



UNIVERSIDAD DE LAS CIENCIAS INFORMÁTICAS
Facultad 9

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

Análisis y diseño para el diagnóstico de daños en pozos petroleros.

AUTORA: Belinda Revés Sotolongo.

TUTOR: Ing. Claritza Sánchez Veranes.

CO-TUTOR: Ing. Alexey Díaz Domínguez.

ASESOR: Lic. Freya González
Lic. Félix Echevarría.

Ciudad de la Habana, 17 de junio del 2009

A Tania Sotolongo Vilarelle por estar presente en los buenos y malos momentos de mi vida, por brindarme el apoyo necesario y por quererme tanto. A mi papá por haberme dado la fuerza para no cejar en mi empeño. A Yusel por apoyarme y malcriarme tanto. A mis amistades de Alamar y de la Universidad que nunca los olvidaré.

Belinda

Agradezco principalmente a mis padres por ser mi principal guía para poder llegar donde estoy, a la revolución y a la universidad por darme la posibilidad de ser alguien en la vida. A mi novio por estar a mi lado en los buenos y los malos momentos en todos estos años. A mi familia por el apoyo que me ha ofrecido durante mi formación. A todos mis compañeros de grupo y a mis amigos por estar siempre presente cuando los necesité. A mi tutora y cotutor por la ayuda brindada durante el desarrollo de este trabajo, así como a los asesores por el apoyo que me brindaron y por haberme tenido tanta paciencia. A todos ellos.....MUCHAS GRACIAS.

Debido a la necesidad que presenta el Grupo de Evaluación y Desarrollo de las Tecnologías perteneciente al Centro de Investigaciones del Petróleo de un componente que les ayude a agilizar su trabajo, surge la idea de este tema. La propuesta es realizar el diseño de un producto que les permita a los especialistas diagnosticar daños a la formación y a su vez analizar de la productividad a los mismos con el objetivo de elevar los índices de producción.

Para dar cumplimiento a la solución de la problemática realizó un proceso investigativo acerca de las tecnologías actuales. Para realizar el diseño se utilizó UML (Unified Modeling Language) como lenguaje de modelado y como herramienta de modelado Visual Paradigm. Además se propusieron otras para la implementación del sistema como son: Como lenguaje de programación Java y NetBean como entorno de desarrollo utilizando los Frameworks, Swing para los componentes visuales e Hibernate para el mapeo de las tablas de la base de datos y sus relaciones y como Sistema Gestor de Base de Datos, PostgreSQL. Además se realizó un proceso de negocio, identificando los principales artefactos y requerimientos funcionales de los cuales se derivó el diagrama de casos de uso del sistema. También se utiliza el estilo arquitectónico en Tres Capas para el diseño de la aplicación. Finalmente se diseña la base de datos a través de los diagramas siguientes: Clases persistentes y Modelo de datos.

PALABRAS CLAVES

Análisis Nodal, Casos de Uso, Daño a la Formación, Diseño, Índices de Productividad, Producción, Requerimientos.

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	6
1.1. Introducción	6
1.2. Yacimientos petroleros	6
1.2.1. Formaciones.....	7
1.3. Daños a la Formación	7
1.3.1. Proceso para el diagnóstico de daños a la formación.	9
1.3.2. Análisis Nodal.....	10
1.3.3. Métodos.....	11
1.3.4. Sistemas Expertos.....	14
1.4. Análisis de la Producción	15
1.5. Situación Problemática	17
1.6. Análisis de otras soluciones existentes	18
1.7. Conclusiones parciales	19
CAPÍTULO II: TENDENCIAS Y TECNOLOGÍAS ACTUALES A DESARROLLAR	20
2.1. Introducción	20
2.2. Aplicaciones de desarrollo propuesta para la solución	20
2.2.1. Aplicaciones web.....	20
2.2.2. Aplicaciones de escritorio	21
2.3. El Lenguaje Unificado de Modelado (UML) como soporte de la modelación de la solución propuesta.	22
2.4. Lenguajes de programación propuestos para la solución	23
2.4.1. Java.....	23
2.4.2. C++	24
2.4.3. C#.....	25
2.5. NetBean como entorno de desarrollo propuesto para la solución del problema.	26

2.6. El Proceso Unificado de Desarrollo de Software (RUP) como base en el desarrollo de la solución.....	27
2.7. Sistema Gestor de Base de Datos (SGBD) propuesto para la solución del sistema.....	28
2.7.1. PostgreSQL.....	29
2.7.2. MySQL.....	30
2.8. Herramienta utilizada en el desarrollo de la solución propuesta.....	30
2.8.1. Rational Rose.....	31
2.8.2. Visual Paradigm.....	31
2.9. Frameworks propuestos para la solución del problema.....	33
2.9.1. Hibernate.....	33
2.9.2. Swing.....	34
2.10. Conclusiones parciales.....	34
CAPÍTULO III: CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES DEL SISTEMA.....	36
3.1. Introducción.....	36
3.2. Modelo de negocio.....	36
3.2.1. Procesos de negocio.....	36
3.2.2. Actores del negocio.....	37
3.2.3. Trabajadores del negocio.....	38
3.2.4. Entidades del negocio.....	39
3.2.5. Reglas del negocio.....	40
3.2.6. Diagrama de casos de uso del negocio.....	41
3.3. Requerimientos funcionales.....	41
3.4. Requerimientos No Funcionales.....	49
3.5. Descripción del sistema.....	50
3.5.1. Descripción de los actores del sistema.....	50
3.5.2. Descripción resumida de los casos de uso del sistema.....	51
3.6. Diagrama de casos de uso del sistema.....	55
3.7. Descripción de la arquitectura del sistema.....	56
3.7.1. Patrón de Arquitectura propuesto para la solución del problema.....	56
3.8. Conclusiones parciales.....	58
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SISTEMA.....	60

4.1. Introducción	60
4.2. Análisis	60
4.2.1. Clases del Análisis.....	60
4.3. Diseño	64
4.4. Modelamiento de la base de datos.....	66
4.4.1. Diagrama de Clases Persistentes.....	66
4.4.2. Modelo de datos	67
4.5. Conclusiones Parciales	68
CONCLUSIONES GENERALES	69
RECOMENDACIONES.....	70
GLOSARIO DE TÉRMINOS	71
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	72
Trabajos citados	72
Bibliografía	74
ANEXOS	76
Anexo1: Modelo del negocio.....	76
Anexo2: Modelo del sistema.....	85
Anexo 3: Preguntas de las entrevistas.....	128
Anexo 4: Clases del análisis y modelo de diseño.	129

INTRODUCCIÓN

La creciente necesidad de recursos energéticos, en particular de hidrocarburos por parte de la humanidad, ha hecho que la industria petrolera se convierta en uno de los pilares principales de la economía mundial, debido al papel que desempeña dentro de la misma. El petróleo actualmente es considerado el recurso natural no renovable que mayor porcentaje energético aporta al consumo mundial. La industria del petróleo a nivel internacional hace pocos años viene destinando esfuerzos y recursos en mejorar los índices de producción en los yacimientos del crudo.

Hace algunos años atrás, el estudio de los daños que se producían en la formación se veía como algo sin ningún sentido. En aquel entonces los índices de producción eran sumamente elevados debido a la existencia de un cuantioso número de reservas, los precios no alcanzaban los indicadores actuales y la demanda en el mercado era mucho menor, por lo que se consideraba mucho más factible económicamente y productivo la explotación de nuevos yacimientos, que destinar considerables esfuerzos para solucionar fallos o problemas que se presentaran en los ya existentes. Hoy en día esta visión ha sufrido cambios, diariamente estos recursos se agotan cada vez más y se hace sumamente necesario encontrar un método que permita el aprovechamiento al máximo de los mismos. Para lograr dicho objetivo se hace imprescindible evitar que ocurran los llamados daños en la formación, puesto que una vez causados, es muy difícil la restitución completa de la producción. Aquí es donde juega un papel primordial el diagnóstico de daños desde las etapas más tempranas de la producción. Daño a la formación se conoce como cualquier restricción al flujo de fluidos en el medio poroso, causado por la reducción de la permeabilidad en la vecindad del pozo, por la producción de fluidos o por la introducción de fluidos durante las operaciones de perforación, terminación y rehabilitación del pozo y que puede ser eliminada mediante tratamiento químico, permitiendo al pozo recuperar la mayor parte de su capacidad original de producción. **(Ríos, 2001)**

Los daños que puedan sufrir los pozos durante el proceso de perforación, afectan en gran medida los índices de productividad que el pozo debe alcanzar según los análisis de los especialistas en esa área; estos índices tienden a variar de acuerdo al daño que se le diagnostique.

Las causas de una baja productividad en un pozo pueden variar desde un problema fundamental del yacimiento hasta la restricción al flujo en la zona cercana al pozo, o en el pozo mismo. Las causas potenciales incluyen: baja permeabilidad natural del yacimiento, baja permeabilidad relativa a la fase de hidrocarburos, daño a la formación, perforaciones de poca penetración o tapadas, y restricciones al nivel de pozo **(Ríos, 2001)**.

