R”

**Requerimiento:** condición o capacidad que necesita un usuario para resolver o lograr un objetivo.

**Requerimientos funcionales:** son capacidades o condiciones que el sistema debe cumplir.

**Requerimientos no funcionales:** son propiedades o cualidades que el producto debe tener.

**Resistividad:** es la propiedad física de las sustancias de oponerse al paso de la corriente eléctrica. Se representa con la letra griega rho minúscula ( $\rho$ ) y se mide en ohm por metro ( $\Omega \cdot m$ ).

“S”

**Saturación de fluidos:** es el porcentaje del espacio poroso de una roca ocupado por un determinado fluido: petróleo, agua o gas.

**Serie:** es el conjunto de parámetros que pueden ser evaluados en cada muestra de núcleo. Si se hace necesario volver a determinar los parámetros de una misma muestra utilizando una parte de esta no

estudiada, o utilizando un método diferente, entonces se hace necesario crear una nueva serie. Por tanto, es posible encontrar la existencia de varias series correspondientes a una misma muestra de núcleo.

**Sistema:** Conjunto de elementos interrelacionados entre sí que tienen un propósito determinado. En términos de gestión, cuenta con varios procesos básicos: las entradas, el procesamiento, el almacenamiento y las salidas.

“T”

**Tope del núcleo:** profundidad en las que se encontraba el extremo superior del núcleo antes de ser extraído.

“Y”

**Yacimiento:** cuerpo rocoso subterráneo en el que se almacenan fluidos ya que existe una porosidad y permeabilidad apropiada para ello.