

UNIVERSIDAD DE LAS CIENCIAS INFORMÁTICAS

Facultad #9

*Trabajo de Diploma para optar por el
título de Ingeniero en Ciencias
Informáticas.*

Título: Segundo ciclo de desarrollo del Sistema para la
Gestión de la Información de Muestras de Núcleos en el
CEINPET (SIGNUC).

AUTORES: *Yuliet Legrá Bernal.*

TUTOR: *Ing. Anibal Santos Santos.*

Ciudad de la Habana, 1 de Julio del 2010.

“Año 52 de la Revolución.”

Por este mundo pasaré solamente una vez, si hay una buena obra que pueda hacer, si hay una buena palabra que pueda decir; haré esa buena obra y diré esa buena palabra, pues ya nunca volveré a pasar por aquí"

(Edmundo D' Amicis "Corazón")

Declaración de Autoría.

Declaro que soy la única autora del trabajo titulado:

Segundo ciclo de desarrollo del Sistema para la gestión de la información de muestras de núcleos en el CEINPET (SIGNUC).

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

Para que así conste firmo la presente a los ____ días del mes de _____ del año 2010.

Yuliet Legrá Bernal.

Ing. Anibal Santos Santos.

Firma del Autor

Firma del Tutor

Resumen.

El petróleo ha renovado la vida de las personas y la economía de los países. Su revelación creó riqueza, modernidad y nuevos empleos. La vida sin este crudo no podría ser como se conoce: de él se obtiene combustible para barcos y aviones, gasolina y diesel para los autos y autobuses; se emplea para generar electricidad, obtener energía calorífica para fábricas, hospitales y oficinas, y diversos lubricantes para maquinarias y vehículos.

El Centro de Investigaciones del Petróleo (CEINPET), es una organización que se ocupa de los procesos de exploración y producción de petróleo en el territorio de Cuba, garantiza la alta calidad de este crudo y sus derivados también. Dentro de las actividades que desarrolla dicho 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 áreas de interés petrolífero. 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. El análisis de núcleos tiene gran utilidad en la caracterización del yacimiento, permitiendo así mejores predicciones de la explotación del mismo a partir de muestras de núcleo, para evaluar cualquier efecto perjudicial al exponer el yacimiento a fluidos extraños y para evitar o eliminar problemas de producción.

El objetivo del presente trabajo de diploma es realizar una segunda versión del Sistema de gestión de la Información de Muestras de Núcleo en el CEIMPET. La primera versión del SIGNUC aceleró dicho proceso pero aún quedan algunas limitaciones en el mismo. Con el desarrollo de este trabajo y la segunda versión del sistema ya mencionado, se pretende eliminar estas dificultades y permitir al usuario un mejor manejo de todas las funcionalidades. Se realizará un análisis detallado de las herramientas y patrones a utilizar así como de otros sistemas de este tipo existentes en el mundo.

Palabras Claves.

Petróleo, Núcleo, yacimiento, petrofísica.

Índice.

Introducción..... 1

Capítulo 1. Fundamentación teórica..... 6

 1.1. Introducción..... 6

 1.2. Conceptos asociados al dominio del problema..... 6

 1.3. Proceso de gestión de información de muestras de núcleos..... 8

 1.3.1. Descripción general..... 8

 1.3.2. Descripción actual del dominio del problema..... 9

 1.3.3. Situación problemática..... 11

 1.4. Análisis de otras soluciones existentes..... 12

 1.4.1 La tecnología SBED, SBEDStudio y VisualVoxAt..... 12

 1.4.2 Q-SCAL..... 12

 1.4.3 Primera versión del SIGNUC: Sistema para la gestión de la información de muestras de núcleos en el CEINPET..... 12

 1.5. Conclusiones..... 13

Capítulo 2. Tendencias y tecnologías actuales a desarrollar..... 14

 2.1. Introducción..... 14

 2.2. Metodologías de Desarrollo de Software..... 14

 2.2.1. Proceso Unificado de Desarrollo de Software (RUP)..... 14

 2.2.2. El Proceso Unificado de Desarrollo de Software (RUP) como base en el desarrollo de la solución propuesta..... 15

 2.3. El Lenguaje Unificado de Modelado (UML) como soporte de la modelación de la solución propuesta..... 16

 2.4. Visual Paradigm for UML Enterprise Edition..... 16

 2.4.1. Visual Paradigm for UML Enterprise Edition como herramienta para el modelado de la solución propuesta..... 17

 2.5. Lenguaje de Programación Java..... 17

 2.5.1. Java como lenguaje de programación para la implementación de la solución propuesta..... 18

 2.6.1. PostgreSQL..... 20

 2.6. PostgreSQL como gestor de base de datos a utilizar en el desarrollo de la solución propuesta..... 21

 2.7. Net Beans IDE 6.8 como Entorno de Desarrollo Integrado (IDE) a utilizar en el desarrollo de la solución propuesta..... 22

 2.8. Conclusiones..... 23

Capítulo 3. Presentación de la solución propuesta..... 24

 3.1. Introducción..... 24

 3.2. Modelo de Negocio..... 24

 3.2.1. Actores y Trabajadores del Negocio..... 24

 3.2.2. Procesos de Negocio..... 25

 3.2.3. Diagrama de Casos de Uso del Negocio..... 26

 3.2.4. Descripción Textual de nuevo Casos de Uso de Negocio..... 26

 3.2.4.1. Descripción Textual del Caso de Uso del Negocio “Realizar_Distribución_Radio_Poros”..... 26

 3.3. Requerimientos Funcionales..... 29

 3.4. Requerimientos No Funcionales..... 32

 3.4.1. Usabilidad..... 33

 3.4.2. Soporte..... 33

3.4.3.	Apariencia o Interfaz Externa.....	33
3.4.4.	Seguridad.....	33
3.4.5.	Hardware.....	34
3.4.6.	Software.....	34
3.4.7.	Portabilidad.....	34
3.5.	Descripción del Sistema Propuesto.....	34
3.5.1.	Descripción de los Actores.....	34
3.5.2.	Casos de Uso del Sistema.....	35
3.5.2.1.	Diagrama de Casos de Uso del Sistema.....	36
3.5.2.2.	Descripción textual de los Casos de Uso.....	37
3.5.2.2.1.	Descripción Textual del Caso de Uso del Sistema “Exportar_Documentos”.	38
3.5.2.2.2.	Descripción Textual del Caso de Uso del Sistema “Exportar_Excel”.....	40
3.5.2.2.3.	Descripción Textual del Caso de Uso del Sistema “Importar_Excel”.....	42
3.5.2.2.4.	Descripción Textual del Caso de Uso del Sistema “Calcular_Parametros”.	45
3.5.2.2.5.	Descripción Textual del Caso de Uso del Sistema “Gestionar_Comentarios”.....	48
3.5.	Conclusiones.....	55
Capítulo 4.	Construcción de la solución propuesta.....	56
4.1.	Introducción.....	56
4.2.	Diagrama de Clases del Diseño.....	56
4.2.1.	Diagrama de Clases.....	56
4.2.2.	Patrones de diseño.....	57
4.2.4.1.	Patrones GRASP utilizados en el diseño del sistema propuesto.....	58
4.2.4.2.	Patrones GoF utilizados en el diseño del sistema propuesto.....	59
4.2.4.3.	Date Access Object (DAO).....	59
4.3.	Principios de Diseño.....	59
4.3.1.	Estándares de la Interfaz de la Aplicación.....	59
4.4.	Diseño de la Base de Datos.....	60
4.4.1.	Diagrama de Clases Persistentes.....	61
4.4.2.	Modelo Entidad-Relación.....	61
4.5.	Modelo de Despliegue.....	62
4.6.	Modelo de Implementación.....	63
4.6.1.	Diagrama de Componentes.....	63
4.7.	Prueba del sistema propuesto.....	64
4.7.1.	Pruebas de Caja Negra.....	64
4.7.1.1.	Casos de Prueba.....	65
4.7.1.1.1.	Caso de prueba para el caso de uso del sistema: “Exportar_Excel”.....	65
4.7.1.1.2.	Caso de prueba para el caso de uso del sistema: “Importar_Excel”.....	65
4.8.	Conclusiones.....	66
Conclusiones.	67
Recomendaciones.	68
Bibliografía Referenciada.....	69
Bibliografía Consultada.....	71

Introducción.

Se conoce que la formación del petróleo está asociada al desarrollo de rocas sedimentarias situadas en ambientes marinos o próximos al mar, y que es el resultado de procesos de desintegración de organismos de origen vegetal y animal, que en tiempos remotos quedaron anexas en depósitos. El petróleo ha renovado la vida de las personas y la economía de los países. Su revelación creó riqueza, modernidad y nuevos empleos. La vida sin este crudo no podría ser como se conoce: de él se obtiene combustible para barcos y aviones, gasolina y diesel para los autos y autobuses; se emplea para generar electricidad, obtener energía calorífica para fábricas, hospitales y oficinas, y diversos lubricantes para maquinaria y vehículos.

El Centro de Investigaciones del Petróleo (CEINPET), es una organización que se ocupa de los procesos de exploración y producción de petróleo en el territorio de Cuba, garantiza la alta calidad de este crudo y sus derivados también. 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. Dentro de las actividades que desarrolla dicho 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 áreas de interés petrolífero. 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. El análisis de núcleos tiene gran utilidad en la caracterización de yacimientos, permitiendo así mejores predicciones de la explotación del mismo a partir de muestras de núcleo, para evaluar cualquier efecto perjudicial al exponer el yacimiento a fluidos extraños y para evitar o eliminar problemas de producción.

El proceso de gestión de la información de las muestras de núcleos que se lleva a cabo actualmente en el CEINPET, se realiza utilizando hojas de cálculo Excel y la primera versión de una aplicación llamada SIGNUC, esta última desarrollada por estudiantes de la Universidad de las Ciencias Informáticas. Con la aparición de esta primera versión de SIGNUC se aceleró dicho proceso, pero aún quedan muchas privaciones en el mismo como: las interfaces

existentes son amigables pero el usuario necesita adaptarlas un poco más a sus preferencias y comodidad, no le permite al usuario modificar las gráficas que se generan, el tiempo de respuesta al realizar las búsquedas necesarias utilizando el sistema, es más prolongado de lo deseado por el usuario. Además, es necesario resaltar el hecho de que el cliente desea automatizar otras actividades que no están incluidas en la primera versión de SIGNUC, tales como la generación de un nuevo informe petrofísico (Presión Capilar y Distribución de los Radios de los Poros) y la realización del cálculo de los valores de algunos parámetros petrofísicos, no contemplados en el sistema anterior. Todos estos inconvenientes desembocan en que el cliente encuentre obstáculos durante el proceso de gestión de la información de muestras de núcleos que se materializan en la tardía generación de informes petrofísicos que constituyen la salida final de todo este proceso y por tanto se demora la respuesta a los servicios solicitados por los clientes del CEINPET.

Por todas las insuficiencias planteadas anteriormente en la **situación problemática** se formula el siguiente **problema a resolver**: demora en la generación de los Informes petrofísicos resultantes del proceso de gestión de la información de muestras de núcleos en el CEINPET. La solución de este problema guiará los esfuerzos del presente trabajo de diploma.

Se definió como **objeto de estudio**: el proceso de gestión de información de muestras de núcleos en las empresas petroleras, estableciendo como **campo de acción** 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**: el desarrollo de una segunda versión para el Sistema de Gestión de la Información de Muestras de Núcleos en el CEINPET (SIGNUC).

Como **idea a defender** se ha establecido: que si se implementa una segunda versión del Sistema de Gestión de la Información de Muestras de Núcleos (SIGNUC) se garantizará una disminución en el tiempo de generación de los informes petrofísicos resultantes de este proceso en el CEINPET.

Para lograr los objetivos trazados se desarrollaron las siguientes **tareas de investigación**:

- ❖ Caracterizar el proceso de gestión de la información de las muestras de núcleos en la industria 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.

- ❖ Seleccionar elementos y/o componentes presentes en las aplicaciones caracterizadas que puedan enriquecer el resultado de la Investigación.
- ❖ Implementar la segunda versión del Sistema de Gestión de la Información de Muestras de Núcleos (SIGNUC).

Una vez terminado el desarrollo del Sistema de Proceso de Gestión de Información de Muestras de Núcleos se espera obtener como **posibles resultados**: la actualización del estado del arte de la gestión de información de muestras de núcleos y una segunda versión del Sistema para la Gestión de la Información de Muestras de Núcleos (SIGNUC) al CEINPET. Todos estos beneficios 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.

Para el éxito de la presente investigación se realizó una intensa búsqueda a nivel nacional e internacional, con la finalidad de detectar los principales **antecedentes** de este trabajo. Como resultado de esta exploración se han encontrado un conjunto de aplicaciones encargadas de la gestión de la información de muestras de núcleos; todas encaminadas a facilitar la toma de decisiones de los directivos de empresas petroleras, y mitigar los riesgos que existen producto de la incertidumbre informativa, para tener un criterio cierto de lo que se encuentra en un determinado yacimiento de petróleo o una zona específica de extracción de petróleo.

A nivel internacional existen varias aplicaciones que realizan la gestión de la información de las muestras de núcleo, entre ellas se encuentra un software llamado Q-SCAL desarrollado y comercializado por la compañía Logicom E&P, que opera en el Reino Unido, también se tiene conocimiento de tres productos puestos en el mercado por la compañía canadiense Geomodeling, ellos son: La tecnología SBED, SBED Studio y VisualVoxAt, entre otros. Luego de un estudio detallado de todos los productos encontrados se determinó que ninguno era conveniente debido a que, en algunos casos, no daban respuesta a los requerimientos del CEINPET, y en otros, era necesario pagar altas sumas de dinero para usarlos pues son aplicaciones propietarias. En Cuba sólo se ha desarrollado una aplicación que realiza la gestión de la información de las muestras de núcleo, y es la primera versión del Sistema para la Gestión de la Información de Muestras de Núcleos en el CEINPET el cual necesita ser mejorado para alcanzar las exigencias crecientes de los trabajadores del Centro de Investigaciones del Petróleo.

El Sistema para la Gestión de la Información de Muestras de Núcleos en el CEINPET, aunque incompleto, por lo anteriormente dicho, sí presenta las características que le dan el aval como principal candidato a tener en cuenta en el presente trabajo; por lo que se decidió estudiarlo profundamente y se llegó a la conclusión de que la mejor opción para darle solución al problema en cuestión es realizar un segundo ciclo de desarrollo a esta versión inicial de este sistema.

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**.

Métodos teóricos.

- ❖ **Analítico-Sintético:** analiza las teorías planteadas, documentos, planteamientos, entre otros, para luego extraer los elementos más importantes que se relacionan con el objeto de estudio y adaptarlo a la situación.
- ❖ **Inductivo-Deductivo:** se hace uso de deducciones para llegar a tener una visión clara de lo que se quiere hacer y adquirir así nuevos conocimientos. Este método se aplica en inducción y deducción del lenguaje de programación que se va a escoger.
- ❖ **Modelación:** permite crear abstracciones con el objetivo de investigar la realidad y además posibilita conocer la respuesta de los procesos sin tener que ejecutar los mismos en el mundo real. Permite modelar en la fase de análisis y diseño cómo debe quedar el producto final.
- ❖ **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.

Métodos empíricos.