Estos daños pueden aparecer durante cualquiera de las operaciones realizadas a los pozos: Perforación, cementación, terminación y reparación, empacamientos de grava, producción, tratamientos de estimulación y recuperación.

Años atrás no se prestaba la adecuada atención al hecho de que las operaciones realizadas desde inicios de la perforación hasta la de recuperación secundaria, pasando por terminación, reparación, limpieza y toda tarea inherente de producción en los pozos podían causarle daños graves a los yacimientos; por tanto un poco debido a la falta de conocimiento como también de incentivos económicos no se aplicaban metodologías de prevención del daño de la formación **(Ríos, 2001)**.

Para poder realizar un diagnóstico correcto del daño que pueda presentar el pozo es necesario seguir una serie de pasos, en forma de algoritmo; los mismos van formando una metodología, las cuales basan su desarrollo en un conjunto de métodos en su mayoría guiados por fórmulas y leyes matemáticas, de las cuales se derivan ciertas gráficas que permiten valorar el daño.

Las metodologías destinadas a servir como guía para el proceso de diagnóstico así como para elaborar el tratamiento que se requiere según el daño que se presente existen desde épocas muy recientes, aún no se cuenta con una herramienta de software diseñada para estos propósitos. En Cuba el tema apenas comienza a cobrar fuerza e interés por parte de un grupo de especialistas de alto nivel llamado Grupo de Evaluación y Gestión de Tecnología perteneciente al Centro de Investigaciones del Petróleo (CEINPET), a pesar de que ya han comenzado a dar los primeros pasos para realizar una metodología propia aún no se cuenta con ninguna herramienta capaz de efectuar de manera más ágil los procesos que se desarrollan actualmente a través de fórmulas proyectadas en hojas de cálculo, la mayor parte del proceso se despliega de forma manual y muy lenta; el mismo se confecciona mediante varios pasos que guían el

diagnóstico, el principal es el análisis que comete un sistema experto, el cual interactúa con el usuario realizando una serie de preguntas y según sus respuestas se les plantean los posibles daños que puedan estar presentes. Los próximos pasos a seguir son mediante un conjunto de métodos matemáticos que arrojan una serie de indicadores a través de la solución de las fórmulas que incluyen; para poder realizar todas estas operaciones se necesita de una base de datos capaz de almacenar todos los parámetros necesarios para alcanzar calcular dichas fórmulas; varios de estos métodos incluyen gráficas que ayudan a tomar decisiones más adecuadas acerca del posible daño que pueda estar presente en el pozo. Como se había expuesto con anterioridad todos estos procesos son realizados de forma manual, por lo que el trabajo se torna sumamente difícil a la hora de enfocar un análisis en una cantidad considerable de pozos.

Por lo expresado anteriormente se ha planteado como problema de la investigación científica: ¿Cómo elaborar un sistema para diagnosticar el daño en pozos petroleros y realizar un análisis de la producción de los mismos en el Centro de Investigaciones del Petróleo (CEINPET)?

Teniendo en cuenta la amplia gama de posibilidades que brindan las tecnologías, haciendo uso de métodos matemáticos y sistemas expertos se propone como objetivo general del presente trabajo:

Realizar el análisis y diseño de un sistema que permita diagnosticar daños y realizar el análisis de la producción de los pozos petroleros.

Siendo identificado como objeto de estudio: Procesos para el diagnóstico de daños a la formación y el análisis de productividad en los pozos de petróleo.

Dentro de dicho objeto de estudio se enmarca el siguiente campo de acción: El diagnóstico de daños a la formación y el análisis de la producción en los pozos petroleros.

Para dar cumplimiento al objetivo general de esta investigación se llevaron a cabo las siguientes tareas de investigación:

1. Analizar los sistemas y las tecnologías relacionadas con el diagnóstico de daños existentes en la actualidad en Cuba y el mundo.
2. Caracterizar el proceso de diagnóstico de daños en pozos petroleros.

3. Analizar las tecnologías, métodos y herramientas a utilizar en el sistema.
4. Realizar el modelo de análisis y diseño del sistema.
5. Modelar la base de datos del sistema.

Para poder realizar el estudio de las características del objeto de la investigación se hizo necesario el uso de los Métodos Científicos de la Investigación. Para poder conocer las principales características de cómo se realiza el proceso de diagnóstico de daños a la formación se utilizaron Métodos Científicos y Métodos Empíricos a manera de complemento para el estudio del estado del arte. Los Métodos Científicos utilizados fueron: Analítico - Sintético para caracterizar el proceso de diagnóstico de daños en pozos petroleros, Análisis Histórico - Lógico para analizar los sistemas y las tecnologías relacionadas con el diagnóstico de daños existentes en la actualidad en Cuba y el mundo, así como para analizar las tecnologías, métodos y herramientas a utilizar en el sistema y por último Modelación para realizar el modelo de análisis y diseño del sistema y para modelar la base de datos del sistema.

Como Métodos Empíricos presentes en esta investigación se encuentra la Entrevista para poder ir adquiriendo el conocimiento de todo lo relacionado a la investigación preliminar, también se pudo conocer a través de este método los requisitos fundamentales que debía cumplir la solución al problema propuesto y los elementos necesarios para la modelación del negocio.

El presente documento está estructurado de la siguiente manera:

Capítulo 1 “Fundamentación teórica”: En este capítulo se exponen los principales conceptos asociados al dominio del problema. Se describe detalladamente la situación problemática.

Capítulo 2 “Tendencias y tecnologías actuales a desarrollar”: Se explican las metodologías, los lenguajes de programación y las herramientas utilizadas para el desarrollo de la aplicación.

Capítulo 3 “Características Fundamentales del Sistema”: Se hace un estudio de los procesos de negocio. Se definen los requisitos funcionales y no funcionales y se hace la modelación del sistema propuesto.

Capítulo 4 “Análisis y diseño del sistema”: Se especifican los principios de diseño adoptados. Incluye los diagramas de clases del diseño así como el modelo de datos para el diseño.

CAPÍTULO I: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1. Introducción

En la actualidad la industria petrolera reconoce las capacidades competitivas que se obtienen al disponer de programas computacionales para resolver los complejos problemas de las actividades de modo de acortar la transición entre los aspectos básicos y los complejos. En específico el Centro de Investigaciones del Petróleo (CEINPET) no cuenta con un software destinado a realizar diagnósticos de daños en la formación y poder llevar a cabo un análisis de la producción eficaz. En este capítulo se abordará todo lo relacionado con el objeto de estudio, se tratarán los principales conceptos asociados al dominio del problema, definiciones esenciales, se hará una descripción actual del dominio del problema así como análisis respecto a otras soluciones existentes.

1.2. Yacimientos petroleros

El petróleo es un compuesto de hidrocarburos que proviene de las palabras latinas Petroleum; petra que significa roca y óleum que significa aceite. El petróleo es un líquido aceitoso e inflamable de color variable que va de amarillo a negro. Químicamente está formado por hidrocarburos sólidos, líquidos y gaseosos (compuestos que contienen solamente hidrógeno y carbono), que va desde 50 hasta 98 por ciento, y el resto pequeñas cantidades de otros elementos como: azufre, nitrógeno, oxígeno, vanadio, titanio entre otros. **(Moreno, 2009)**

Es un aceite mineral que se caracteriza por ser inflamable; por ser este un compuesto combustible puede suministrar energía obtenida a partir de su combustión, es oleaginoso y su viscosidad depende de la clase de crudo, la que varía de acuerdo a su composición, la que lo caracteriza dependiendo de la situación geográfica y geológica del yacimiento; debido a que en el mundo el petróleo crudo se encuentra distribuido geográficamente en diferentes lugares, profundidades, con desigual presión y caudal o fluido. **(Perez, 2009)**

Se puede encontrar en cavidades subterráneas y a diferentes profundidades, lo que hace que su búsqueda sea algo difícil, más no imposible, pues se ha contado siempre con recursos técnicos y científicos que han estado de la mano con el descubrimiento de los yacimientos petroleros como

son: la sismica y la geología; gracias a ello se conocen hoy en día gran cantidad de yacimientos petroleros en distintos países del mundo.

Los Yacimientos Petroleros son estructuras geológicas que se formaron hace millones de años (Terciario-Mesozoico) y que contienen hidrocarburos entrampados, líquidos y/o gaseosos, en sus espacios porosos y permeables. Se cree que se formaron debido a la transformación por acción de las bacterias sobre gran cantidad de materia animal y vegetal que fue quedando sepultada bajo la tierra a través del tiempo, lo cual se concibe debido a su composición química, pues sus dos elementos principales son el hidrógeno y el carbono, de allí que se le ha dado a este compuesto el nombre de hidrocarburo.

1.2.1. Formaciones

En términos geológicos, las capas subterráneas se llaman "formaciones" y están debidamente identificadas por edad, nombre y tipo del material rocoso del cual se formaron. Esto ayuda a identificar los mantos que contienen las ansiadas rocas sedimentarias **(Ríos, 2001)**

Estas capas son analizadas para determinar si hay algún tipo de daño y cuál es el que presenta, así como el motivo que pudo causar el mismo, luego de este proceso entonces se determina cual es el tratamiento que se le aplicará, generalmente químico.

1.3. Daños a la Formación

Durante muchos años, la industria del petróleo a nivel mundial ha trabajado fijando grandes funciones o áreas de trabajo dentro de sus organizaciones. Cada una cumplía con sus objetivos específicos, así la organización encargada de perforar y reparar los pozos eran capaces de llevar a cabo esta tarea según la necesidad más inmediata, la cual se fijaba por la organización de producción e ingeniería de yacimientos **(Ríos, 2001)**.

Para la obtención del petróleo en bruto; es necesario realizar diferentes procesos como: Exploración, Perforación y Extracción.

Exploración: Durante esta fase se toma inicialmente una gran franja o extensión de territorio, el cual ha sido previamente seleccionado según estudios preliminares, a este territorio se le convierte en una gigantesca cuadrícula con líneas imaginarias en donde se demarcan puntos específicos donde se introducirán en la profundidad de la tierra elementos de monitoreo para obtener lecturas que muestren indicios de presencia de petróleo crudo.

Perforación: Una vez se haya hecho los estudios de exploración inicial se procede a tomar las muestras con mayores probabilidades de yacimientos y se procede a la reconfirmación de la presencia de crudo por medio de la perforación.

Extracción: Una vez que se ha perforado y reconfirmado la presencia de crudo se hacen diferentes análisis físico-químicos al petróleo crudo contenido en la formación subterránea, estos estudios se realizan con el propósito de conocer tanto la calidad del crudo como la de otros compuestos o elementos que lo acompañan, los más importantes suelen ser la cantidad de agua salada, azufre y gas.

Mientras son realizados estos procesos pueden presentarse situaciones anormales condicionadas por factores externos, aquí es donde nos enfrentamos a cambios anormales que surgen en la rocas o en el yacimiento en general. Cuando la roca reservorio ha sido dañada por causas artificiales se dice que existe un daño en la formación, o dicho de otro modo, que el pozo está dañado.

También se define como daño de formación al cambio de permeabilidad (k) y porosidad (Φ) en las zonas aledañas al pozo, existiendo una zona dañada, que en la bibliografía se la conoce como piel (skin), que puede tener unos pocos milímetros hasta varios centímetros de profundidad. La permeabilidad y la porosidad de la zona dañada, se denotan como k (skin) y Φ (skin) respectivamente **(Ríos, 2001)**

Cuando se conoce el skin total del pozo, es posible trazar una curva IPR (“Inflow Performance Relationships”) que no son más que las relaciones de las afluencias de rendimiento, mediante esta curva, es posible demostrar el beneficio de disminuir el factor de daño (S).

El factor de daño que se obtiene de una prueba de transición de presión es una sumatoria de todos los factores presentes como daño verdadero y pseudodaños, por lo cual estos deben determinarse muy bien, ya que solo el verdadero daño puede eliminarse mediante tratamiento químico

Los pseudodaños o pseudoskin (conocido como skin mecánico) incluyen situaciones tales como: penetración parcial del pozo en la arena productora, turbulencia, fracturas tapadas, pozos desviados, pozos mal colocados en un área de drenaje, zona compacta alrededor de las perforaciones, cañoneo insuficiente, entre otros **(Ríos, 2001)**

Cuando se diagnostica la existencia de un daño verdadero se pasa a medir el índice de productividad, para así ver en qué condiciones se encuentra y realizar las pruebas que evaluarán los parámetros que posteriormente interviene en el diagnóstico.

El índice de productividad se define como el volumen de fluido, producido por la unidad de caída de presión entre el yacimiento y el pozo **(Ríos, 2001)**.

1.3.1. Proceso para el diagnóstico de daños a la formación.

1.3.1.1. Metodologías

En el mundo existen varias metodologías que se aplican a la hora de realizar un diagnóstico de daños, estas forman parte fundamental dentro del mismo y arrojan posibles propuestas de tratamientos a efectuar dependiendo de diferentes factores evaluados.

Actualmente en nuestro país aun no existe una metodología integrada para el diagnóstico del daño en las formaciones, pero para establecerla, los ingenieros y geólogos de petróleo involucrados en estos procesos se apoyan en el siguiente formato:

Pasos a seguir para elaborar una Metodología en el Diagnóstico de Daños

- Factores principales que reducen la productividad.
- Análisis cuantitativo del daño.

- Análisis Nodal.
- Métodos cualitativos para diagnosticar daños a la formación
- Registros de resistividad.
- Historia de perforación Reparación.
- Historia de producción.
- Historia de estimulación.
- Análisis de Laboratorio en núcleos.
- Difracción de Rayos X.
- Microscopía electrónica.
- Microscopía óptica de secciones finas.
- Pruebas de solubilidad de ácidos.
- Análisis de Tamizado.
- Curvas de respuestas al ácido.

La evaluación se efectuará de acuerdo a la estructura anterior, aunque no todo este contenido se encontrará incluido dentro del desarrollo de la solución del problema debido a la complejidad algorítmica que algunos de ellos presentan.

La aplicación de estos procedimientos garantizará mayores probabilidades de éxito en la selección de pozos candidatos a tratamientos químicos, y permitirá distinguir cuando un pozo puede ser candidato a estimulación mecánica, además de reconocer cuando un pozo debe ser abandonado, eliminando el desperdicio que supone tratar pozos que no van a aportar producción adicional.

1.3.2. Análisis Nodal

Siempre se sospecha la existencia de daño a la formación cuando un pozo presenta un índice de productividad menos que el esperado, o una tasa anormal de declinación, sin embargo esto debe ser demostrado por medio de un análisis sistemático, que permite identificar si en realidad existe el daño a la formación. El poder identificar la presencia de daño como la causa de pobre productividad de un pozo, abre el camino para la selección de posibles candidatos para tratamientos químicos **(Ríos, 2001)**.

Las compañías productoras de petróleo y gas realizan continuamente grandes esfuerzos por agregar valor a sus corporaciones y mejorar así sus resultados financieros. Estos esfuerzos están dirigidos a mediano y largo plazo a maximizar el factor de recobro de los yacimientos y a corto plazo a acelerar el recobro de las reservas recuperables. Una de las técnicas más utilizadas para optimizar sistemas de producción de su efectividad y confiabilidad a nivel mundial es el Análisis Nodal, con ella se logra cerrar la brecha existente entre la producción real de los pozos y la producción que debería exhibir de acuerdo a su potencial real de producción. Básicamente consiste en detectar restricciones al flujo y cuantificar su impacto sobre la capacidad de producción total del sistema.

Dentro del Análisis Nodal que se realizan a diferentes pozos encontraremos los métodos que serán tratados con posterioridad y darán solución a nuestro problema de investigación como son las ecuaciones gráfica, propuestos por Jones, Blount y Glaze como parte de la solución a la hora de determinar si un pozo sufre la presencia de daños o pseudodaños, así como también se encontraran los análisis a las curvas IPR ambos modelos de gráfica, el de Darcy y el de Vogel.

1.3.3. Métodos

Al igual que sucede con las metodologías en el mundo actual existe una gran cantidad de métodos que se aplican para poder realizar diagnósticos de daño en pozos. Dentro de ellos podemos encontrar algunos que solamente utilizan fórmulas matemáticas cuyos resultados son capaces de arrojar hasta el punto en que se encuentra, así como que tipo de daño puede estar produciéndose según los patrones que se evalúen; existen otros que además de utilizar ecuaciones matemáticas permiten graficar los resultados haciendo más factible el proceso de evaluar los mismos.

Algunos de los métodos que son utilizados tanto para el diagnóstico de daños como para el análisis de la producción son los expuestos a continuación:

- **Determinar la influencia de daños y pseudodaños (Jones)**

Este método fue presentado en 1976 por Jones, Blount y Glaze. Mediante este se determina si un pozo sufre la influencia de daños o pseudodaños; el cual cuenta con una fórmula basada en una ley de un gran científico llamado Darcy a través de una ecuación matemática para flujo pseudo-estabilizado, así como también basa su resultado en la construcción de una gráfica, conocida como gráfica de Jones. La fórmula quedaría de esta forma:

$$1. \quad q_0 = 0.00708 kh [p_r - p_{wf}] / \mu_0 \beta_0 [(\ln (r_e/r_w) - 0.75 + S + Dq_0)].$$

Donde:

q_0 : Influencia de daños y pseudodaños.

kh : permeabilidad horizontal

p_r : presión promedio del yacimiento.

p_{wf} : presión de fondo influyente.

μ_0 : viscosidad del petróleo.