- ❖ **Entrevista:** con el propósito de conocer las funcionalidades que debe tener el sistema a desarrollar teniendo en cuenta las necesidades del cliente. Se usa al inicio

y durante todo el desarrollo del trabajo, pues a medida que se desarrolla el sistema se analiza si el mismo cumple las expectativas requeridas.

- ❖ **Experimento:** ha sido útil para demostrar, mediante pruebas en las que se modifica de forma controlada las condiciones en las que funciona el sistema y la eficacia de las funcionalidades del mismo.

El presente trabajo consta de introducción, resume, cuatro capítulos, conclusiones, recomendaciones, anexos y referencias bibliográficas.

Capítulo 1. Fundamentación teórica: se enuncian conceptos que posibilitan un adecuado entendimiento de lo planteado en la situación problemática y el marco teórico en sentido general, se actualiza el estado del arte del objeto de estudio de la presente investigación y se definen los elementos teóricos que lo sustentan. 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 describirán 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 expondrán 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 expondrá 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 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.

En este capítulo se expondrá los conceptos y elementos que constituyen la base teórica para la realización del presente trabajo de diploma, brindando de esta forma una mejor comprensión en la consistencia de esta investigación. Para el mismo se hace necesario dominar los aspectos más significativos relacionados con el objeto de estudio de la misma: el Proceso de Gestión de Información de Muestras de Núcleos en las empresas petroleras. Sabiendo el significado de términos tales como núcleo, porosidad, yacimiento, pozo y otros, se obtendrá un conocimiento profundo de todas las ideas que se plasman en este documento. Se realizará un análisis de los Sistemas de Gestión de la Información de Muestras de Núcleos existentes en el mundo y sus principales procesos, de los cuales se tomarán las características que podrían ser compatibles en nuestro sistema. Además, quedará expuesto el marco teórico de la investigación, que ha surgido como resultado de anteriores investigaciones y que a su vez permite orientar el trabajo de una manera coherente.

1.2. Conceptos asociados al dominio del problema.

Para mejor entendimiento y desenvolvimiento de las áreas temáticas que se abordarán en el presente y posteriores capítulos, se enunciarán una serie de conceptos identificados durante la investigación realizada.

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 otras palabras 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. Estos al igual que otras rocas muestran propiedades que son muy valiosas en la exploración y explotación de yacimientos petroleros debido a 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.

Según el sitio web WorldLingo “la **porosidad** es una medida de los espacios vacíos en un material, y se mide como fracción, entre 0-1, o como a porcentaje entre 0-100%. El término porosidad se utiliza en campos múltiples incluyendo la fabricación, geologías y la construcción.”

(2)

Al igual el sitio web llamado Rocas y yacimiento sedimentarios detríticos plantea que:” La porosidad es el volumen de huecos de la roca, y define la posibilidad de ésta de almacenar más o menos cantidad de fluido. Se expresa por el porcentaje de volumen de poros respecto al volumen total de la roca (porosidad total o bruta).”(3)

Se llega a la conclusión que porosidad no es más que el conjunto de pequeños espacios o superficies vacías en rocas u otro material que sirven de almacén para algún tipo de sustancias. A mayor porosidad mayor es la densidad de estas sustancias, es por esto que esta propiedad es muy importante para el estudio de los yacimientos.

Una característica asociada a la porosidad es la permeabilidad o facilidad que tienen las rocas para dejarse penetrar por los fluidos.

El sitio web llamado Propiedades de la Roca Yacimiento define como **permeabilidad** “la capacidad que tiene una roca de permitir el flujo de fluidos a través de sus poros interconectados. Si los poros de la roca no se encuentran interconectados no puede existir permeabilidad.” (4)

Imerú Alfonso Hernández, Geoespeleólogo define la permeabilidad como “el grado de conexión que existe entre los poros de una roca, permitiendo el movimiento de fluidos a través de ella”, (5). La permeabilidad es uno de los factores que más se tienen en cuenta a la hora de evaluar la posible productividad de un yacimiento debido a que es la capacidad que tienen las rocas de permitir de los fluidos circulen a través de sus cavidades.

La “**saturación** de un medio poroso con respecto a un fluido se define como la fracción del volumen poroso de una roca que está ocupada por dicho fluido.” (6) “Porción del espacio poroso ocupado por un fluido en particular, pudiendo existir aceite, gas y agua.” (7)

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. Se plantea que el “yacimiento es la porción de trampa geológica que contiene hidrocarburos, que se comporta como un sistema hidráulicamente interconectado, y donde los

hidrocarburos se encuentran a temperatura y presión elevadas ocupando los espacios porosos.”
(7)

Se entiende por **yacimiento** “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.”(8)

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.

Con la perforación de pozos petroleros, ya sea para la extracción de hidrocarburos de un yacimiento o para la exploración, mediante las muestras de núcleos se obtienen mucha información de vital importancia para los investigadores y la empresa en general, pues de estas se pueden obtener datos para un mejor conocimiento del subsuelo donde está destinada la investigación. Al obtener la muestra de núcleo se realiza un proceso de mucho valor para el aprovechamiento de los recursos, el tiempo y los resultados de la empresa que lleva a cabo esta búsqueda. Este proceso, al que debe prestarse determinado cuidado debido a que es decisivo 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 las Informaciones de Muestras de Núcleo es un eslabón muy importante en la industria petrolera. A través de la perforación de pozos se suele adquirir información acerca de las características de las formaciones que se van atravesando. Esto se realiza mediante la toma de núcleo, que no son más que muestras de rocas extraída de la tubería de perforación donde se pueden obtener varios parámetros de propiedad tales como la porosidad, permeabilidad, contenido de carbonato y saturación de fluidos, entre otras, estas son almacenadas en bases de datos o documentos para arribar a pronósticos certeros de la situación de áreas petrolíferas determinadas.

A partir del análisis de muestras de núcleos se obtienen un conjunto de datos muy valiosos para los diferentes especialistas relacionados con la industria petrolera. Esto facilita la toma de decisiones que conduzcan a un mejor desempeño en las tareas de perforación, se puede comprobar si es posible o no taladrar un pozo nuevo, y en caso de que sea positiva la respuesta, establecer el lugar conveniente en el que se puede llevar a cabo esta labor y hasta qué profundidad es preciso llegar. Esto trae consigo un gran aprovechamiento de los recursos necesarios. Este proceso tiene además un alto valor para paleontólogos, geólogos y otros científicos e investigadores interesados en los temas referentes al subsuelo y su estructura, ya que un conjunto significativo de conocimientos con respecto a las capas del mismo y sus propiedades, son derivados del análisis de muestras de núcleos.

1.3.2. Descripción actual del dominio del problema.

Una de las tareas que se llevan a cabo en el Centro de Investigación del Petróleo (CEINPET) es el Proceso de Gestión de Información de Muestras de Núcleos. Estos núcleos proporcionan información que es indispensable, 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 fragmentado en partes, con el objetivo de evaluar el comportamiento de las propiedades de las rocas y poder definir correctamente las capas del subsuelo. Cada muestra derivada consecutivamente 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.

A través de 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. Luego de obtener el núcleo, producto de la perforación de algún pozo en concreto, se le realizan algunas medidas, tienen alrededor de 10 centímetros de diámetro y una longitud variable en el rango de 2 a 10 metros, por lo que son preparados y divididos en pequeñas muestras para hacer más fácil su manejo y análisis en el laboratorio. De esto se concluye que es posible alcanzar 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 particiones reciben el nombre de un identificador único, la misma en unión con la información obtenida del núcleo al que pertenece conforman la información que va ser insertada en la muestra en el “banco” correspondiente.

Una vez determinado el tipo de análisis de cada muestra son trasladados al laboratorio en el que se realizan las mediciones precisas para conocer el comportamiento de las propiedades físicas que sean requeridas. Con la realización de estos análisis se derivan claramente 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 (δ_s), Saturación de Aguas Residuales (SAR), Porosidad (Φ), entre otras. Algunos ejemplos de fórmulas utilizadas para estos cálculos son:

Propiedad	Fórmula	Notación	U. de medida
Porosidad	$\Phi = (V_{\text{poros}}/V_{\text{total}})*100$	Φ	%
Densidad	$\delta = \text{masa}/\text{volumen}$	δ	kg/m ³
Saturación de Fluidos	$\text{Sat} = (V_{\text{fluidos}}/V_{\text{poros}})*100$		%
Resistividad	$\rho = (R * L)/A$	ρ	Ωm

Tabla 1 Fórmulas para determinar algunas propiedades de las rocas.

A través de estos cálculos se obtienen varias informaciones que son almacenadas en el “banco de muestras” y a partir de estas se realizan diversos estudios posteriores y se toman decisiones.

Entre los clientes nacionales del CEINPET se encuentran la EPEP de occidente, EPEP de centro y CUPET, estos solicitan con frecuencia conocer el estado de los yacimientos y para dar respuesta 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. El Proceso de Gestión de las Muestras de Núcleos es importante también para científicos e investigadores cubanos, pues les permite 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 actividades que desarrolla en el CEINPET 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 áreas de interés petrolífero. Dicho proceso se lleva a cabo hoy día utilizando hojas de cálculo Excel y la primera versión de una aplicación llamada SIGNUC desarrollada por estudiantes de la Universidad de las Ciencias Informáticas.

Con la aparición de esta primera versión de SIGNUC se aceleró dicho proceso, pero aún quedan muchas privaciones en el mismo como: las interfaces existentes son amigables pero el usuario necesita adaptarla un poco más a sus preferencias y comodidad, no le permite al usuario modificar las gráficas que se generan, el tiempo de respuesta al realizar las búsquedas necesarias utilizando el sistema, es más prolongado de lo deseado por el usuario. Además, es necesario resaltar el hecho de que el cliente desea automatizar otras actividades que no están incluidas, en la primera versión de SIGNUC, como es la generación de un nuevo informe petrofísico (Presión Capilar y Distribución de los Radios de los Poros) y la realización del cálculo de los valores de algunos parámetros petrofísicos, no contemplados en el sistema anterior.

Todos estos inconvenientes desembocan en que el cliente encuentre obstáculos durante el Proceso de Gestión de la Información de Muestras de Núcleos que se materializan en la tardía generación de informes petrofísicos que constituyen la salida final de todo este proceso y por tanto se demora la respuesta a los servicios solicitados por los clientes del CEINPET.

1.4. Análisis de otras soluciones existentes.

Durante la búsqueda y el estudio de posibles aplicaciones informáticas, que sirvieran como un antecedente para el presente trabajo, se identificaron una serie de productos desarrollados por compañías dedicadas a la producción de software para dar solución a problemas específicos de la industria petrolera.

1.4.1 La tecnología SBED, SBEDStudio y VisualVoxAt.

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

Estos productos hacen posible la modelación en tres dimensiones de los yacimientos por medio del análisis de la información de núcleo, de registro de pozos y datos sísmicos. La utilización de estas tecnologías permite minimizar la incertidumbre informativa y determinar con exactitud la calidad de un yacimiento además de proponer soluciones guiadas por flujos de trabajo, que ayudan a todos los profesionales de la rama petrolera a definir los objetivos para alcanzar el mayor rendimiento posible en la producción del crudo.

La tecnología SBED es una tecnología destinada al moldeamiento heterogéneo geológico a pequeña escala (escala centímetro-a-metro) y de sobre escalamiento que permite un cálculo bastante real de las reservas de hidrocarburos.

SBEDStudio es una tecnología de moldeamiento de yacimientos superior a las convencionales, pues tiene en cuenta también, los efectos que las estructuras y litologías a pequeña escala imponen en el fluido a gran nivel; lo que permite un cálculo bastante realista.

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

1.4.2 Q-SCAL.

Q-SCAL es la aplicación informática desarrollada por la compañía del Reino Unido Logicom E&P es “un nuevo producto para cargar, almacenar y analizar todo tipo de información, tanto especial como convencional, referente a los núcleos.

1.4.3. Primera versión del SIGNUC: Sistema para la gestión de la información de muestras de núcleos en el CEINPET.

La primera versión del SIGNUC es una aplicación informática desarrollada por estudiantes de la Universidad de las Ciencias Informáticas que, aunque incompleta y con muchas

posibilidades de mejoras, se muestra como el candidato potencial a tener en cuenta en este trabajo por ser lo que más se ajusta a las necesidades particulares de la industria petrolera cubana.

1.5. Conclusiones.

En este capítulo se definieron varios conceptos, los cuales brindan un mejor entendimiento en el Proceso de Gestión de Información de Muestras de Núcleos. Al igual que se investigó sobre las aplicaciones desarrolladas en otros países que nos fue de gran utilidad porque se pudo enriquecer nuestro conocimiento acerca de dicho proceso, ya que de estos se puede escoger algunas ideas para nuestra aplicación. Fueron expuestas las ineficiencias que presenta la aplicación realizada por los estudiantes de la UCI llamada SIGNUC, a la cual con el desarrollo del presente trabajo de diploma se le darán solución.

Capítulo 2. Tendencias y tecnologías actuales a desarrollar.

2.1. Introducción.

Hoy día el mundo de las tecnologías ha avanzado en gran medida, permitiendo de esta forma que varias empresas puedan hallarle solución a sus problemas. En el presente capítulo se realiza un análisis de las tendencias y tecnologías actuales, que pueden ser usadas para el desarrollo del software el cual dará solución al problema científico de la presente investigación. Con el fin de encontrar la respuesta más eficiente para el dar cumplimiento al objetivo generar de este trabajo, son analizadas las metodologías de desarrollo de software, los gestores de base de datos y algunos lenguajes de programación. Luego del análisis de estos elementos, se hace una comparación para saber cuáles de ellos emplear para garantizar el correcto funcionamiento de un software que Gestione la Información de Muestra de Núcleo 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. Proceso Unificado de Desarrollo de Software (RUP).

Actualmente no existe una metodología de desarrollo de software que sea global, es decir que encierre características que puedan aplicarse a cualquier tipo de proyecto. Las características de cada proyecto conjuntamente con su equipo de desarrollo, recursos, y requisitos exigen que se escoja una que se adapte en la mayor medida posible a estas características. Su ciclo de vida se caracteriza por:

Está dirigido por Casos de Usos: Los casos de uso reflejan lo que los usuarios futuros necesitan y desean, lo cual se capta cuando se modela el negocio y se representa a través de

los requerimientos. A partir de aquí los casos de uso guían el proceso de desarrollo ya que los modelos que se obtienen, como resultado de los diferentes flujos de trabajo, representan la realización de los casos de uso (cómo se llevan a cabo).

Centrado en la arquitectura: La arquitectura muestra la visión común del sistema completo en la que el equipo de proyecto y los usuarios deben estar de acuerdo, por lo que describe los elementos del modelo que son más importantes para su construcción, los cimientos del sistema que son necesarios como base para comprenderlo, desarrollarlo y producirlo económicamente.

Iterativo e Incremental: Es el modelo utilizado por RUP para el desarrollo de un proyecto de software. Este modelo plantea la implementación del proyecto a realizar en iteraciones, con lo cual se pueden definir objetivos por cumplir en cada iteración y así poder ir completando todo el proyecto iteración por iteración, con lo cual se tienen varias ventajas, entre ellas se puede mencionar la de tener pequeños avances del proyectos que son entregables al cliente el cual puede probar mientras se está desarrollando otra iteración del proyecto, con lo cual el proyecto va creciendo hasta completarlo en su totalidad.

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.