β_0 : factor volumétrico del petróleo.

r_e : radio de drenaje del pozo(pies).

r_w : radio del pozo(pies).

S : Factor de daño.

De aquí se derivan una serie de fórmulas como sigue:

$$1. \quad (p_e - p_{wf})/q = \mu_0 \beta_0 [(\ln (r_e/r_w) - 0.75 + S + Dq)] / 0.00708 kh.$$

Donde:

p_e : presión estática del yacimiento.

q : tasa de producción del pozo.

$$2. \quad p_e - p_{wf} = Aq + Bq^2.$$

Donde:

A : Intercepto.

B : Pendiente.

Para el cálculo de estas variables, se deben utilizar las siguientes fórmulas:

1. $A = \mu\beta_0 [\ln (re/rw) - 0.75 + S] / 0.00708 kh.$
2. $B = \mu\beta_0 [D] / 0.00708 kh.$

➤ **Análisis de producción**

Este método, el cual como bien describe su nombre se encarga más bien del análisis de la productividad del pozo y no propiamente del daño en sí. El mismo no posee fórmulas, por lo que su basamento es puramente gráfico.

➤ **Determinación de los índices de productividad del pozo.**

Este método consiste en determinar el índice de productividad para su posterior uso, ya que es uno de los principales indicadores para determinar los daños en la formación. Este se define como el volumen de fluido, por una unidad de caída entre el yacimiento y el pozo.

➤ **Influencia del radio de daño en la producción(Producción vs Radio de daño)**

Este método es utilizado para determinar el efecto de daño a la formación en la productividad de pozos verticales. Aquí se hace uso de la ecuación matemática de la ley de Darcy, solo que en este caso es para el flujo radial en el caso de que el radio de invasión alrededor del pozo sea determinante en la productividad del mismo y que el flujo de tasa sea constante, de manera que atravesase un sistema compuesto de dos permeabilidades.

➤ **Efecto del daño en el índice de productividad (factor de daños).**

Este método es utilizado para mostrar el efecto de la magnitud del factor de daño en el índice de productividad de un pozo, ya sea horizontal o vertical, es decir mediante este se puede observar cuanto se afecta la productividad del pozo en función al factor de daño que este tenga.

Nuestro sistema hasta el momento solo estará integrado por un método que combina ambas funciones tanto las ecuaciones matemáticas como la gráfica de los resultados, este método para determinar si existe la influencia de daño o pseudodaños es el más completo de los que se utilizan hoy en día, este es el método de Jones, el cual es capaz de mostrar indicadores de daño, existencia o no de efectos de

turbulencia y/o convergencia. Es el principal punto de partida para posteriormente pasar a la fase de diseñar tratamientos y estimulaciones en los pozos.

1.3.4. Sistemas Expertos

El acceso al conocimiento y al juicio de un experto es extremadamente valioso en muchas ocasiones (prospecciones petrolíferas, manejo de valores bursátiles, diagnóstico de enfermedades, etc.), sin embargo, en la mayoría de los campos de actividad existen más problemas por resolver que expertos para resolverlos. Para solucionar este desequilibrio es necesario utilizar un sistema experto. En general, actuará como ayudante para los expertos humanos y como consultor cuando no se tiene otro acceso a la experiencia.

Los mismos son sistema informático que simulan a los expertos humanos en un área específica dada. Los deberían ser capaces de: **(Ilera, 2005)**

- Procesar y memorizar información
- Aprender y razonar en determinadas situaciones
- Comunicación con el experto u otros sistemas
- Toma de decisiones

Son sistemas inteligentes implementados en su mayor parte con el uso de la inteligencia artificial, con el objetivo de imitar el pensamiento humano. Por esta razón es que son consideradas máquinas que piensan, ya que se retroalimentan según el uso que se le suministre. Están formados fundamentalmente por los siguientes componentes:

- Base de conocimiento.
- Base de hechos.
- Motor de inferencia

Son muy eficaces cuando se tiene que analizar una gran cantidad de información, interpretándola y proporcionando una recomendación a partir de la misma, además de mejorar la productividad al resolver los problemas de una manera más rápida, lo que permite ahorrar en tiempo y dinero, ya que muchas veces las soluciones obtenidas sin esa rapidez serían totalmente inútiles.

Con un sistema experto se obtienen soluciones más fiables gracias al tratamiento automático de los datos, y más contrastadas, debido a que se suele tener informatizado el conocimiento de varios expertos.

1.3.4.1. Sistema Experto para el Diagnóstico de Daños

En la Industria Petrolera Moderna las empresas comercializadoras y exportadoras del crudo tienen a su disposición una gran fuente de programas expertos destinados a resolver problemas altamente complejos y en un tiempo estimado muy breve, esto garantiza que la producción se desarrolle cada vez más con mejores técnicas y alcanzando resultados de altos índices

En nuestro país no podemos estar alejados de esta realidad motivo por el cual se plantea la automatización de un sistema experto presentado como propuesta en el año 2001 por el Msc Eduardo E. Ríos en su libro Daños a la formación y Estimulación de pozos, este sistema facilitará la toma de decisiones a la hora de realizar un diagnóstico de daños puesto que su interacción con los usuarios es bastante simplificada, todo el proceso se ejecuta mediante un sistema de preguntas que el especialista irá contestando según se corresponda el caso y al final el sistema debe ser capaz de arribar al tipo de daño que se encuentra presente y cómo fue capaz de arribar a esa respuesta. Se está hablando de un sistema inteligente soportado en fundamentos y artefactos de la Inteligencia Artificial por lo que se prevé también que mientras mayor sea su interacción con usuarios y expertos humanos más acertada serán sus respuestas ya que este pasaría por un proceso de aprendizaje paulatino.

1.4. Análisis de la Producción

Los análisis de producción consisten en continuos estudios que se le realizan a los índices de producción de los pozos, su base fundamental son los historiales de producción y otros parámetros que se guardan en los Registros a Pozos almacenados en la Base de Datos del Sistema. Por cuestiones de complejidad y el poco tiempo con el que contamos para el desarrollo del sistema y entrega de un producto final, hasta el momento solo se incluirán en el módulo los análisis de curvas IPR con ambas variantes tanto la de Darcy como la de Vogel.

➤ Método de Darcy

Este método se describe para obtener la curva IPR, para esto se describen ecuaciones que ayudan a su solución, las cuales se describen a continuación:

La ecuación general de Darcy establece que:

Asumiendo que se conoce P_{ws} , $S=0$, el límite exterior es cerrado y $P_{ws} < P_b$, la ecuación general quedaría (Flujo semicontinuo):

Q_o/B_oK_{ro} : Es una función de presión y adicionalmente K_{ro} es una función de la saturación de gas. Un gráfico típico de dicho cociente vs. Presión se observa en la figura que se muestra a continuación.

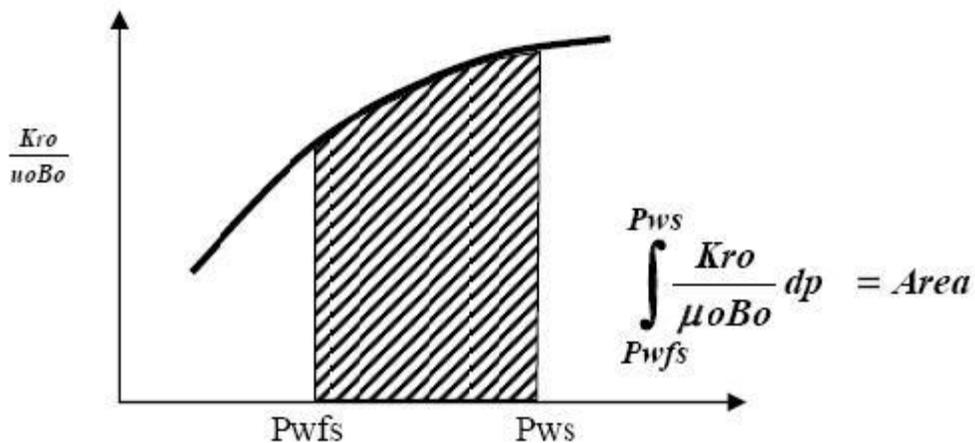


Figura 1 Diagrama de Darcy

➤ **Método de Vogel**

Dado un yacimiento con K , h , r_e , r_w , curvas de permeabilidades relativas y análisis PVT conocidos, se podrían calcular para cada valor P_{wfs} el área bajo la curva de $K_{ro}/\mu_o B_o$ desde P_{wfs} hasta P_{ws} y estimar la tasa de producción q_o con la ecuación anterior. De esta forma en un momento de la vida productiva del yacimiento se puede calcular la IPR para yacimientos saturados. Inclusive a través del tiempo se podría estimar como varía la forma de la curva IPR a consecuencia de la disminución de la permeabilidad

efectiva al petróleo por el aumento progresivo de la saturación gas, en el área de drenaje, en la medida que se agota la energía del yacimiento.

Para obtener la relación entre la presión del yacimiento y el cambio de saturación de los fluidos es necesario utilizar las ecuaciones de balance de materiales. Este trabajo de estimar curvas IPR a distintos estados de agotamiento del yacimiento fue realizado por Vogel en 1967 basándose en las ecuaciones presentadas por Weller para yacimientos que producen por gas en solución, lo más importante de su trabajo fue que obtuvo una curva adimensional válida para cualquier estado de agotamiento después que el yacimiento se encontraba saturado sin usar información de la saturación de gas. **(Maggiolo, 2008)**

1.5. Situación Problemática

Actualmente en el Centro de Investigaciones del Petróleo (CEINPET) los especialistas del Grupo de Evaluación y Gestión de Tecnología, no cuentan con una herramienta de software destinada a realizar diagnóstico de daños en la formación y de manera general hacer un análisis de la producción. Estos procesos se efectúan hoy en día de forma manual y muy lenta; los especialistas que van a desarrollar el proceso de diagnóstico necesitan recoger y mantener almacenadas una serie de estadísticas sobre los pozos en las cuales se apoyarán con posterioridad a la hora de aplicar métodos matemáticos que permitan diagnosticar diversos tipos de daños que puedan estar presentes, seguidamente se necesita hacer una evaluación completa de los diferentes parámetros que se almacenan para así realizar diagnósticos efectivos y poder elaborar análisis de producción que le hacen ganar en eficiencia a la hora de mostrar patrones reales de productividad. Hasta hoy en día todas las estadísticas se llevan a través de hojas de cálculo, en las cuales también se programan algunas fórmulas que permiten la aplicación de varios métodos, pero de forma bastante arcaica, también cuentan con la ayuda de algunos software que brindan muy pocos o casi ningún servicio sobre este tema. La empresa en general y este grupo de especialistas en particular necesitan la ayuda de un software que les permita realizar estos análisis, establecer un diagnóstico completo y detallado del daño que existe en la formación, almacenar gran cantidad de datos de la producción, en un tiempo breve y de alta confiabilidad.

1.6. Análisis de otras soluciones existentes

En el ámbito mundial, la industria petrolera cuenta un sin número de herramientas informáticas destinadas a la solución de problemas complejos y a hacer más fácil el manejo de informaciones. Sin embargo dentro del área de diagnóstico de daños a la formación no se cuenta hasta hoy con programas destinados a estos fines solamente, existen soluciones como:

El Software de ingeniería petrolera WellFlow

El paquete de software WellFlow es una herramienta de pozo único que usa técnicas de análisis para modelar el influjo del reservorio y el desempeño de flujo de salida del pozo. El modelado WellFlo puede ser aplicado para diseñar, optimizar e identificar problemas de pozos individuales. Las aplicaciones específicas para las cuales este software puede ser usado incluyen:

- ✓ Diseño de configuración de pozo para máximo desempeño a lo largo de la vida útil del pozo.
- ✓ Diseño de completación para maximizar el desempeño del pozo a lo largo de la vida útil del mismo.
- ✓ Diseño de levantamiento artificial.
- ✓ Predicción de temperaturas y presiones de flujo en pozos y líneas, así como en equipos de superficie para cálculos de diseño óptimo.
- ✓ Monitoreo de reservorio, pozo y línea de flujo.
- ✓ Generación de curvas de desempeño de levantamiento vertical para uso en simuladores de reservorio.
- ✓ Así como estas aplicaciones, el software tiene también dos sub-aplicaciones internas clave que pueden ser usadas de manera autónoma del resto del programa y ofrecer así al usuario un excelente kit de herramientas de ingeniería.
- ✓ Modelado detallado de desempeño de influjo de reservorio.
- ✓ Múltiples modelos de completación y perforación.
- ✓ Análisis detallado de skin.
- ✓ Modelado detallado de PVT de fluidos.
- ✓ Modelos de crudo negro para petróleo y gas.
- ✓ Modelos de Ecuación de Estado para crudo condensado y volátil.
- ✓ Ajuste de data de laboratorio.

- ✓ Predicción de comportamiento del fluido.

Esta Herramienta a pesar de contar con un altísimo prestigio a nivel internacional dentro de la industria del petróleo, no es capaz de realizar un diagnósticos de daños específicos, ni analizar la producción, claro que tampoco son estos sus únicos fines, pero en el área que nos ocupa las soluciones que puede brindar son muy pobres para lo que realmente se necesita en la industria actual para efectuar esos diagnósticos.

1.7. Conclusiones parciales

A través del análisis realizado mediante el desarrollo de este capítulo hemos observado cómo se efectúa el proceso de diagnóstico de daños y análisis de producción. Se realizó un estudio meticuloso sobre estos procesos ya que conforman el objeto principal de nuestra investigación. Se enfatizó en el método de Jones como propuesta para la solución del problema central; así como la automatización de un sistema experto que permitirá colocarnos a la par de la industria internacional en esta área de diagnósticos. También se priorizaron los métodos de Darcy y Vogel los cuales serán utilizados en la rama del análisis a la producción explicando su funcionamiento e integración dentro del sistema.

CAPÍTULO II: TENDENCIAS Y TECNOLOGÍAS ACTUALES A DESARROLLAR

2.1. Introducción

En el presente capítulo se hará un pequeño estudio acerca de las diferentes tecnologías existentes para el desarrollo de sistemas robustos. También a través del desarrollo del mismo se abordarán temas acerca de los diferentes lenguajes de programación existentes centrandó nuestro interés en el más adecuado para darle solución a nuestra problemática, así como las metodologías y herramientas que se ajustarán también en la construcción de dicho sistema.

2.2. Aplicaciones de desarrollo propuesta para la solución

Las aplicaciones de desarrollo en la actualidad forman parte de todo lo que rodea el mundo de las tecnologías, en el cual estamos inmersos debido al gran desarrollo que ha alcanzado la informática. En los últimos años las empresas, escuelas, hospitales, en fin todas las ramas de la economía se han involucrado mucho dentro de este mundo, han querido identificarse con él y para esto han hecho uso de las tecnologías, ya sea a través de la construcción de aplicaciones web, como de las conocidas aplicaciones de escritorio. A continuación se explicará brevemente en qué consiste cada uno de estos tipos de aplicaciones.

2.2.1. Aplicaciones web

Los sistemas y aplicaciones basados en Web hacen posible que una población extensa de usuarios finales dispongan de una gran variedad de contenido y funcionalidad. La ingeniería Web no es un clónico perfecto de la ingeniería del software, pero toma prestado muchos de los conceptos y principios básicos de la ingeniería del software, dando importancia a las mismas actividades técnicas y de gestión. Existen diferencias sutiles en la forma en que se llevan a cabo estas actividades, pero la filosofía primordial es idéntica dado que dicta un enfoque disciplinado para el desarrollo de un sistema basado en computadoras. **(Pressman, 2001)**

Desde el punto de vista de la ingeniería, las aplicaciones web son consideradas aquellas que los usuarios utilizan accediendo a un sitio mediante un navegador a través de un protocolo. Las mismas no quedan libres de fallas o desventajas, aún cuando sean muy útiles dentro del mundo de las tecnologías.

Ventajas (Montalvo, 2008)

- No se necesita Instalar nada (No depende de algún Software), por lo general.
- Puedes acceder a ella desde cualquier ordenador con conexión a Internet.
- Brindan privacidad con acceso (usuario y contraseña) para acceder a tus datos.
- No necesitas actualizarlo.
- Fácil utilización.
- Comunican las empresas.

Desventajas (Franulic, 2007)

- La seguridad de datos confidenciales.
- La conexión a Internet.
- Versatilidad y potencia (limitaciones de HTML) y necesidad de buenas comunicaciones.
- Cambios en las condiciones del servicio.

2.2.2. Aplicaciones de escritorio

Otro de los tipos de aplicaciones que existen son las de escritorio, que aunque muchos desarrolladores no la usen tanto en el campo de la informática, aún no han perdido toda su utilidad, por lo que en ocasiones es necesario hacer uso de ellas.

Por aplicaciones de escritorio se entiende toda aplicación que ha sido desarrollada para ser ejecutada en una plataforma específica, ya sea Windows, Linux ó Mac. El desarrollo sobre una plataforma, normalmente, implica que la aplicación "no" pueda ser ejecutada en otras. **(GNU, 2008)**

Las aplicaciones basadas en escritorio a diferencia de las aplicaciones web no son accedidas a través de la red por lo que es necesaria su instalación en cada puesto de trabajo de la cual se vaya a utilizar. Este tipo de aplicaciones se caracteriza por consumir grandes cantidades de memoria y de CPU, así como que no incluye apenas lógica de procesamiento. A continuación estaremos mostrando algunas de las ventajas y desventajas que estas presentan:

Ventajas (GNU, 2008)

- Mayor capacidad gráfica visual.
- Menor tiempo de respuesta (aplicación más rápida)

- Mayor personalización.

Desventajas

- Es necesario actualizarlo.