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

Luego de haberse estudiado algunas de las características de algunas metodologías se ha decidido escoger a RUP como la más apropiada para la realización de este trabajo. Esta elección ha sido basada en todo lo mencionado en el epígrafe anterior y en que la metodología RUP es ideal para el desarrollo de aplicaciones constantes, no siendo así para XP y Scrum ya que la utilización de una de estas metodologías ágiles trae consigo un cambio constante en los requerimientos del proyecto. 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.

RUP se compromete a 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. 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.

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.

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

UML es un lenguaje de modelado gráfico que permite modelar, construir y documentar los elementos que forman un sistema orientado a objetos. Este permite modelar artefactos conceptuales como son: procesos de negocio y funciones de sistema y además de artefactos concretos como son: escribir clases en un lenguaje determinado, esquemas de bases de datos y componentes de software reusables. Es importante aclarar que UML es un lenguaje para especificar y no un método o un proceso. Aunque es flexible y permite aplicarse en una gran variedad de metodologías de desarrollo, no especifica en sí cual se debe de utilizar. Para modelar, UML utiliza diagramas que se pueden clasificar en tres tipos: diagramas de estructura estática que comprenden los diagramas de clases, de objetos, y de casos de uso; diagramas de comportamiento entre los que se encuentran los diagramas de actividades, de estados y de interacción (secuencia y colaboración) y por último los diagramas de implementación que lo integran los diagramas de componentes y de despliegue.

2.4. Visual Paradigm for UML Enterprise Edition.

VP-UML es una herramienta CASE multiplataforma que utiliza el lenguaje de modelado gráfico UML. Permite que una gran gama de usuarios puedan utilizarlos, como son los Analistas de Negocio, los Analistas de Sistemas, los Arquitectos de Sistemas, los Ingenieros de Software, es decir, todo aquel que esté interesado en la construcción de software confiables utilizando metodología orientada a objeto. El ambiente de VP-UML proporciona medios intuitivos para realizar el análisis y el diseño orientados al objeto de un sistema, donde se pueden crear

diagramas de UML. Esta herramienta brinda un entorno de desarrollo amigable para aquel que lo utilice, ya que permite organizar el trabajo a la comodidad de cada cual.

Visual Paradigm brinda la posibilidad de generar código a partir del modelo de clases del diseño y permite realizar ingeniería inversa para plataformas como: .Net, Java y PHP. Posibilita la integración con otras herramientas de desarrollo, como son Visual Studio y Eclipse, Borland JBuilder, NetBeans, IntelliJ IDEA, JDeveloper lo que facilita el trabajo de los desarrolladores puesto que pueden modelar y programar en la misma plataforma. VP también permite una integración con los elementos del paquete Office de Microsoft como el Excel, el Word y el Power Point, los diagramas generados se pueden modificar directamente desde los documentos, sin la preocupación de perder el original, ya que estos se encuentran embebidos dentro del documento Office.

2.4.1. 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. Además este es un completo sistema que permitirá aumentar la productividad al momento de desarrollar. Muy fácilmente se puede centralizar y planificar las ideas, conjuntamente de mejorar la productividad en el desarrollo y mantenimiento del software, aumentar la calidad del mismo, reducir el tiempo de desarrollo y mantenimiento, mejora la planificación de un proyecto, realizar una gestión global en todas las fases de desarrollo de software con una misma herramienta.

2.5. 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”. (12)

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.

2.5.1. Java como lenguaje de programación para la implementación de la solución propuesta.

Luego de analizar las características que presentan algunos lenguajes de programación como: C, C++, entre otros, 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)”. (13)

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. 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.”. (13)

“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.)”. (13)

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.

2.6.1. PostgreSQL.

Es un sistema de gestión de bases de datos objeto relacional. Fue el pionero en muchos de los conceptos existentes en el sistema objeto relacional actual, incluido, más tarde en otros sistemas de gestión comerciales. Es un sistema objeto relacional ya que incluye características de la orientación a objetos como puede ser la herencia tipos de datos, funciones, restricciones, disparadores, reglas e integridad transaccional. A pesar de esto, PostgreSQL no es un sistema de gestión de bases de datos puramente orientado a objetos.

Principales Características: Es un servidor libre que soporta distintos tipos de datos además del soporte para los tipos base, también soporta datos de tipo fecha, monetarios, elementos gráficos, datos sobre redes (MAC, IP...), cadenas de bits, etc. Además incorpora una estructura de datos, los arreglos. Permite la declaración de funciones propias, así como la definición de disparadores (triggers). De igual manera incluye herencia entre tablas (aunque no entre objetos, ya que no existen), por lo que a este gestor de bases de datos se

le incluye entre los gestores objeto relacionales. También permite la gestión de diferentes usuarios, así como los permisos asignados a cada uno de ellos.

Principales ventajas: Se han implementado importantes características del motor de datos incluyendo subconsultas, valores por defecto, restricciones a valores en los campos (constraints) y disparadores (triggers). Se han añadido funcionalidades en línea con el estándar SQL92 incluyendo claves primarias, identificadores entrecomillados, forzado de tipos cadena literal, conversión de tipos y entrada de enteros binarios y hexadecimales. Los tipos internos han sido mejorados incluyendo nuevos tipos de fecha/hora de rango amplio y soporte para tipos geométricos adicionales. La velocidad del código del motor de datos ha sido incrementada aproximadamente en 40% y su tiempo de arranque ha bajado el 80%. Establece condiciones o CHECKs para validar las entradas de datos. Permite transacciones, es decir, múltiples operaciones de tabla o registros de manera segura. Tiene la capacidad de comprobar la integridad referencial, así como de almacenar procedimientos en la propia base de datos, equiparándolo con los gestores de bases de datos de alto nivel, como puede ser Oracle. Los lenguajes que utiliza PostgreSQL son los siguientes:

- ❖ Un lenguaje propio llamado PL/PgSQL (similar al PL/SQL de Oracle), C, C++, Gambas.
- ❖ Java PL/Java web, PL/Perl, pIPHP, PL/Python, PL/Ruby, PL/sh, PL/Tcl, PL/Scheme.
- ❖ Lenguaje para aplicaciones estadísticas R through PL/R. (15)

2.6. 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 6.8 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 6.8 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 6.8 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.

En este capítulo se realizó un análisis de algunos de los lenguajes de programación existentes, se analizó sobre los gestores de base de datos más importantes. 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.

Capítulo 3. Presentación de la solución propuesta.

3.1. Introducción.

En el presente capítulo se describe la propuesta de solución. El desarrollo del sistema informático que se propone se centra en la puesta en práctica del Proceso Unificado de Desarrollo de Software (RUP), el cual cuenta con el apoyo del Lenguaje Unificado de Modelado (UML) para la modelación (generación) de los distintos artefactos que involucran el desarrollo del trabajo y de la herramienta Case Visual Paradigm para realizar el mismo. Además, se describen los procesos del negocio que tienen relación con el objeto de estudio, primeramente se modela el negocio propuesto, se identifican los actores, trabajadores, los Casos de Uso correspondientes y la descripción de los mismos. Se enumeran además los requisitos, tanto funcionales como no funcionales que debe cumplir el sistema que se propone, permitiendo así alcanzar una mejor concepción de forma general del sistema. Se identifica mediante un Diagrama de Casos de Uso las relaciones de los actores que interactúan con el sistema y las secuencias de acciones que realizan.

3.2. Modelo de Negocio.

El objetivo del modelo de negocio es comprender como funciona la organización del cliente, tanto en estructura como en dinámica de sus procesos. Su objetivo no es modelar por lo tanto el sistema software a implantar, sino las funciones y roles que realiza la organización para poder realizar más fácilmente la ingeniería de procesos del sistema.

3.2.1. Actores y Trabajadores del Negocio.

Un Actor del Negocio es cualquier individuo, organización, grupo o máquina que interactúa con el Negocio. Este representa un rol y es el que se beneficia con el resultado de los Procesos del Negocio. Un Trabajador del Negocio 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. Estos trabajadores están dentro de la frontera del negocio, son los que en un futuro se convertirán en usuarios del sistema que se quiere construir. 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 2 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 3 Trabajador del Negocio y su descripción.

3.2.2. Procesos de Negocio.

En este epígrafe se hace alusión al flujo de procesos, realizando una descripción detallada de cada uno de ellos con el objetivo de lograr ampliar la visión del negocio; para ello se tiene en cuenta el concepto de proceso.

Proceso de Negocio: “Se define como un conjunto de tareas, actividades o acciones interrelacionadas entre sí que, a partir de una o varias entradas de información, materiales o de salidas de otros procesos, dan lugar a una o varias salidas también de materiales (productos) o información con un valor añadido.” (15)

En el presente trabajo, existen tres 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, la representación de dependencias entre dos de ellos al igual que la gráficas de presión capilar y distribución de los radios de los poros. Este proceso llega a su final cuando se le entrega 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.

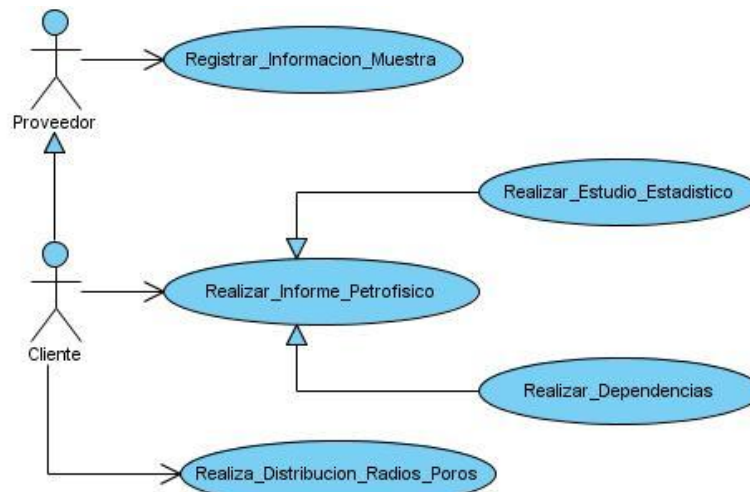


Figura 1 Diagrama de Casos de Uso del Negocio.

3.2.4. Descripción Textual de nuevo Casos de Uso de Negocio.

3.2.4.1. Descripción Textual del Caso de Uso del Negocio “Realizar_Distribución_Radio_Poros”.

Caso de uso del negocio	Realizar_Distribución_Radio_Poros
Actores	Cliente
Trabajadores	Ingeniero Petrofísico

Resumen	El caso de uso se inicia cuando el cliente solicita conocer la distribución de radio de los poros de una serie. 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.
Flujo Normal de Eventos	
Acción del actor	Respuesta del proceso de negocio
1. Solicita conocer la distribución de radio de los poros de una serie.	2. Verifica que en el banco se encuentre registrado la serie deseada.
	3. Verifica que la serie deseada tenga registrados los parámetros de saturación correspondientes a la prueba del plato poroso.
	4. Selecciona los parámetros de saturación correspondientes a la prueba del plato poroso de la serie deseada y los incluye en una tabla.
5. Entra los valores de Presión Capilar correspondiente a los valores de Saturación.	
	6. A partir de los datos existentes en dicha tabla se efectúa una representación gráfica de la relación entre ambos parámetros (Saturación y Presión Capilar).
	7. Teniendo en cuenta que a cada valor de presión capilar corresponde un radio de poros determinado (ver Observación 1), se agrega a la tabla una nueva columna con los valores de radio de los poros correspondiente a cada presión capilar.
	8. Se verifica que estén relacionados todos los valores deseados de radios de los poros.

	<p>9. Si están relacionados todos los valores deseados de radios de los poros, se calcula el porcentaje de existencia de cada uno de estos valores en el núcleo analizado utilizando la siguiente fórmula:</p> <p>Dado un conjunto de valores de radios de los poros, $R(x): R(1), R(2)...R(n)$, ordenados de menor a mayor, y presión capilar $(PC(x))$ y de Saturación $(SAT(x))$</p> $\%R(x) = Sat(x+1) - Sat(x)$
	10. Se agrega a la tabla una nueva columna con los valores calculados del porcentaje de existencia de cada uno de los radios de los poros.
	11. Se representa gráficamente la correspondencia entre radio de los poros y su porcentaje de existencia.
	12. Redacta una valoración del resultado obtenido en la gráfica anterior y concluye así la confección del informe de distribución de radio de los poros que incluye la tabla, los gráficos y la valoración.
13. Recibe el Informe de Distribución de Radio de los Poros.	
Flujo Alternativo 1	
Acción del actor	Respuesta del proceso de negocio
	3. No se encuentra registrado la serie deseada.
4. Recibe información de que no es posible realizar la representación de la distribución de radio de los poros solicitada.	
Flujo Alternativo 2	
Acción del actor	Respuesta del proceso de negocio
	4. No se encuentra registrado ningún parámetro de saturación correspondiente a la prueba del plato poroso.

5. Recibe información de que no es posible realizar la representación de la distribución de radio de los poros solicitada.	
Flujo Alterno 3	
Acción del actor	Respuesta del proceso de negocio
	9. No se encuentra relacionado ninguno de los valores deseados de radios de los poros.
10. Recibe información de que no es posible realizar la representación de la distribución de radio de los poros solicitada.	
Poscondiciones:	Queda consultado el banco de muestras y creado el Informe de Distribución de radio de los poros.
Entidades:	Banco de Muestras, de Distribución de radio de los poros.
Observaciones	1. Al ser aplicada una presión determinada (PCx) solamente se estimulan los poros de radio mayor o igual a un valor específico (Rx). Ej. si se aplica una presión de (0.050 Var) solo se recibe respuesta de los poros mayor o igual a (30micra)

Tabla 4 Descripción textual del CUN "Realizar Distribución de radio de los poros".

3.3. Requerimientos Funcionales.

El paso desde la determinación de las necesidades del cliente hasta la implementación no es trivial. Las necesidades del cliente no son fáciles de discernir pues se debe diseñar una implementación funcional que se ajuste a esas necesidades. Los requisitos funcionales son capacidades o condiciones que el sistema debe cumplir, por tal motivo a continuación se presenta el conjunto de requisitos que se identificaron:

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 informes a Word.

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

RF15. Importar información de Excel.

Este requisito expresa el deseo del cliente de tener la posibilidad de importar las informaciones contenida en los documentos Excel al Banco de Muestras, es decir, a la aplicación.

RF16. 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.

RF17. Modificar contraseña.

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

RF18. 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.

RF19. Editar Informe.

Este requisito expresa el deseo del cliente de tener la posibilidad de modificar las observaciones del informe.

RF20. Consultar Informe.

Este requisito expresa al deseo del cliente de tener la posibilidad de consultar los informes ya realizados o guardados.

RF24. Gestionar Comentarios.

Este requisito expresa el deseo del cliente de tener la posibilidad de listar los comentarios existentes y además tener la posibilidad de insertar un nuevo, así como, de eliminar la información referente a alguno ya existente.

3.4. Requerimientos No Funcionales.

Los Requerimientos No Funcionales son propiedades o cualidades que el producto debe tener. Debe pensarse en estas propiedades como las características que hacen al producto

atractivo, usable, rápido y confiable. 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, un manual de usuario 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, además de que cuenta con un disco de instalación.

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.

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: 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 superiores a W97) 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 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 otorga. 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 5 Actores del Sistema y sus descripciones.