Luego de este pequeño estudio del tema y de observar las ventajas y desventajas que ambas aplicaciones ofrecen, a pesar que la aplicación será utilizada por más de un usuario, se ha determinado la propuesta del desarrollo de una aplicación de escritorio. Estudios han demostrado que ninguna tecnología es mejor que otra, sino que cada una se utiliza de acuerdo a las características del proyecto.

También ha influido en esta elección las características de nuestra aplicación, debido a que al producto se le dará un uso interno, solo dentro de las oficinas del Grupo de Evaluación y Desarrollo de Tecnologías. Los especialistas que van a interactuar con el sistema no tienen permiso de acceder a ningún servicio del centro desde la intranet que posee CUPET.

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

Para la construcción del software propuesto se necesita un sistema orientado a objetos que esté bien diseñado, esto se logra a través de lenguajes de modelado como UML.

"UML" son las siglas de Lenguaje Unificado de Modelado (Unified Modeling Language), notación (esquemática en su mayor parte) con que se construyen sistemas por medio de conceptos orientados a objetos. **(Larman, 1999)**

Este lenguaje se crea con el objetivo de crear un estándar de comunicación entre todos los ingenieros y también para que puedan ser entendidos por los clientes y usuarios que tengan un mínimo conocimiento de Ingeniería de Software.

UML es un lenguaje de modelado visual que se usa para especificar, visualizar, construir y documentar artefactos de un sistema de software. Captura decisiones y conocimientos sobre los sistemas que se deben construir. **(Rumbaugh, 2000)**

El mismo posee un grupo de herramientas para graficar todos los elementos necesarios para la construcción del software, algunas de ellas son las que se muestran a continuación:

- Diagrama de casos de uso.
- Diagrama de clases.
- Diagrama de estados.
- Diagrama de secuencias.
- Diagrama de actividades.
- Diagrama de colaboraciones.
- Diagrama de componentes.

Cuando definamos UML es error decir que es una guía ó un método de desarrollo, es simplemente un lenguaje que ayuda al usuario a hacer más comprensible su producto. Son por todas estas razones que se ha determinado hacer uso del lenguaje de modelado UML en su versión 2.0, debido al uso de los estereotipos que aquí se brindan.

2.4. Lenguajes de programación propuestos para la solución.

2.4.1. Java

El lenguaje para la programación en Java, es un lenguaje orientado a objeto, de una plataforma independiente. El mismo fue desarrollado por la compañía Sun Microsystems, con la idea original de usarlo para la creación de páginas Web. **(Ciao, 2009)**

En la actualidad existe una gran cantidad de aplicaciones de escritorios basadas en el lenguaje Java, lo cual al inicio habían grandes limitaciones lo cual con el tiempo se ha ido mejorando y ha permitido el desarrollo de aplicaciones complejas y con gran dinamismo.

El lenguaje Java en sus inicios fue creado para la implementación de equipos electrodomésticos y se necesitaba un lenguaje, que a diferencia de C++ fuera independiente de la plataforma para no tener que reescribir el código. A raíz de resolver estas deficiencias surge dicho lenguaje con un gran número de mejoras:

Ventajas (Asenjo, 2004)

- Su sintaxis es similar a C y C++.
- No hay punteros (lo que le hace más seguro).
- Totalmente orientado a objetos.
- Muy preparado para aplicaciones TCP/IP.
- Implementa excepciones de forma nativa.
- Es interpretado (lo que acelera su ejecución remota, aunque provoca que las aplicaciones Java se ejecuten más lentamente que las C++ en un ordenador local).
- Permite multihilo.
- Admite firmas digitales.
- Tipos de datos y control de sintaxis más rigurosa.
- Es independiente de la plataforma

Desventajas (Pozo, 2006)

- **Eficiencia:** Java era hasta 30 veces más lento que C++ a causa del tiempo invertido en:
 - ✓ Recogida de basura.
 - ✓ Sincronización de threads.
 - ✓ Otras actividades (carga de clases, comprobación de límites, gestión de excepciones)

2.4.2. C++

El lenguaje de programación C++, de forma algo simplificada se presentaba como un súper conjunto del lenguaje C, ofreciendo posibilidades de Programación Orientada a Objeto (POO). (Delanoy, 2000)

Este lenguaje, al igual que otros como Java y C# basan su sintaxis en el lenguaje C, aunque con sus propias especificaciones, y es uno de los más robustos que existe. Además de ser una extensión de C orientada a objeto también incluye otras mejoras como los comentarios y otras que se verán a continuación:

Ventajas (Ciao, 2009)

- Al compilarlo, se genera código objeto, nativo de cada máquina.
- Es una extensión de C. Por eso, muchos programadores encontrarán muy sencilla la transición, ya que podrán seguir haciendo cosas a la antigua usanza.

- Permite un control de la memoria y una capacidad de programación de bajo nivel impensable en Java.

Desventajas (Ciao, 2009)

- No es multiplataforma. Para lograr aplicaciones que se ejecuten en varios Sistemas Operativos, se requiere de cierto esfuerzo.
- No presenta una arquitectura estándar de desarrollo orientado a Internet.
- Aunque hay muchas librerías en la red para C++, no son estándar del lenguaje, y algunas son de pago.
- Es más complicado de aprender que Java., te obliga mucho más a seguir una metodología, por ser en parte C, es demasiado libre en ocasiones.

2.4.3. C#

C# es una versión avanzada de C y de C++ y se ha diseñado especialmente para el entorno .NET. Es un nuevo lenguaje orientado a objetos empleado por programadores de todo el mundo para desarrollar aplicaciones que se ejecuten en la plataforma .NET. **(Pandey, 2002)**

Este lenguaje fue creado por la empresa Microsoft y en sus inicios se pensaba que el mismo podría ser la respuesta a todos los inconvenientes que existían. Lo que pretende este lenguaje es ser muy versátil en su uso y eficiente en su aplicación conformando un lenguaje que reúne las mejores características de los más utilizados y conjuntándolos en uno solo mejorado.

Ventajas (García, 2006)

Las ventajas que ofrece C# frente a otros lenguajes de programación son:

- Declaraciones en el espacio de nombres.
- Tipos de datos.
- Atributos.
- Pase de parámetros.
- Métodos virtuales y redefiniciones.
- Control de versiones.

Desventajas (García, 2006)

Las desventajas que se derivan del uso de este lenguaje de programación son:

- Se debe tener algunos requerimientos mínimos en el sistema para poder trabajar adecuadamente tales como contar con Windows NT 4 o superior.

Para la selección de los lenguajes se tomó en cuenta que los mismos se encontraran dentro de los lenguajes surgidos con la Programación Orientada a Objeto. Estos están dentro de los lenguajes de alto nivel que entran dentro de la tercera generación. Su ventaja principal es que se aproximan más al pensamiento humano, ya que dividen las aplicaciones por objetos, lo que resuelve grandes problemas cuando la aplicación crece.

Se realizó un estudio de los lenguajes más populares utilizados en la construcción de aplicaciones de escritorio. Tomando en cuenta que los analizados tienen en común que toman su sintaxis de C, se seleccionó la propuesta mirando las ventajas de uno sobre otros, lo cual terminó arrojando que Java era el más adecuado para el desarrollo de la aplicación. Se tomó en consideración para dicha conclusión el que el mismo se creó por un grupo de desarrolladores de la empresa Sun para erradicar las deficiencias del C++, por lo que a pesar de ser el más joven tiene grandes ventajas sobre este lenguaje.

2.5. NetBean como entorno de desarrollo propuesto para la solución del problema.

NetBean es un producto de código abierto, con todos los beneficios del software disponible en forma gratuita, el cual ha sido examinado por una comunidad de desarrolladores. Este enfoque de bienes comunes creativos ha permitido una mayor capacidad de uso, con cada nueva versión, y ha proporcionado a los desarrolladores mayor flexibilidad, al modificar el IDE, si así lo desean. **(Netbeans, 2007)**

Dicho entorno es utilizado para desarrollar aplicaciones de escritorio con el uso del lenguaje Java, el cual ha sido seleccionado para la solución expuesta, además posee características que lo hace acorde a ser utilizable para el desarrollo de nuestro sistema, algunas de estas son:

- Es considerado gratuito y de código abierto para desarrolladores de software.
- Puede obtener todas las herramientas que necesite para crear aplicaciones profesionales para el escritorio, la empresa, la web y equipos móviles con el lenguaje Java, C ó C++.
- Es fácil de instalar y de uso instantáneo.

- Se ejecuta en varias plataformas incluyendo Windows, Linux, Mac OS X y Solaris.

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

Para realizar un correcto diseño del producto de software es necesario el uso de las metodologías. Estas son un conjunto de procedimientos para el desarrollo de productos software, es decir es como una especie de guía por la cual nos podemos regir a la hora de desarrollar nuestro producto.

El proceso unificado de desarrollo está basado e componentes, lo cual quiere decir que el sistema software en construcción está formado por componentes software interconectados a través de interfaces bien definidas. El mismo utiliza UML para preparar un sistema de software. **(Rumbaugh, 2000)**

RUP es una infraestructura flexible de desarrollo de software que proporciona prácticas recomendadas probadas y una arquitectura configurable.

La misma consta de cuatro fases del proceso de desarrollo de software como sigue a continuación:

- ❖ Inicio: Se determina la visión del proyecto en general.
- ❖ Elaboración: Se plantea la arquitectura óptima.
- ❖ Construcción: Se centra en la obtención de la capacidad operacional inicial.
- ❖ Transición: Se logra obtener una versión funcional del software.

Estas fases se llevan a cabo a través de un ciclo de iteraciones, cuyos objetivos se establecen en función de la evaluación de las iteraciones anteriores.

Es una de las metodologías más populares ya que ofrece un enfoque disciplinado para asignar tareas y responsabilidades dentro de la organización del desarrollo. RUP captura algunas de las mejores prácticas de la industria para el desarrollo de software y lo modela visualmente usando el Unified Modeling Language (UML). También presenta características que permiten guiar el desarrollo de la aplicación.

Características Generales: (Díaz, 2008)

RUP presenta tres características esenciales:

1. Dirigido por los Casos de uso.

2. Centrado en la arquitectura.
3. Iterativo e incremental.

Ventajas: (Díaz, 2008)

- Mitigación temprana de posibles riesgos altos.
- Progreso visible en las primeras etapas.
- Temprana retroalimentación que se ajuste a las necesidades reales.
- Gestión de la complejidad.
- Conocimiento adquirido en una iteración puede aplicarse de iteración a iteración.

Desventajas: (Díaz., 2008)

- Es necesario incluir a más personas en el equipo de desarrollo.

Además a través de la estructura que presenta la misma permite que cualquier sistema que se vaya a desarrollar se torne más fácil, tanto a la hora de la comprensión del sistema, como en la toma de decisiones. Con el uso de RUP es necesario realizar una captura de requisitos, lo cual es imprescindible para el desarrollo del software, ya que de esta manera se pueden satisfacer las necesidades del cliente. Para arribar a la conclusión se toma en cuenta que durante el desarrollo de la aplicación se harán uso de fórmulas matemáticas que permitan poder arribar al resultado. Considerando que la metodología en cuestión es considerada robusta por sus características y también es la más conocida en la universidad dentro de la docencia, se concluye que es la más acorde para realizar el producto propuesto.

2.7. Sistema Gestor de Base de Datos (SGBD) propuesto para la solución del sistema.

Un Sistema Gestor de base de datos (SGBD) es un conjunto de programas que permiten crear y mantener una Base de datos, asegurando su integridad, confidencialidad y seguridad. Por tanto debe permitir:

- Definir una base de datos: especificar tipos, estructuras y restricciones de datos.
- Construir la base de datos: guardar los datos en algún medio controlado por el mismo SGBD.
- Manipular la base de datos: realizar consultas, actualizarla, generar informes.

Estos sistemas son utilizados para el almacenamiento de datos necesarios para su posterior utilización, su objetivo principal es acumular información de modo que esta sea reutilizable posteriormente para

cualquier circunstancia. Los SGBD ahorran a los usuarios detalles acerca del almacenamiento físico de los datos.

Algunos de estos sistemas entran dentro de diferentes clasificaciones como se muestra a continuación:

2.7.1. PostgreSQL

PostgreSQL es un sistema de gestión de base de datos relacional orientada a objetos de software libre, publicado bajo la licencia BSD (Berkeley Software Distribution). A continuación veremos algunas de sus características y ventajas:

Ventajas (PostgreSQL, 2003)

- Instalación ilimitada.
- Mejor soporte que los proveedores comerciales.
- Ahorros considerables en costos de operación.
- Estabilidad y confiabilidad legendarias.
- Extensible.
- Multiplataforma.
- Diseñado para ambientes de alto volumen.
- Herramientas gráficas de diseño y administración de bases de datos.

Características (PostgreSQL, 2003)

- Cumple completamente con ACID.
- Cumple con ANSI SQL.
- Integridad referencial.
- Herencia.
- Procedimientos almacenados.
- Lenguajes procedurales.
- Respaldo en caliente.
- Funciones de compatibilidad para ayudar en la transición desde otros sistemas menos compatibles con SQL.
- Herramientas para generar SQL portable para compartir con otros sistemas compatibles con SQL.

2.7.2. MySQL

MySQL es un sistema gestor de bases de datos. Pero la virtud fundamental y la clave de su éxito es que se trata de un sistema de libre distribución y de código abierto. Lo primero significa que se puede descargar libremente de Internet; lo segundo (código abierto) significa que cualquier programador puede remodelar el código de la aplicación para mejorarlo. **(Sánchez, 2004)**

MySQL es un sistema de gestión de base de datos relacional, multihilo y multiusuario con más de seis millones de instalaciones. MySQL es propiedad y está patrocinado por una empresa privada, y es utilizado en diversas aplicaciones web.

Características (Albert, 2008)

- Posibilidad de crear y configurar usuarios, asignando a cada uno de ellos permisos diferentes.
- Facilidad de exportación e importación de datos, incluso de la base de datos completa.
- Posibilidad de ejecutar conjuntos de instrucciones guardadas en ficheros externos a la base de datos.
- PostgreSQL es un sistema gestor de base de datos que al encontrarse bajo la licencia BSD tiene menos restricciones que con la GPL, ya que puede realizar cualquier acción sobre el software.

También es multiplataforma, cuestión muy importante para el desarrollo de la aplicación propuesta, ya que la misma debe correr en varios sistemas operativos. Otro requisito fundamental que cumple que admite un volumen de información muy grande, lo cual es necesario para el control de toda la información manejada en el CEINPET y que actualmente se encuentra en formato duro, lo cual es muy inseguro.

Luego de realizar una breve comparación entre estos gestores de base de datos, ambos multiplataforma y por todas las características antes analizadas es que se llega al consenso que el sistema gestor de base de datos propuesto es PostgreSQL.

2.8. Herramienta utilizada en el desarrollo de la solución propuesta.

Existen varias herramientas de Ingeniería de Software asistida por ordenador, Computer Aided Software Engineering (CASE), entre las que se encuentran el Rational Rose y el Visual Paradigm; las mismas

tienen como principal objetivo lograr en el software una mayor productividad. A pesar de sus comunes ventajas, el Visual Paradigm posee ciertas especificidades que no las tiene el Rational.

2.8.1. Rational Rose

Al igual que otras es una herramienta que incluye soporte Unified Modeling Language (UML), soporta el ciclo de vida del Proceso Unificado del Software (RUP) completo, además de estar integrado por todos los diagramas necesarios para el modelado del proceso. Esta herramienta en si posee una serie de características.

Características: (Aplicada, 2006)

Herramienta para manejar múltiples diagramas:

- ✓ Diagrama de clases (UML, OMT, Booch...)
- ✓ Casos de Uso.
- ✓ Escenarios, Diagramas de secuencia.
- Además, es capaz de generar código a partir del modelo desarrollado (en diferente lenguajes: C++, Visual Basic,...).
- Creación de asociaciones/agregaciones entre dos clases:
 - ✓ Características de navegabilidad: navegable.
 - ✓ Características de agregación: aggregate.

2.8.2. Visual Paradigm

Visual Paradigm para UML es una herramienta UML profesional que soporta el ciclo de vida completo del desarrollo de software: análisis y diseño orientados a objetos, construcción, pruebas y despliegue. El software de modelado UML ayuda a una más rápida construcción de aplicaciones de calidad, mejores y a un menor coste. Permite dibujar todos los tipos de diagramas de clases, código inverso, generar código desde diagramas y generar documentación. La herramienta UML CASE también proporciona abundantes tutoriales de UML, demostraciones interactivas de UML y proyectos UML. **(Downloads, 2007)**

Está compuesto por una serie de elementos gráficos que le permite al ingeniero lograr realizar un diseño del software, al igual que otras herramientas de modelado como el Rational, pero en este caso en la solución expuesta se ha tratado de orientar la misma a un entorno libre y de estas dos herramientas la que cumple con las condiciones es el Visual Paradigm.

Esta herramienta cuenta con una serie de características que serán presentadas a continuación:

Características: (Downloads, 2007)

Soporte de UML versión 2.1.