3.5.2. Casos de Uso del Sistema.

Un caso de uso es una secuencia de interacciones que se desarrollarán entre un sistema y sus actores en respuesta a un evento que inicia un actor principal sobre el propio sistema. Los diagramas de casos de uso sirven para especificar la comunicación y el comportamiento de un sistema mediante su interacción con los usuarios y otros sistemas.

Es importante resaltar que ninguna de estas expresiones están pensadas para representar el diseño, por ello no describen los elementos internos de un sistema; únicamente sirven para facilitar la comunicación con el cliente y resultan útiles para determinar las características necesarias que tendrá el sistema. En otras palabras, los casos de uso describen qué es lo que debe hacer el sistema y no cómo lo hará. 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 a la primera versión del SIGNUC y sus respectivas clasificaciones:

Críticos	Secundarios	Auxiliares	Opcionales
----------	-------------	------------	------------

Gestionar_Yacimiento. Gestionar_Pozo. Gestionar_Nucleo. Gestionar_Muestra. Insertar_Parametros. Insertar_Serie. Buscar_Serie. Autenticar. Gestionar_Usuarios. Realizar_Informe_Petrofisico. Realizar_Informe_Estadistico. Realizar_Informe_Dependencias. Realizar_Distribucion_Radio_Poros. Editar_Informe. Consultar_Informes.	Calcular_Parametros.	Exportar_Documentos. Exportar_Excel. Importar_Excel. Gestionar_Comentarios.	Modificar_Contraseña. Gestionar_Especialidad
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------	--------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------

Tabla 6 Clasificación de los Casos de Uso del Sistema.

En esta segunda versión se definen nuevos casos de uso, Realizar_Distribucion_Radio_Poros, Gestionar_Comentarios, Exportar_Documentos, Exportar_Excel, Importar_Excel, Calcular_Parametros, además algunos de los casos de usos propuestos en la primera versión serán sometidos a modificaciones como: Gestionar_Usuarios, Realizar_Informe_Estadísticos, Realizar_Informe_Dependencias, Gestionar_Yacimiento. Estas transformaciones permitirán que el funcionamiento del sistema sea más eficiente ofreciéndole al cliente facilidades y servicios que antes no presentaba la aplicación.

3.5.2.1. Diagrama de Casos de Uso del Sistema.

Los diagramas de casos de uso son importantes para modelar el comportamiento de un sistema, un subsistema o una clase. Cada uno muestra un conjunto de casos de uso, actores y sus relaciones.

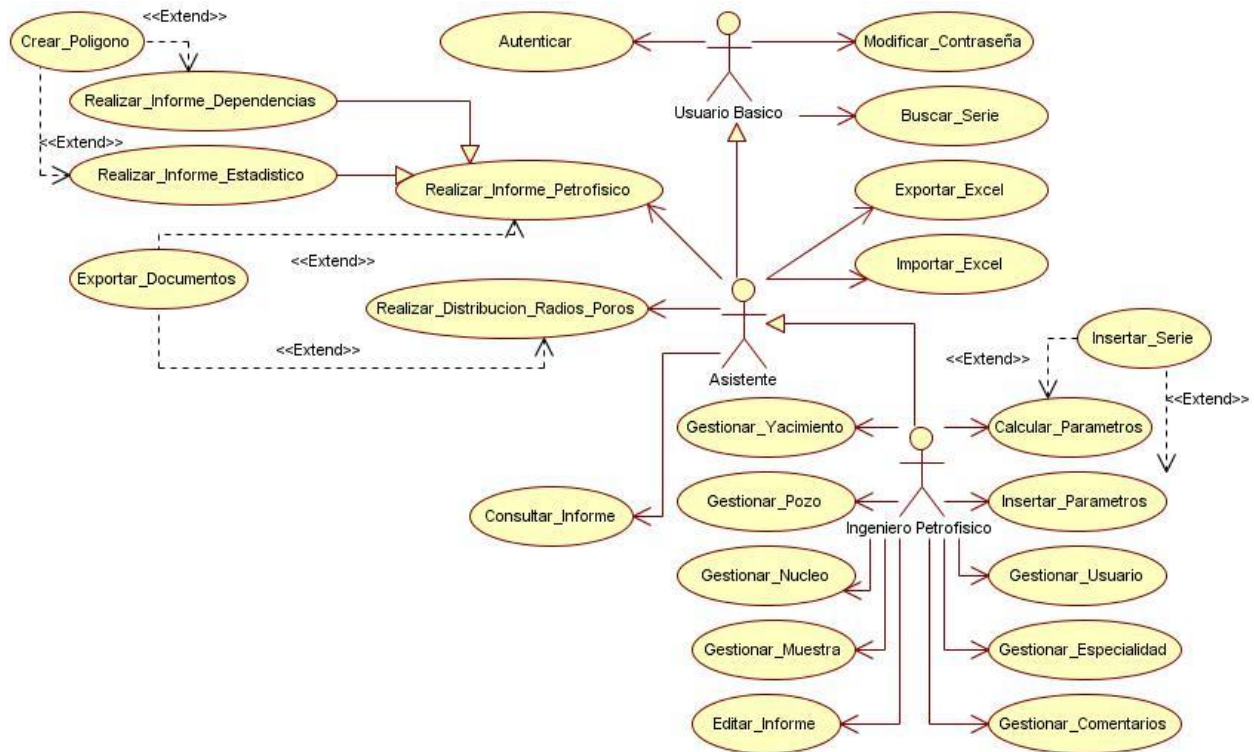


Figura 2 Diagrama de Casos de Uso del Sistema.

3.5.2.2. Descripción textual de los Casos de Uso.

El sistema desarrollado cuenta con veinticuatro casos de uso, de los cuales sólo quince son catalogados como casos de uso críticos, y cuatro son arquitectónicamente significativos, que no son más que aquellos que representan las partes más críticas de la arquitectura del sistema y demuestran la funcionalidad del sistema, siendo los casos de Realizar_Informe_Petrofisico, Realizar_Informe_Estadístico, Realizar_Informe_Dependencias, Realizar_Distribución_Radio_Poros.

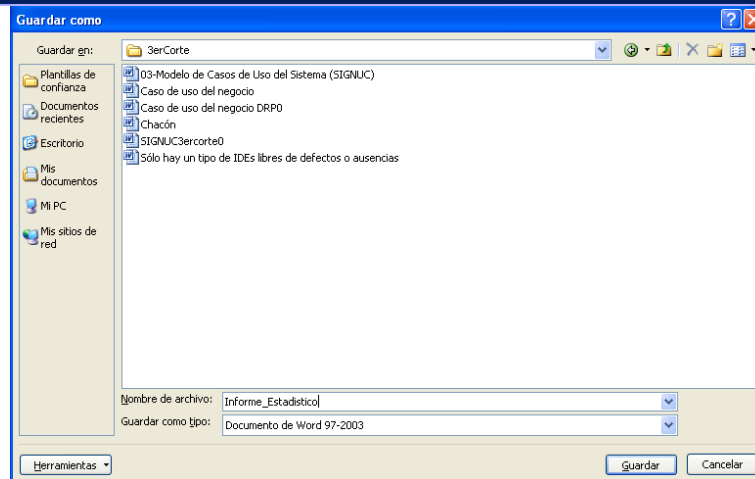
Dentro de estos casos de uso, existen siete que fueron creados bajo los planteamientos del patrón CRUD de casos de uso que propone el agrupamiento de las funcionalidades que se llevan a cabo sobre una misma entidad, tales como listar, insertar, modificar y eliminar. Los nombres de estos casos de uso comienzan con la cadena de caracteres “Gestionar” y sus funcionalidades son similares, es por eso que sólo se procederá a describir uno de ellos de forma representativa: Gestionar_Comentarios, además de los casos de usos nuevos encontrados en esta versión.

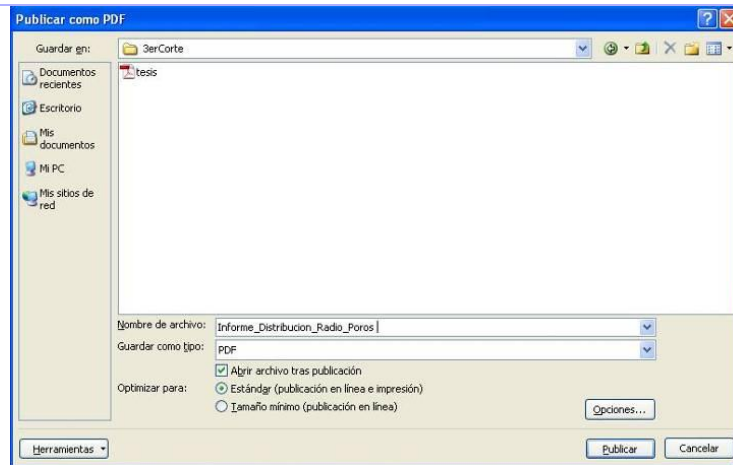
3.5.2.2.1. Descripción Textual del Caso de Uso del Sistema “Exportar_Documentos”.

Caso de uso del sistema	Exportar_Documentos
Actores	Asistente.
Resumen	El caso de uso se inicia, después de la realización del caso de uso: “Consultar_Informe” cuando el usuario selecciona la opción “Exportar Documentos”. El sistema brinda la posibilidad de guardar estos informes en el ordenador en formato Word o PDF.
Precondiciones:	El actor debe estar autenticado y debe tener los permisos medios o avanzados.
Referencias:	RF13, RF14.
Prioridad:	Opcional.
Casos de uso asociados	Consultar_Informe.
Flujo Normal de Eventos	
Acción del actor	Respuesta del sistema
1. Selecciona la opción “Exportar Documentos” durante la realización de algún informe.	2. Se muestra un formulario para escoger el tipo de formato (Word o PDF). Se muestra un formulario (file chooser) que da la posibilidad de : - asignar un nombre al fichero a guardar. - escoger el formato deseado (Word o PDF). - seleccionar la dirección en la que desea guardar. - guardar el documento. - cancelar la operación
3. Selecciona la opción que desee.	4. Se muestra un formulario (file chooser) que da la posibilidad de : - asignar un nombre al fichero a guardar.

	<ul style="list-style-type: none"> - seleccionar la dirección en la que desea guardar. - guardar el documento. - cancelar la operación
<p>5. Asigna un nombre al documento, selecciona la dirección deseada y luego selecciona la opción “Guardar”.</p>	<p>6. Se guarda el fichero con el nombre especificado, en la dirección y el formato deseados.</p>

Interfaz





Flujo Alterno 1

Acción del Actor	Respuesta del sistema
6. Selecciona la opción "Cancelar"	7. Muestra un mensaje que la operación ha sido cancelada.

Interfaz

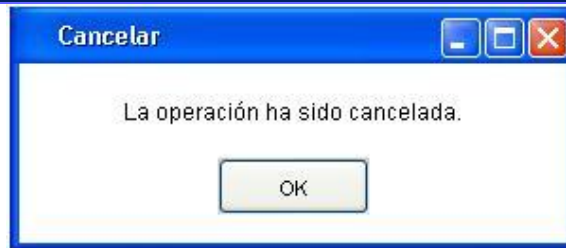


Tabla 7 Descripción Textual del Caso de Uso del Sistema "Exportar_Documentos".

3.5.2.2.2 Descripción Textual del Caso de Uso del Sistema "Exportar_Excel".

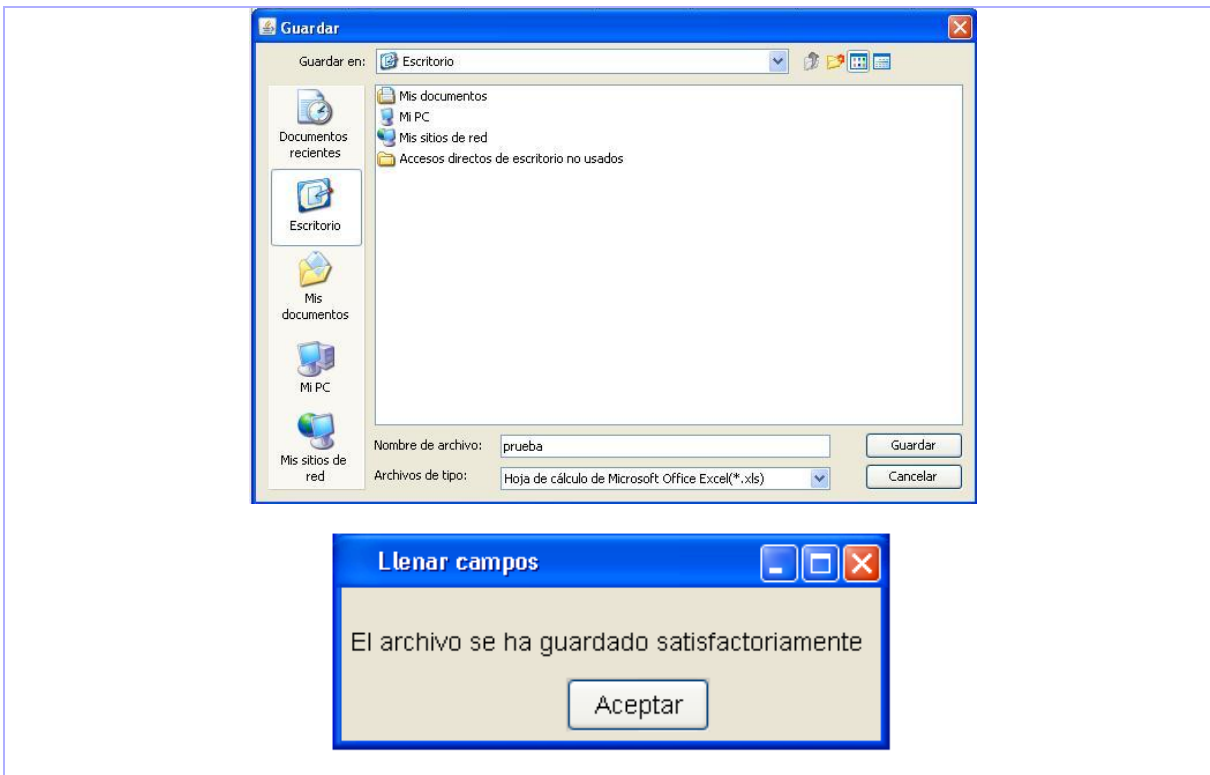
Caso de uso del sistema	Exportar_Excel
Actores	Asistente.
Resumen	El caso de uso se inicia cuando el actor selecciona la opción "Exportar Excel". El sistema permite guardar la información referente a las muestras en una hoja de cálculo Excel.
Precondiciones:	- El actor debe estar autenticado y debe tener los permisos medios o avanzados.

	- Debe haber ejecutado el caso de uso "Buscar_Serie" y encontrarse en la página que visualiza la lista con las muestras seleccionadas y todos los parámetros asociados a ella.
Referencias:	RF21
Prioridad:	Auxiliares.
Casos de uso asociados	Buscar_Serie

Flujo Normal de Eventos

Acción del actor	Respuesta del sistema
1. Selecciona la opción "Exportar a Excel".	2. Se muestra un formulario (file chooser) que da la posibilidad de : <ul style="list-style-type: none"> - asignar un nombre al fichero a guardar. - seleccionar la dirección en la que desea guardar. - guardar el documento. - cancelar la operación
3. Introduce el nombre del fichero, selecciona la dirección a guardar y luego selecciona la opción guardar.	4. Se verifica que todos los datos sean entrados.
	5. Se guarda el fichero con el nombre especificado y en la dirección deseada.

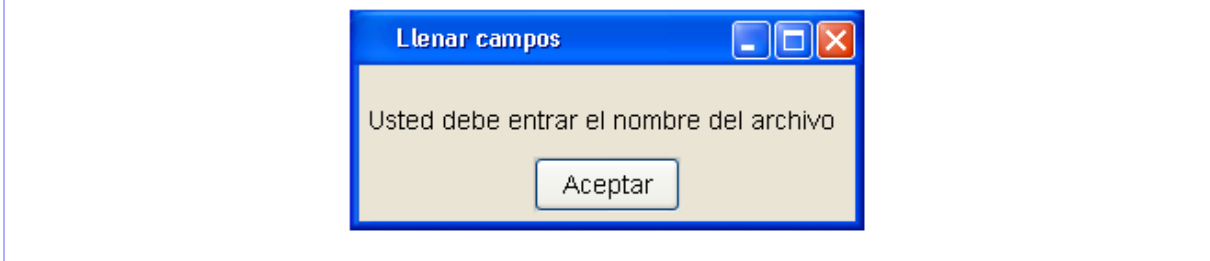
Interfaz



Flujo Alterno1

Acción del actor	Respuesta del sistema
	5. El sistema muestra un mensaje.

Interfaz



Flujo Alterno2

Acción del actor	Respuesta del sistema
6. Selecciona "Cancelar".	7. Se cierra el formulario (file chooser).

Tabla 8 Descripción Textual del Caso de Uso del Sistema "Exportar_Excel".

3.5.2.2.3. Descripción Textual del Caso de Uso del Sistema "Importar_Excel".

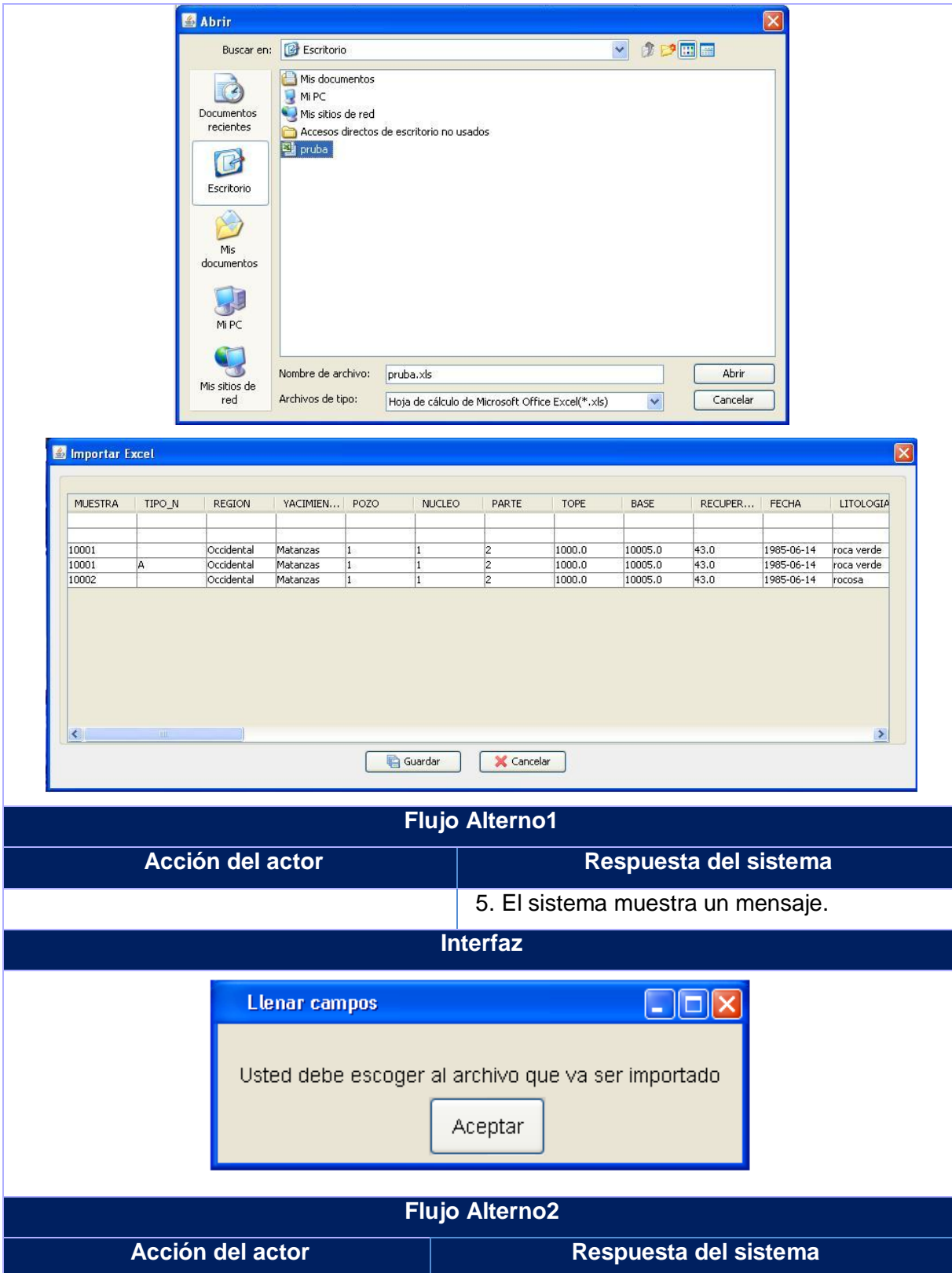
Caso de uso del sistema	Importar_Excel
-------------------------	----------------

Actores	Asistente.
Resumen	El caso de uso se inicia cuando el actor selecciona la opción "Importar Excel". El sistema da la posibilidad de escoger un documento Excel e importar a la base de datos la información deseada.
Precondiciones:	- El actor debe estar autenticado y debe tener los permisos avanzados.
Referencias:	RF21
Prioridad:	Auxiliares.
Casos de uso asociados	Buscar_Serie.

Flujo Normal de Eventos

Acción del actor	Respuesta del sistema
1. Selecciona la opción "Importar a Excel".	2. Se muestra un formulario (file chooser) que da la posibilidad de : - seleccionar la dirección en la que se encuentra. - abrir el documento. - cancelar la operación
3. Selecciona la dirección y selecciona "Abrir".	4. Se verifica que todos los datos sean entrados.
	5. Se muestra un formulario con las tablas importadas y brinda la opción de guardarlas en la BD.

Interfaz



- | | |
|---------------------------|--------------------------------------------|
| 6. Selecciona “Cancelar”. | 7. Se cierra el formulario (file chooser). |
|---------------------------|--------------------------------------------|

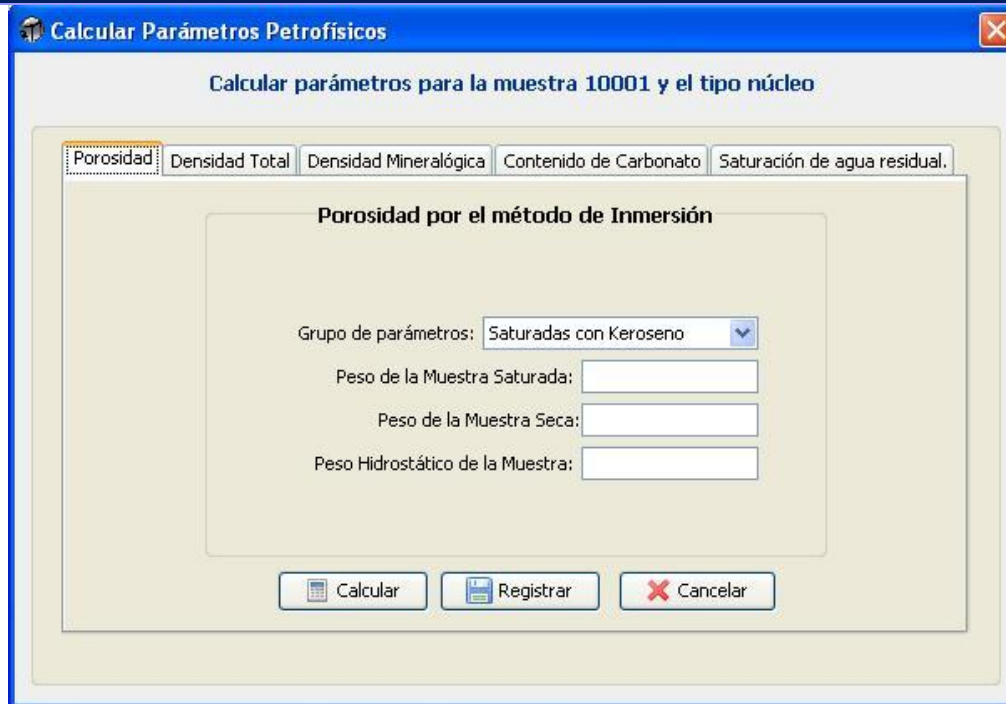
Tabla 9 Descripción Textual del Caso de Uso del Sistema “Importar_Excel”.

3.5.2.2.4. Descripción Textual del Caso de Uso del Sistema “Calcular_Parametros”.

Caso de uso del sistema	Calcular_Parametros
Actores	Ingeniero Petrofísico
Resumen	El caso de uso se inicia cuando el actor quiere agregar a la base de datos algún parámetro dependiente y para ello selecciona la opción “Calcular Parámetros”. El sistema muestra un formulario donde brinda la posibilidad de escoger el parámetro que desea calcular y luego de insertar una serie de datos correspondiente a ese parámetro. El caso de uso concluye cuando el actor recibe la información que desee.
Precondiciones:	El actor debe estar autenticado y debe tener los permisos avanzados.
Referencias:	RF9
Prioridad:	Secundario.
Flujo Normal de Eventos	
Acción del actor	Respuesta del sistema
1. Selecciona la opción “Calcular Parámetros”.	2. Se muestra un formulario que permite seleccionar el parámetro que desee calcular.
3. Entra los datos solicitados según el parámetro escogido.	4. Verifica que se hayan insertado todos los datos solicitados.
	5. Se verifica que los datos introducidos tengan el formato correcto.
	6. Se muestra el resultado obtenido y se brinda la posibilidad de registrarlo o de cancelar esta

	operación.
7. Selecciona la opción “Registrar”.	8. Se verifica que no hayan registrados en la base de datos valores asociados a los parámetros calculados.
	9. Si no existen valores registrados para los parámetros calculados entonces se inserta en la base de datos el valor del parámetro perteneciente a la serie escogida.

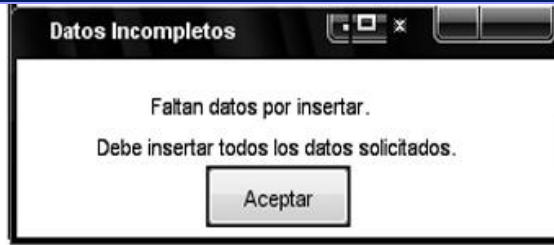
Interfaz



Flujo Alterno 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.

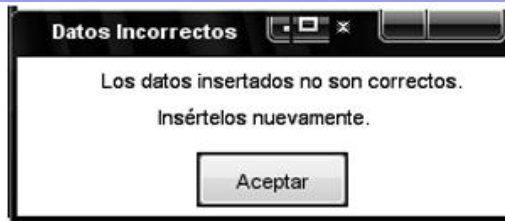
Interfaz



Flujo Alternativo 2

Acción del actor	Respuesta del sistema
	6. Si los datos insertados no tienen el formato correcto se muestra un mensaje indicando que los datos son incorrectos y se da la posibilidad de volverlo a insertar. (se retoma el flujo normal de los eventos a partir de la Acción 3)

Interfaz



Flujo Alternativo 3

Acción del actor	Respuesta del sistema
10. Selecciona la opción "Cancelar"	11. Se muestra el formulario principal y el parámetro calculado no se registra en la base de datos.

Flujo Alternativo 4

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

	<p>9. Si existen valores registrados para los parámetros calculados entonces se muestra un mensaje advirtiendo que los parámetros calculados ya tienen un valor registrado y brinda dos opciones: “Si” (el valor será modificado) y “No” (seleccionar nuevamente los parámetros).</p>
<p>19. Selecciona una de las dos opciones.</p>	<p>20. Si selecciona la opción “No” se muestra el formulario principal y no es registrado ningún resultado del cálculo realizado. Si selecciona la opción “Si” el valor calculado es registrado en la base de datos, sustituyendo al que se encontraba registrado anteriormente.</p>

Interfaz

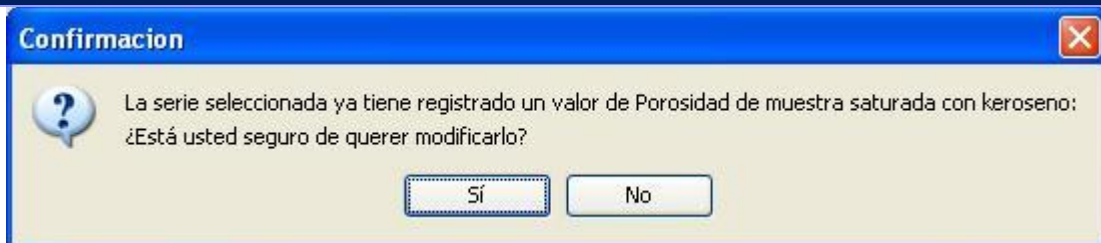


Tabla 10 Descripción Textual del Caso de Uso del Sistema “Calcular_Parametros”.

3.5.2.2.5. Descripción Textual del Caso de Uso del Sistema “Gestionar_Comentarios”.

Caso de Uso del Sistema	Gestionar_Comentarios
Actores:	Ingeniero Petrofísico
Resumen	<p>El caso de uso comienza cuando el actor selecciona la opción “Comentarios”. El sistema muestra una tabla en la que se relacionan los comentarios asociados a la serie seleccionada previamente y se da la posibilidad de insertar, modificar o eliminar comentarios. El caso de uso termina cuando se lleva a cabo</p>

	satisfactoriamente una de estas tres operaciones.
Precondiciones:	El actor debe estar autenticado y debe tener los permisos avanzados.
Referencias	RF24.
Prioridad	Auxiliar.

Flujo Normal de Eventos

Acción del actor	Respuesta del sistema
1. Escoge la serie para hacer el comentario y luego selecciona la opción "Comentarios".	2. El sistema muestra un formulario en el que se muestra una tabla con tres columnas (fecha, autor y comentario) y brinda tres opciones "Insertar" (Ver sección Insertar Comentario), "Modificar" (Ver sección Modificar Comentario) y "Eliminar" (Ver sección Eliminar Comentario)

Interfaz



Sección "Insertar Comentario"

Flujo Normal de Eventos

Acción del actor	Respuesta del sistema
1. Escoge la opción "Insertar Comentario".	2. Muestra una interfaz en la que permite seleccionar una fecha e insertar el texto

	correspondiente al nuevo comentario y las opciones “Guardar” y “Cancelar”,
3. Entra todos los datos solicitados y selecciona la opción “Aceptar”.	4. Verifica que hayan entrado todos los datos solicitados. 5. Se guarda en la BD el nombre y la especialidad del autor del comentario (correspondiente al usuario autenticado), el texto del comentario y la fecha.

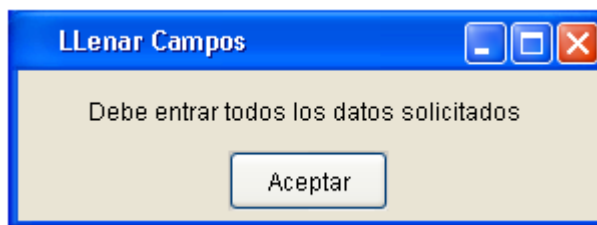
Interfaz



Flujo Alterno 1

Acción del actor	Respuesta del sistema
	4. Muestra un mensaje informando al actor de que debe entrar todos los datos necesarios.

Interfaz



Sección “Modificar Comentario”

Flujo Normal de Eventos

Acción del actor	Respuesta del sistema
1. Selecciona uno de los comentarios que aparecen en la tabla mostrada y selecciona la opción “Modificar”.	2. El sistema muestra una interfaz que permite modificar el texto del comentario y la fecha, además de los botones “Guardar” y “Cancelar”.
3. Hace los cambios que desee y selecciona la opción “Guardar”.	4. Verifica que hayan entrado todos los datos solicitados. 5. Se guarda en la BD el nombre y la especialidad del usuario que modificó el comentario (correspondiente al usuario autenticado), el texto del comentario y la fecha.

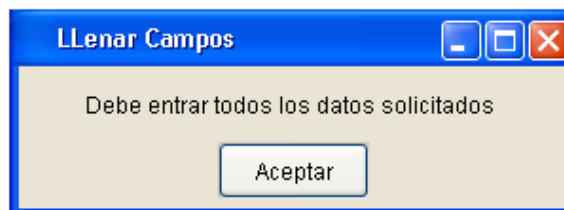
Interfaz



Flujo Alternativo 1

Acción del actor	Respuesta del sistema
	5. Muestra un mensaje informando al actor de que debe entrar todos los datos necesarios.

Interfaz



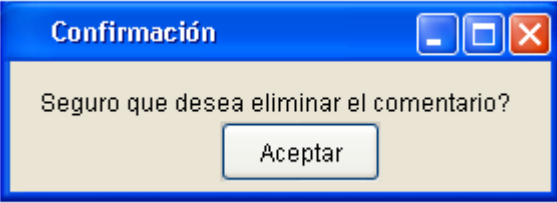
Sección “Eliminar Comentario”	
Flujo Normal de Eventos	
Acción del actor	Respuesta del sistema
1. Selecciona uno de los comentarios que aparecen en la tabla mostrada y selecciona la opción “Eliminar”.	2. Muestra un mensaje para confirmar si el usuario desea eliminar el comentario seleccionado.
3. Confirma la eliminación.	4. Elimina de la BD la información referente al comentario seleccionado.
Interfaz	
	

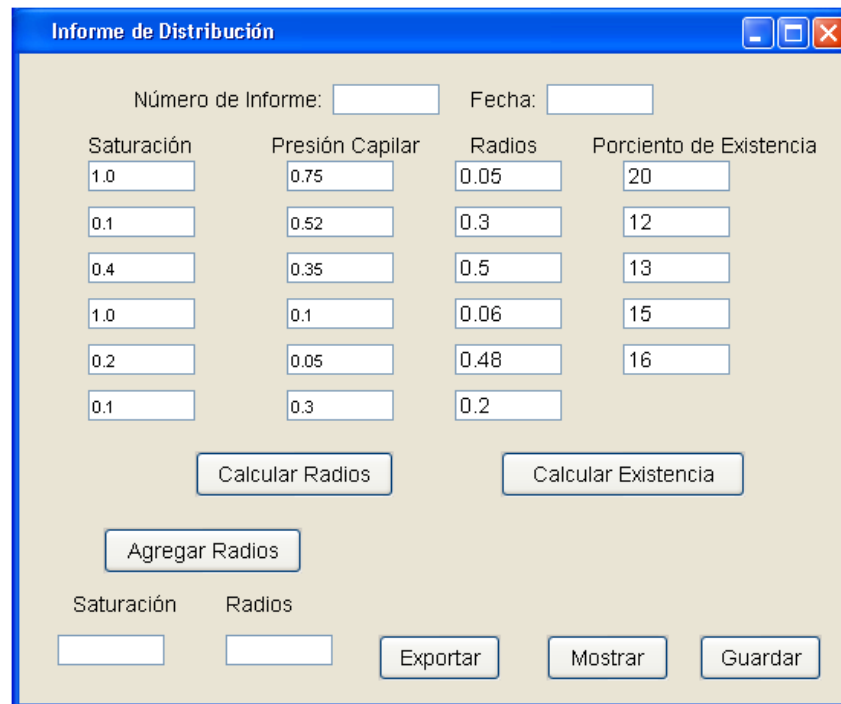
Tabla 11 Descripción Textual del Caso de Uso del Sistema “Gestionar_Comentarios”.

3.5.2.2.6. Descripción Textual del Caso de Uso del Sistema “Realizar_Informe_Distribucion_Radios_Poros”.

Caso de uso del sistema	Realizar_Distribucion_Radios_Poros
Actores	Asistente.
Resumen	El caso de uso se inicia cuando el actor selecciona la opción “Realizar Distribución”. El sistema muestra un formulario donde muestra las saturaciones y ofrece la posibilidad de entrar la Presión Capilar, El caso de uso concluye cuando se muestra el informe.
Precondiciones:	El actor debe estar autenticado y debe tener los permisos medios o avanzados.
Referencias:	RF11.
Prioridad:	Critico.
Casos de uso asociados	Buscar_Serie.
Flujo Normal de Eventos	

Acción del actor	Respuesta del sistema
1. Selecciona una serie y luego la opción “Informe Distribución”.	2. Se muestra un formulario con una serie de campos que permite entrar el número de informe, la presión capilar y la fecha, además de Calcular los Radios y el porcentaje de existencia, Exportar, Guardar y Mostrar el informe.
3. Entra todos los datos necesarios.	4. Se verifica si están todos los campos llenos.
5. Luego selecciona el botón “Calcular Radios”.	6. Se visualizan los campos de textos de los Radios asociados a cada Pc y Sat.
6. Luego selecciona el botón “Porcentaje de Existencia”.	7. Se visualizan los campos de textos de la Existencia asociados a cada Pc, Sat y Radios.
5.Si desea exportarlo a Word o PDF, selecciona “Exportar”	6. Ver descripción textual del CUS “Exportar_Documentos”. (Anexos)
7. Selecciona “Mostrar”.	8. Se muestra el informe.

Interfaz

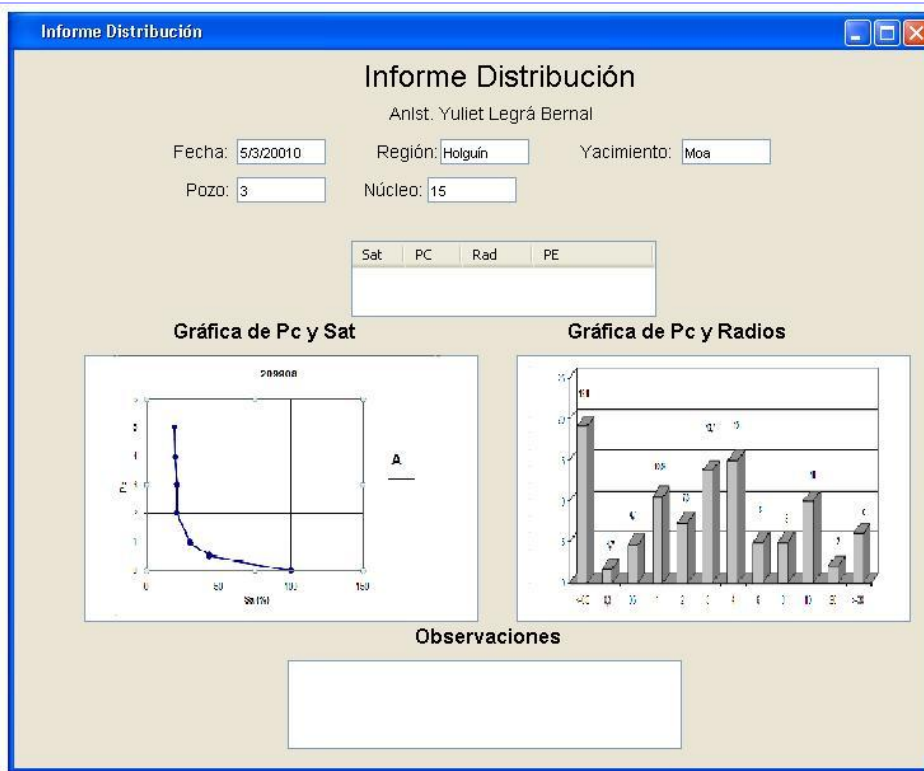


Informe de Distribución

Número de Informe: Fecha:

Saturación	Presión Capilar	Radios	Porcentaje de Existencia
<input type="text" value="1.0"/>	<input type="text" value="0.75"/>	<input type="text" value="0.05"/>	<input type="text" value="20"/>
<input type="text" value="0.1"/>	<input type="text" value="0.52"/>	<input type="text" value="0.3"/>	<input type="text" value="12"/>
<input type="text" value="0.4"/>	<input type="text" value="0.35"/>	<input type="text" value="0.5"/>	<input type="text" value="13"/>
<input type="text" value="1.0"/>	<input type="text" value="0.1"/>	<input type="text" value="0.06"/>	<input type="text" value="15"/>
<input type="text" value="0.2"/>	<input type="text" value="0.05"/>	<input type="text" value="0.48"/>	<input type="text" value="16"/>
<input type="text" value="0.1"/>	<input type="text" value="0.3"/>	<input type="text" value="0.2"/>	

Saturación: Radios:



Flujo Alterno 1

Acción del actor	Respuesta del sistema
	5. Si falta algún campo por llenar se muestra un mensaje que debe llenar todos los campos.

Interfaz



Flujo Alterno 3

Acción del actor	Respuesta del sistema
11. Selecciona "Guardar"	12. Se muestra un mensaje que se han guardados los datos satisfactoriamente.

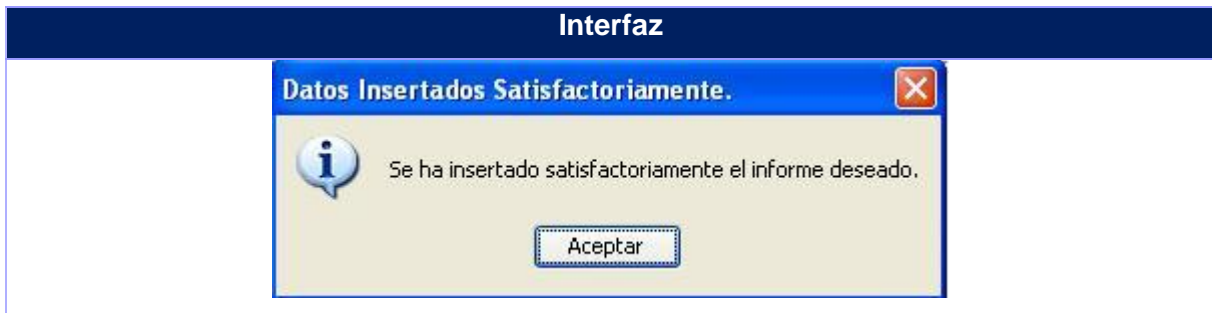


Tabla 12 Descripción Textual del Caso de Uso del Sistema
"Realizar_Informe_Distribucion_Radios_Poros".

3.5. Conclusiones.

En este capítulo quedaron expuestos los principales artefactos de los flujos de trabajo: Modelamiento del Negocio y Requerimientos. Al igual que 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. Además de 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.

Luego de un completo entendimiento de las funcionalidades del sistema y de entender con mucha precisión la lógica del negocio, se inicia el diseño y como parte del flujo de trabajo de implementación, las descripciones de la construcción del SIGNUC. En estas descripciones se ha utilizado el diagrama de clases de diseño, un artefacto necesario ya que ofrece una idea de cómo fue la concepción de la arquitectura del futuro sistema. Además del diseño de la base de datos como otro artefacto fundamental. En este capítulo se fundamenta el patrón arquitectónico aplicado al SIGNUC.

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. Se hizo uso del estilo arquitectónico de llamada-retorno, específicamente el patrón arquitectónico en capas, dividido en tres capas (Presentación, Lógica de Negocio y Acceso a Datos).

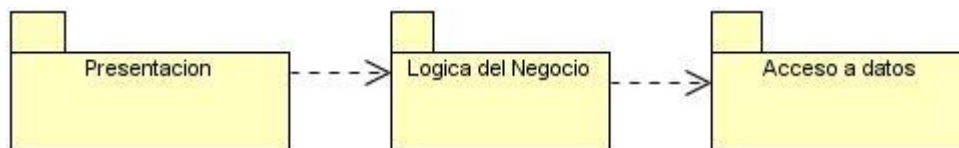


Figura 3 Distribución de las clases del diseño acordes con el patrón arquitectónico: 3 capas.

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. Diagrama de Clases.

A continuación se muestra el diagrama de clase de diseño como parte del modelado del SIGNUC. Donde se observa claramente, el uso del estilo arquitectónico de llamada-retorno, específicamente el patrón arquitectónico en capas, dividido en tres capas (Presentación,

Lógica de Negocio y Acceso a Datos). En la capa de negocio se aplican tres de los cinco patrones de diseño de asignación de responsabilidades más importantes (Experto, Alta Cohesión y Bajo Acoplamiento). Los patrones de asignación de responsabilidades constituyen buenas prácticas del diseño. En la capa de acceso a datos se emplea el patrón Data Access Object (DAO). El DAO permite abstraer y encapsular todos los accesos a la fuente de datos. Permite además manejar la conexión con la fuente de datos para obtener y almacenar los mismos. En la capa de presentación se emplea el patrón fachada, donde un conjunto de interfaces hacen que el usuario se abstraiga de la complejidad de las funcionalidades.

A continuación se muestra un ejemplo de un Diagrama de Clases (Gestionar_Núcleo) otros de estos se pueden encontrar en los anexos.

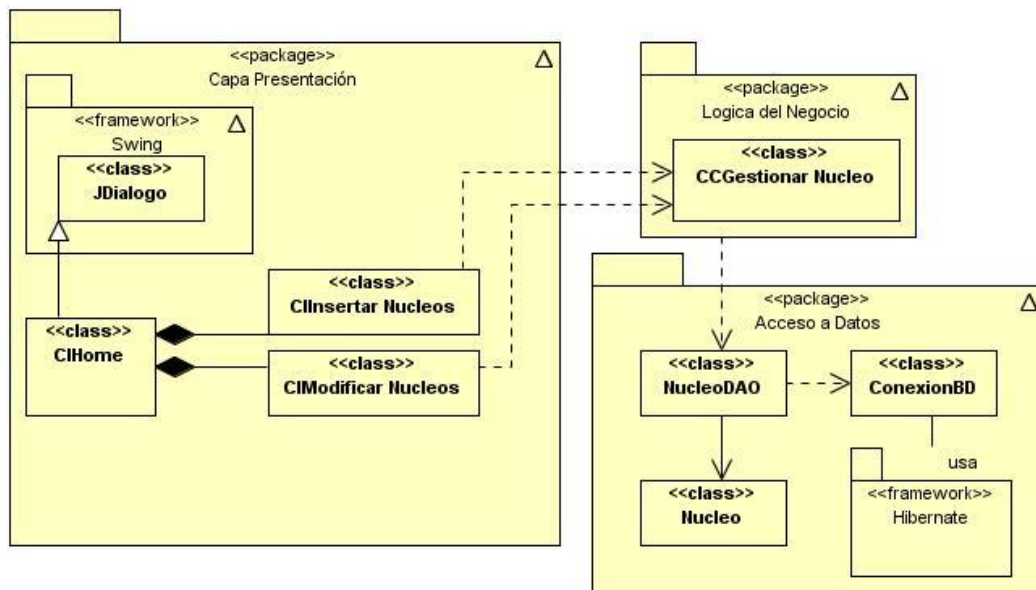


Figura 4 Diagrama de Clases Gestinar_Núcleo

4.2.2. Patrones de diseño.

“Patrones de diseño o más comúnmente conocidos como "Design Patterns". Son soluciones simples y elegantes a problemas específicos y comunes del diseño orientado a objetos. Son soluciones basadas en la experiencia y que se ha demostrado que funcionan.”

(18)

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

“Los patrones GRASP describen los principios fundamentales de diseño de objetos para la asignación de responsabilidades. Constituyen un apoyo para la enseñanza que ayuda a entender el diseño de objeto esencial y aplica el razonamiento para el diseño de una forma sistemática, racional y explicable.” (19)

“En patrón **Experto** la responsabilidad de realizar una labor es de la clase que tiene o puede tener los datos involucrados (atributos). Una clase, contiene toda la información necesaria para realizar la labor que tiene encomendada.” (19) 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 **Bajo Acoplamiento** es una medida de fuerza con que un elemento está en, tiene conocimiento de, confía en, otros elementos. Este patrón es un principio que asigna la responsabilidad de controlar el flujo de eventos del sistema, a clases específicas. Esto facilita la centralización de actividades (validaciones, seguridad, etc.). El controlador no realiza estas actividades, las delega en otras clases con las que mantiene un modelo de alta cohesión.”(19) Este patrón es respetado durante la implementación del sistema pues se ha incluido la menor cantidad posible de dependencias entre las clases.

“La **Alta Cohesión** es una medida de la fuerza con la que se relacionan las clases y el grado de focalización de las responsabilidades de un elemento, Cada elemento de nuestro diseño debe realizar una labor única dentro del sistema, no desempeñada por el resto de los elementos y auto-identificable. Una clase con baja cohesión hace muchas cosas no relacionadas o hace demasiado trabajo.”(19) 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, sólo 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** sirve para proveer de una interfaz unificada sencilla que haga de intermediaria entre un cliente y una interfaz o grupo de interfaces más complejas. 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.

4.2.4.3. Date Access Object (DAO).

El uso de este patrón permite separar el acceso a datos de la lógica de negocio. Maneja el almacenamiento y la recuperación de los datos. Oculta los detalles de la implementación y encapsula la forma de acceder a los datos de sus clientes. El software cliente se centra únicamente en el acceso a los datos y se olvida de cómo realizar el acceso o cuál es la fuente de almacenamiento, un cambio en el origen de los datos o en la manera de recuperarlos no afecta la capa superior siempre que se implemente la interfaz correspondiente.

4.3. Principios de Diseño.

Uno de los aspectos más importantes en el desarrollo de una aplicación son los principios del diseño a utilizar. El diseño del sistema debe realizarse de manera que los usuarios se sientan satisfechos al interactuar con él. Es por ello que se necesitan definir ciertos principios sobre la interfaz de usuario.

4.3.1. Estándares de la Interfaz de la Aplicación.

El diseño de interfaz de usuario es una tarea que ha adquirido relevancia en el desarrollo de un sistema. La calidad de la interfaz de usuario al igual que la arquitectura del software, puede ser uno de los motivos que conduzca al éxito o al fracaso del sistema. Una interfaz donde se apliquen los principios del diseño, se considera una interfaz efectiva, visualmente comprensible. Las interfaces efectivas ocultan al usuario el funcionamiento interno del sistema. Existen tres puntos de vistas distintos para diseñar una interfaz de usuario: el punto de vista del usuario, el punto de vista del programador, y el punto de vista del diseñador.

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 desarrollado.

Se ha propuesto para el sistema una interfaz sencilla, formal y uniforme, sin mucha carga de imágenes, proporcionando una vista agradable y a la vez informativa, con el objetivo de que el usuario pueda interpretar, de forma eficiente y cómoda, toda la información brindada por el sistema. 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.

Una base de datos correctamente diseñada permite obtener acceso a información exacta y actualizada. Puesto que un diseño correcto es esencial para lograr los objetivos fijados para la base de datos, parece lógico emplear el tiempo que sea necesario en aprender los principios de un buen diseño ya que, en ese caso, es mucho más probable que la base de datos termine adaptándose a sus necesidades y pueda modificarse fácilmente.

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.

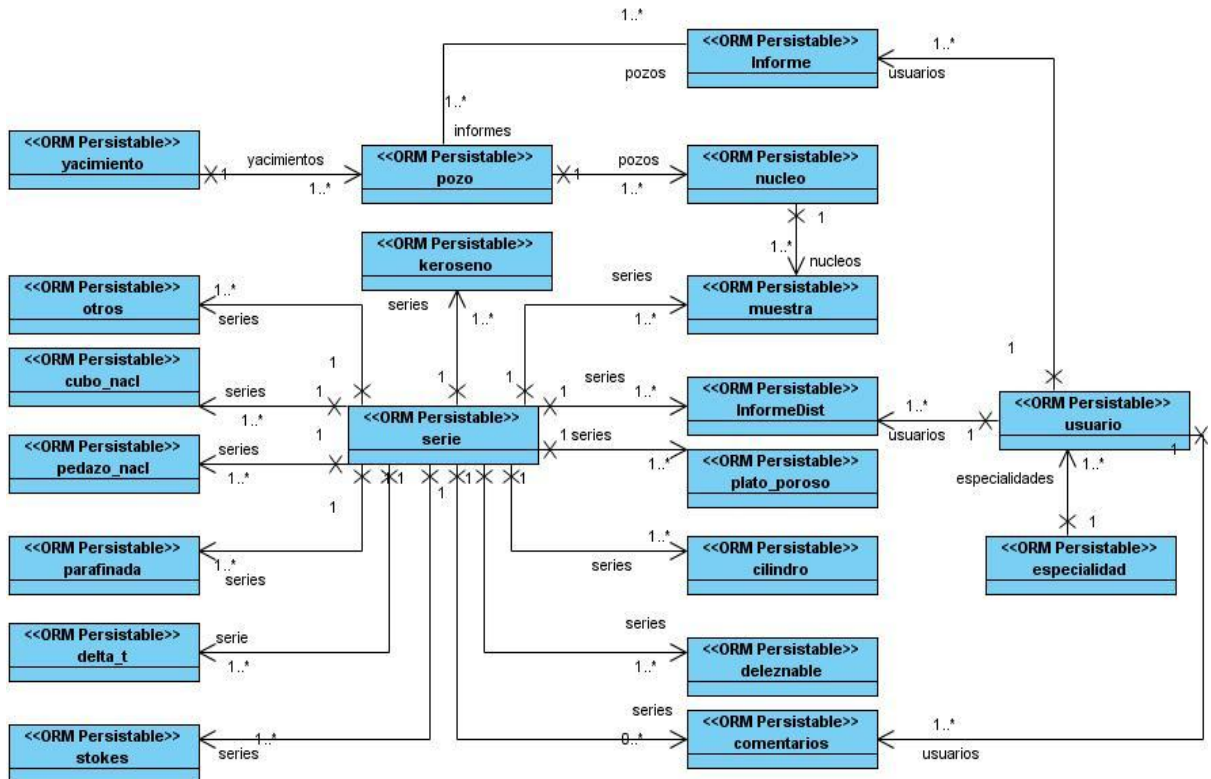


Figura 5 Diseño de la Base de datos: Diagrama de Clases Persistentes.

4.4.2. Modelo Entidad-Relación.

El modelo entidad-relación es el modelo conceptual más utilizado para el diseño conceptual de bases de datos. En el mismo 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 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 7, 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.

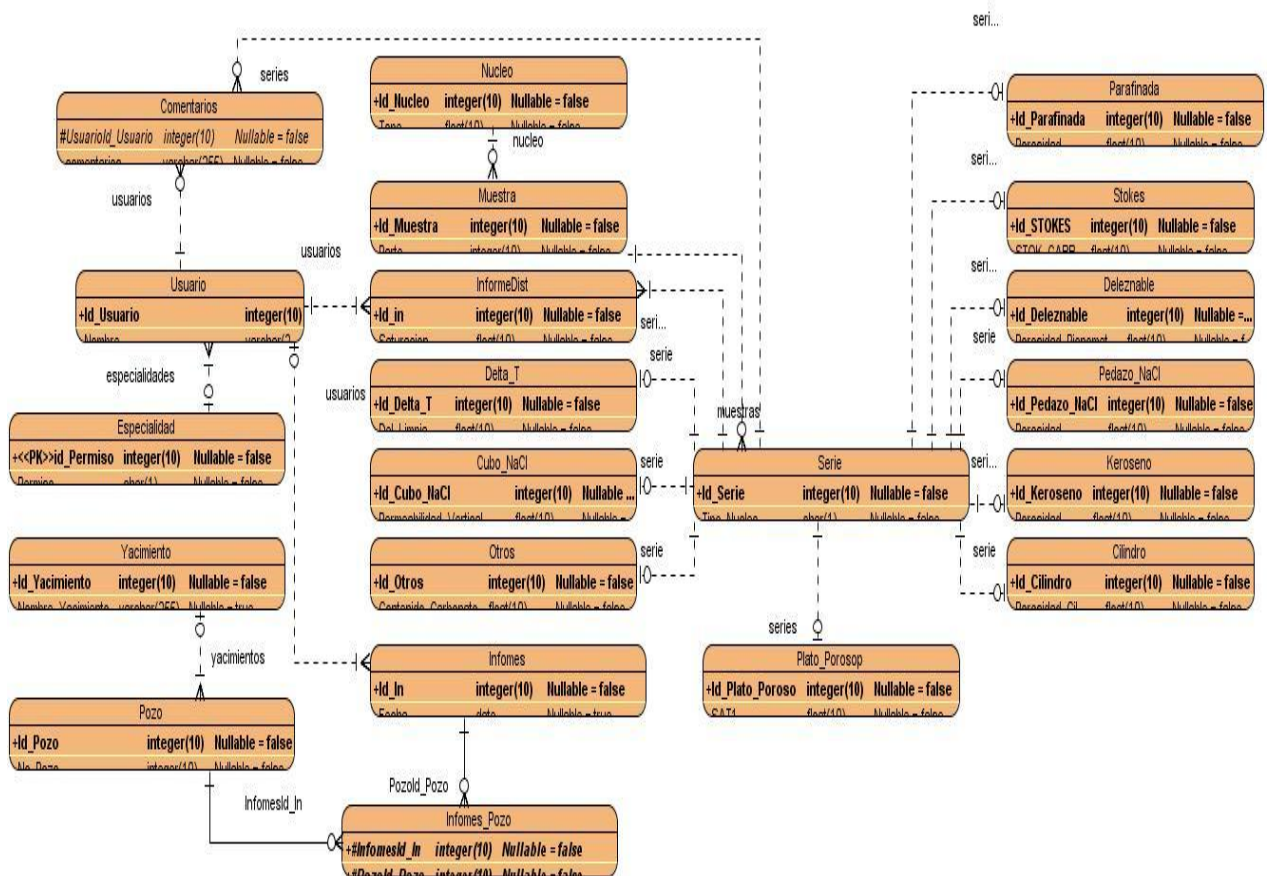


Figura 6 de la Base de datos: Modelo Entidad-Relación.

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 cual se encontrará la base de datos. La siguiente figura muestra el Diagrama de Despliegue de SIGNUC.

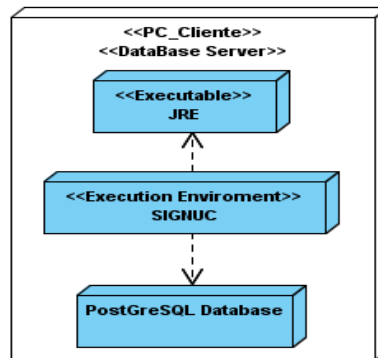


Figura 7 Diagrama de Despliegue.

4.6. Modelo de Implementación.

El modelo de implementación describe cómo los elementos del modelo de diseño se implementan en términos de componentes. Describe también cómo se organizan los componentes de acuerdo con los mecanismos de estructuración y modularización disponibles en el entorno de implementación y en el lenguaje o lenguajes de programación utilizados y cómo dependen los componentes unos de otros. (20)

4.6.1. Diagrama de Componentes.

Los diagramas de componentes describen los elementos físicos del sistema y sus relaciones, muestran además las opciones de realización incluyendo código fuente, binario y ejecutable. Los componentes representan todos los tipos de elementos software que entran en la fabricación de aplicaciones informáticas estos pueden ser simples archivos, paquetes, bibliotecas cargadas dinámicamente, etc. A continuación se muestra el correspondiente al sistema desarrollado.

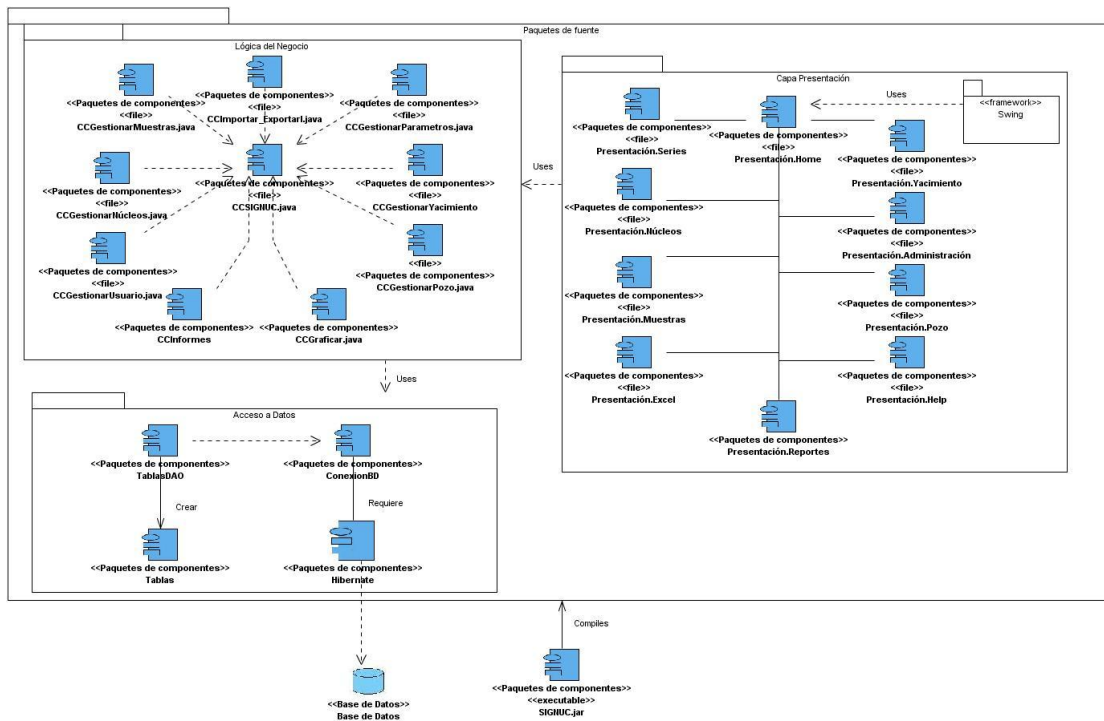


Figura 8 Diagrama de Componentes.

4.7. Prueba del sistema propuesto.

La fase de pruebas del sistema tiene como objetivo verificar el software para comprobar si este cumple con las condiciones o requerimientos especificados por el cliente. Dentro de esta fase pueden desarrollarse distintas pruebas en función de los objetivos de las mismas. Las pruebas pueden ser funcionales, de usabilidad, de rendimiento, de fiabilidad y de soporte. Para lograr lo anteriormente expresado, se realizó el método de Prueba de Caja Negra.

4.7.1. Pruebas de Caja Negra.

Las pruebas de caja negra se centran en lo que se espera de un módulo, es decir, intentan encontrar casos en que el módulo no se atiene a su especificación. Por ello se denominan pruebas funcionales, y el probador se limita a suministrarle datos como entrada y estudiar la salida, sin preocuparse de lo que pueda estar haciendo el módulo por dentro.

Las pruebas de caja negra están especialmente indicadas en aquellos módulos que van a ser interfaz con el usuario en sentido general: teclado, pantalla, ficheros, canales de comunicaciones, etc.

4.7.1.1. Casos de Prueba.

Los casos de prueba pretenden demostrar que las funciones del software son operativas, que la entrada se acepta de forma adecuada y que se produce una salida correcta, así como que la integridad de la información externa se mantiene.

4.7.1.1.1. Caso de prueba para el caso de uso del sistema: “Exportar_Excel”.

Entrada	Resultados	Condiciones
El usuario solicita la opción “Exportar Excel” se muestra un formulario (file chooser) para insertar los datos requeridos. Este selecciona la opción “Guardar” sin entrar el nombre del archivo.	El sistema notifica al usuario que debe entrar el nombre del archivo. Ejemplo “Usted debe entrar el nombre del archivo”.	No se registren valores vacíos en los campos de entrada de datos para guardar un archivo.
El usuario solicita la opción “Exportar Excel” se muestra un formulario (file chooser) para insertar los datos requeridos. Este teclea el nombre del archivo y selecciona la opción “Guardar”.	El sistema muestra un mensaje que se ha guardado correctamente el archivo. Ejemplo: “El archivo se ha guardado satisfactoriamente”.	Que sea exportada toda la información requerida.

Tabla 13 Caso de Prueba “Exportar_Excel”

4.7.1.1.2. Caso de prueba para el caso de uso del sistema: “Importar_Excel”.

Caso de Prueba #1		
Entrada	Resultados	Condiciones
El usuario solicita la opción “Importar Excel” se muestra un formulario (file chooser) para insertar los datos	El sistema notifica al usuario que debe escoger el archivo: Ejemplo “Usted debe escoger al archivo que va	No se registren valores vacíos en los campos de entrada de datos para abrir un archivo.

requeridos. Este selecciona la opción “Abrir” sin escoger el archivo.	ser importado”.	
El usuario solicita la opción “Importar Excel” se muestra un formulario (file chooser) para insertar los datos requeridos. Este selecciona la dirección en la que se encuentra el archivo, escoge el mismo y selecciona la opción “Abrir”.	El sistema muestra un formulario donde se visualizan los datos importados.	Que sea importada toda la información requerida.
Caso de Prueba #2		
El usuario desea cargar los datos de un Excel que no tiene la estructura correspondiente.	El sistema muestra un mensaje informando que el Excel no tiene una adecuada estructura.	No se registran los valores a la base de datos.
Caso de Prueba #3		
El usuario desea guardar la información del Excel en la BD con datos no definidos.	El sistema muestra un mensaje informando que los datos no se corresponden con el formato definido.	No se registran los valores a la base de datos.

Tabla 14 Caso de Prueba "Importar_Excel"

4.8. Conclusiones.

En este capítulo se definió el patrón arquitectónico a usar: tres capas, así como, la realización de los diagramas de clases persistentes, de entidad-relación y de componentes, permitiendo estos una guía para la construcción de la aplicación. Además se realizó un análisis y puesta en práctica de algunos de los tipos de pruebas que existen con el objetivo de examinar la propuesta de solución, realizándose la prueba de Caja Negra.

Conclusiones.

Al finalizar el presente trabajo de diploma se hace posible afirmar que se dio cumplimiento al objetivo general de la investigación, ya que se logró:

- ❖ La actualización del estado del arte del Proceso de Gestión de la Información de las Muestras de Núcleos en la industria petrolera.
- ❖ La caracterización a nivel mundial y nacional de las aplicaciones y alternativas ya existentes que implementan y soportan los procesos de gestión de información de muestras de núcleo.
- ❖ La reducción del tiempo de generación de los informes petrofísicos a partir de la identificación e implementación de nuevas funcionalidades.
- ❖ El diseño e implementación de interfaces más amigables que diferencian a la versión 2.0 de la 1.0, y que brindan mayores facilidades al usuario.

Se ha hecho posible arribar a las siguientes conclusiones:

- ❖ Las herramientas, metodología de desarrollo y lenguajes utilizados, brindaron el soporte necesario para lograr un producto con los requerimientos deseados.
- ❖ EL uso de SIGNUC 2.0 agilizará el Proceso de Gestión de la Información de las Muestras de Núcleos y ahorrará recursos al país por concepto de sustitución de exportaciones ya que este ha sido desarrollado por personal nacional utilizando básicamente herramientas de software libre, 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.

Aún con el cumplimiento de los objetivos y de los requisitos fundamentales de la aplicación, se necesita incorporar un número de recomendaciones que se consideran fundamentales para la utilización de la misma debido al próspero, necesario y fundamental avance tecnológico, que engloban a la Informática como ciencia, conjuntamente con su plano ingenieril:

- ❖ Mantener actualizada la aplicación con las versiones de framework y ficheros JAR pertenecientes a JAVA como lenguaje de programación.
- ❖ Agregar nuevas funcionalidades a la aplicación para obtener un producto aún más completo.
- ❖ Integrar con otros sistemas existentes en el CEINPET, a través de una plataforma de servicios para que de esta forma pueda ser utilizados por todos los interesados.

Bibliografía Referenciada.

- (1) Código Geológico de Venezuela. Glosario de Rocas [en línea]. Módulo: Rocas de Venezuela, Museo Geológico Virtual de Venezuela. [Fecha de consulta: 3 de diciembre del 2009]. Disponible en Internet: < <http://www.pdvsa.com/lexico/museo/rocas/n-glosario.htm> >
- (2) WorldLingo. [en línea]. Porosidad [Fecha de consultada: 3 diciembre del 2009]. Disponible en Internet: < <http://www.worldlingo.com/ma/enwiki/es/Porosity> >
- (3) Rocas y yacimientos detríticos. [en línea]. Rocas y yacimientos detríticos. [Fecha de consulta: 3 de diciembre 2009]. Disponible en Internet:< <http://www.uclm.es/users/higuera/yymm/YM6.html> >
- (4) Propiedades de la Roca Yacimiento. [en línea]. Definición de la permeabilidad- Curso de Propiedades de la Roca Yacimiento. [Fecha de consulta: 3 de diciembre 2009]. Disponible en Internet: < <http://www.lacomunidadpetrolera.com/cursos/propiedades-de-la-roca-yacimiento/definicion-de-la-permeabilidad.php> >
- (5) Alfonso Hernández, Imeru. Rocas Sedimentarias, Elementos Textuales. [en línea]. Extremo. [fecha de consulta: 5 de diciembre 2009]. Disponible en Internet: < <http://www.extremos.org.ve/Rocas-Sedimentarias-Elementos.html> >
- (6) Propiedades de la Roca Yacimiento. [en línea]. Definición de la saturación- Curso de Propiedades de la Roca Yacimiento. [Fecha de consulta: 5 de diciembre 2009]. Disponible en Internet: < <http://www.lacomunidadpetrolera.com/cursos/propiedades-de-la-roca-yacimiento/definicion-de-saturacion.php> >
- (7) Glosario. [en línea]. Glosario_2005.pdf. [Fecha de consulta: 5 de diciembre 2009]. Disponible en Internet: < http://pemex.gob.mx/files/dcf/Glosario_2005.pdf >
- (8) Yacimiento. [en línea]. Yacimiento. Artículo de la Enciclopedia. [Fecha de consulta: 7 de diciembre 2009]. Disponible en Internet: < <http://enciclopedia.us.es/index.php/Yacimiento> >
- (9) Saabedra Gutiérrez, Jorge A. El Mundo Informático. Lenguajes de Programación. [Fecha de consulta: 15 enero 2010]. Disponible en Internet: < <http://jorgesaavedra.wordpress.com/2007/05/05/lenguajes-de-programacion/> >
- (10) Centro de Tecnología Informática de la universidad de Navarra. Introducción a Java. [en línea]. UNAV.es. [Fecha de consulta: 15 de enero de 2010.] Disponible en Internet: < <http://www.unav.es/SI/manuales/Java/indice.html>>

- (11) Garbage Collector. [en línea] Sistema Gestor de base de datos. [Fecha de consulta: 17 de enero 2010.] Disponible en Internet: < http://www.error500.net/garbagecollector/archives/categorias/bases_de_datos/sistema_gestor_de_base_de_datos_sgbd.php >
- (12) Manuales de Ayuda. [en línea] Breve historia de PostgreSQL. [fecha de consulta: 17 de enero de 2010.] Disponible en Internet: < <http://www.manualesdeayuda.com/manuales/bases-de-datos/postgresql/breve-historia-de-postgresql-01831.html> >
- (13) Morera Taymi Estevez. Eumet.net [en línea] Procesos en los Sistemas de Gestión. [Fecha de consulta: 5 de febrero de 2010.] Disponible en Internet: < <http://www.eumed.net/libros/2009d/624/Procesos%20en%20los%20Sistemas%20de%20Gestion%20de%20Informacion.htm>>
- (14) García Joaquín. Patrones de Diseño [en línea] Diseño de Software Orientado a Objetos. [Fecha de consulta: 8 de marzo del 2010.] Disponible en Internet: < <http://www.ingenierosoftware.com/analisisydiseno/patrones-diseno.php> >
- (15) Gutiérrez Jorge A. Saavedra. Patrones GRASP. El Mundo Informático. [en línea] Patrones GRASP. [Fecha de consulta: 8 de marzo del 2010.] Disponible en Internet: < <http://jorgesaavedra.wordpress.com/category/patrones-grasp/> >
- (16) Eumed.net. [en línea] RUP Etapas Diseño. [Fecha de consulta: 25 de mayo del 2010.] Disponibles en Internet: < <http://www.eumed.net/libros/2009c/584/RUP%20Diseno%20e%20implementacion%20del%20sistema.htm> >

Bibliografía Consultada.

- Massaad, Jean Pierre. Ingeniería de Yacimiento. [en línea]. La Comunidad Petrolera. [Fecha de consultada: 8 de diciembre del 2009]. Disponible en Internet: < <http://ingenieria-de-yacimientos.blogspot.com/> >
- Geomodeling. Productos [en línea]. Geomodeling, fuente de innovación. [Fecha de consulta: 8 de diciembre del 2009]. Disponible en Internet: < <http://www.geomodeling.com/> >
- Acerca del Petróleo. [En línea]. Instituto Mexicano de Petróleo. [Fecha de consultada: 9 de diciembre del 2009]. Disponible en Internet: < <http://www.imp.mx/petroleo/> >
- Logicom e&p Oil Software. Software [en línea]. Logicom E&P Oil Software. [Fecha de consulta: 10 de diciembre del 2009]. Disponible en Internet: < <http://www.logicomep.com/software-QSCAL.htm> >
- Lección 3. Hidrogeología. [En línea]. leccionHQ03.pdf [Fecha de consulta: 15 de diciembre de 2009.] Disponible en Internet: < <http://www.agua.uji.es/pdf/leccionHQ03.pdf> >
- Propiedades de la Roca Yacimiento. [en línea]. Definición de la saturación- Curso de Propiedades de la Roca Yacimiento. [Fecha de consulta: 20 de diciembre 2009]. Disponible en Internet: < <http://www.lacomunidadpetrolera.com/cursos/propiedades-de-la-roca-yacimiento/definicion-de-saturacion.php> >
- Rocas y yacimientos detríticos. [en línea]. Rocas y yacimientos detríticos. [Fecha de consulta: 7 de enero 2010]. Disponible en Internet: < <http://www.uclm.es/users/higuera/yymm/YM6.html> >
- El Petróleo. [en línea]. Educar.org & Aprender.org. [Fecha de consulta: 15 enero del 2010]. Disponible en Internet: < <http://www.educar.org/inventos/petroleo.asp> >
- Abogados, Mariano Aguayo. El Petróleo. [en línea]. Un Combustible Noble: El Petróleo. [Fecha de consulta: 20 enero de 2010]. Disponible en Internet: http://www.portalplanetasedna.com.ar/el_petroleo.htm
- Solís, Manuel Calero. Una explicación de la programación extrema (XP). [en línea]. ExplicaXP.pdf. [Fecha de consulta: 5 de febrero de 2010]. Disponible en Internet: < <http://www.willydev.net/descargas/prev/ExplicaXp.pdf> >

- 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: 7 de febrero de 2010.] Disponible en Internet: <<https://dc.exa.unrc.edu.ar/wicc/papers/IngenieriaSoftware/99.pdf>>
- Espinoza, Humberto. PostgreSQL: Una Alternativa de DBMS Open Source. [en línea] Open World. [fecha de consulta: 7 de febrero de 2010.] Disponible en Internet: <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: 7 de febrero del 2010]. 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: 7 de febrero de 2010]. Disponible en Internet: <<http://www.maestrosdelweb.com/principiantes/%C2%BFque-son-las-bases-de-datos/>>
- GONZÁLEZ, Carlo D. Introducción a C++ y a la Resolución de problemas. [en línea] Usabilidad web. [fecha de consulta: 7 de febrero de 2010.] Disponible en Internet: <<http://www.usabilidadweb.com.ar/cpp.php>>
- González, Héctor Suárez. Manual Hibernate. [en línea] ManualHibernate.pdf. [fecha de consulta: 12 de mayo de 2010.] Disponible en Internet: <<http://www.javahispano.org/contenidos/archivo/77/ManualHibernate.pdf>>
- Descripción de Patrones. [en línea] Patrón de creación. [Fecha de consulta: 10 de marzo del 2010.] Disponible en Internet: <<http://www.info-ab.uclm.es/asignaturas/42579/cap4/Marco2.htm>>
- Gutiérrez, Javier J. Modelos de Pruebas Para pruebas del Sistema. [en línea] Pruebas. [Fecha de consulta: 20 de mayo del 2010] Disponible en Internet: <<http://www.lsi.us.es/~javierj/publications/MDA14.pdf>>
- ProyectosAgiles.org. [en línea] Qué es SCRUM/ proyectoÁgiles. [fecha de consulta: 20 de enero de 2010.] Disponible en Internet: < <http://www.proyectosagiles.org/que-es-scrum> >