- Diagramas de Procesos de Negocio - Proceso, Decisión, Actor de negocio, Documento.
- Modelado colaborativo con CVS y Subversión.
- Interoperabilidad con modelos UML2 (metamodelos UML 2.x para plataforma Eclipse) a través de XMI (nueva característica).
- Ingeniería de ida y vuelta.
- Ingeniería inversa - Código a modelo, código a diagrama.
- Ingeniería inversa Java, C++, Esquemas XML, XML, .NET exe/dll, CORBA IDL.
- Generación de código - Modelo a código, diagrama a código.
- Editor de Detalles de Casos de Uso - Entorno todo-en-uno para la especificación de los detalles de los casos de uso, incluyendo la especificación del modelo general y de las descripciones de los casos de uso.
- Diagramas EJB - Visualización de sistemas EJB.
- Generación de código y despliegue de EJB's - Generación de beans para el desarrollo y despliegue de aplicaciones.
- Diagramas de flujo de datos.
- Soporte ORM - Generación de objetos Java desde la base de datos.
- Generación de bases de datos - Transformación de diagramas de Entidad-Relación en tablas de base de datos.
- Ingeniería inversa de bases de datos - Desde Sistemas Gestores de Bases de Datos (DBMS) existentes a diagramas de Entidad-Relación.
- Generador de informes para generación de documentación.
- Distribución automática de diagramas - Reorganización de las figuras y conectores de los diagramas UML.
- Importación y exportación de ficheros XMI.
- Integración con Visio - Dibujo de diagramas UML con plantillas de MS Visio.
- Editor de figuras.

El uso de una herramienta de modelado es de vital importancia para el desarrollo de los artefactos generados por RUP. Es necesario escoger una herramienta lo más acorde posible a la solución del problema planteado. Visual Paradigm es muy robusta en cuanto a su trabajo con Java, además presenta una serie de vistas como las de procesos y es compatible con UML 2.0. También presenta como una ventaja fundamental que a través de ella se pueden realizar prototipos de interfaz de usuarios que permite tener una visión más a cercada de cómo quedarían las interfaces del sistema.

Luego de realizar una exhaustiva comparación de estas dos herramientas y tomando en cuenta que soporta el ciclo de vida de RUP y las características de nuestra aplicación se llega a la conclusión que la herramienta que está acorde para realizar el modelado de la solución al problema propuesto es Visual Paradigm.

2.9. Frameworks propuestos para la solución del problema

2.9.1. Hibernate

Para realizar la conexión la base de datos se analizó las ventajas del uso de un frameworks. A través de este se tornará más fácil el mapeo a la misma y se sintetizará el trabajo del desarrollador. Para ello se propone de Hibernate.

Hibernate es una capa de persistencia objeto/relacional y un generador de sentencias SQL. Te permite diseñar objetos persistentes que podrán incluir polimorfismo, relaciones, colecciones, y un gran número de tipos de datos. De una manera muy rápida y optimizada podremos generar BBDD en cualquiera de los entornos soportados: Oracle, DB2, MySQL, entre otros. Y lo más importante de todo, es open source, lo que supone, entre otras cosas, que no se tiene que pagar nada por adquirirlo. **(González, 2003)**

Este framework se encarga de los estados por los que pasan los objetos persistidos, lo que permite dar solución a la capa de persistencia de forma transparente. También implementa patrones que hacen mucho más fácil su uso como el DAO, ValueObject, Pojo, entre otros. Para la implementación del producto se propone el uso del DAO y el ValueObject. A continuación se describen una serie de ventajas que representa el uso de Hibernate.

Ventajas (Tecnológico, 2008)

Productividad: Evita mucho del código farragoso de la capa de persistencia, permitiendo centrarse en la lógica de negocio. Permite una estrategia de desarrollo de aplicaciones topdown (empezar con el modelo de entidades) o bottom-up (trabajar con un modelo de datos existente).

- Mantenibilidad: Al tener pocas líneas de código permite que el código sea más comprensible.
- Rendimiento: Existe la tendencia a pensar que una solución “manual” es más eficiente que una “automática”. Hay que tener en cuenta que una solución automática, permite que dediques más tiempo a optimizaciones. Actualizar las columnas que cambian en una sentencia update es más rápido en unas bases de datos, pero más lentas en otras. Todo esta lógica está embebida en el motor ORM. El motor está desarrollado por programadores con altos conocimientos de los SGBD y la conectividad con Java (JDBC y drivers).
- Independencia de vendedor: Una solución ORM te abstrae del SGBD. Permite desarrollar en local con bases de datos ligeras sin implicación en el entorno de producción.

2.9.2. Swing

Para el desarrollo de este producto se propone el uso de otro de los frameworks utilizados por NetBean. Swing brinda una serie de componentes visuales que ayudan en el desarrollo de la interfaz gráfica de la aplicación.

Características (Ordax, 2004)

- Swing es el conjunto de nuevos componentes visuales.
- Para diferenciar los componentes Swing de los AWT, sus nombres están precedidos por una ‘J’.
- Todas las clases Swing se encuentran dentro del paquete javax.swing.
- Swing sigue trabajando con los conceptos de AWT: Contenedores, componentes, layout managers y eventos.

Todo esto se logra ya que existe una clase que implementa las funcionalidades básicas de las clases visuales. Por lo antes expresado es que es necesario el uso de este framework para el desarrollo de la aplicación.

2.10. Conclusiones parciales

Luego de haber analizado toda una serie de requisitos para la correcta construcción del software, se llega a la conclusión de que todo el estudio de las tecnologías y su avance es de gran importancia, ya que

aporta el conocimiento necesario para seleccionar las mejores herramientas en la construcción de un software.

Con el estudio previo que se ha realizado en este capítulo se ha podido llegar a la conclusión que las tecnologías a utilizar para el desarrollo de la solución al problema propuesto queda de la siguiente manera: se utilizará la metodología RUP usando como lenguaje de modelado UML, para el desarrollo de la aplicación se estará haciendo uso de las siguientes herramientas: Visual Paradigm como herramienta para modelar todo el ciclo de vida de desarrollo del software, Java como lenguaje de programación en una aplicación de escritorio desarrollado en NetBean como IDE.

CAPÍTULO III: Características Fundamentales del Sistema

3.1. Introducción

A través de este capítulo se podrá realizar una descripción de los procesos del negocio del producto en relación al campo de acción determinado, en los mismos estarán presentes todo lo que esto involucra, diagramas, reglas y descripciones. También se abordará acerca del sistema en cuestión, definiendo aquí los requerimientos funcionales y no funcionales que debe cumplir la aplicación una vez quede implementada. También en este capítulo se describen los actores, casos de uso y sus relaciones.

3.2. Modelo de negocio.

Un modelo de casos de uso describe los procesos de una empresa en término de casos de uso del y actores del negocio que se corresponden con los procesos y los clientes respectivamente. Al igual que el modelo de casos de uso para un sistema software, el modelo de casos de uso del negocio presenta un sistema desde la perspectiva de su uso, y esquematiza cómo proporciona valor a sus usuarios.

(Rumbaugh, 2000)

El mismo es necesario para el entendimiento del marco en que se está desarrollando la problemática. También se hace necesario ya que resulta la vía de comunicación entre el usuario y el programador.

3.2.1. Procesos de negocio

Un proceso de desarrollo de software es una definición del conjunto completo de actividades necesarias para convertir los requisitos de usuario en un conjunto consistente de artefactos que conforman un producto software, y para convertir los cambios sobre esos requisitos en un nuevo conjunto consistente de artefactos. **(Rumbaugh, 2000)**

Es decir, un proceso define: “quien” está haciendo “que”, “cuando”, y “como” para alcanzar un determinado objetivo; así como también se considera la definición del conjunto de actividades que guían los esfuerzos de las personas implicadas en el proyecto, a modo de plantilla que explica los pasos necesarios para terminar el proyecto.

Los procesos del negocio en cuestión en el Centro de Investigación del Petróleo se realiza de forma manual, por lo que se propone que se realice una serie de mejoras, de manera tal que a través de la construcción de un sistema informático se logre agilizar todo el proceso de diagnóstico de daños y análisis

de la producción. Por tal motivo se han determinado para el desarrollo del negocio en el campo de acción escogido son los siguientes procesos:

Proceso	Descripción
1. Realizar el diagnóstico de daños.	Proceso en el cual se realizarán las actividades vinculadas con el diagnóstico de daños como respuesta a la solicitud realizada por el Jefe del Departamento de Ingeniería y Yacimiento de realizar un estudio de daños a la formación. Para esto se utilizan métodos matemáticos y herramientas capaces de mostrar los daños y sus posibles causas en las áreas indicadas.
2. Realizar análisis de productividad.	Proceso en el cual se realizarán todas las actividades vinculadas con el análisis de producción en los pozos como respuesta a una solicitud realizada por el jefe de Departamento de Ingeniería y Yacimiento de realizar un estudio de daños a la formación, Para esto se utilizan métodos matemáticos capaces de mostrar gráficas de productividad de los pozos.

Tabla 1 Procesos del negocio

3.2.2. Actores del negocio

Es uno de los principales artefactos que se generan dentro del modelo de negocio para su correcto desarrollo; son terceras personas que interactúan con el negocio, manteniéndose fuera de las fronteras del mismo, beneficiándose de sus resultados.

Actores del negocio	Descripción
Jefe de Departamento de Ingeniería y Yacimiento de las Empresas de Perforación y Extracción de petróleo.	Es la persona que hace la solicitud de estudio de daños a la formación y análisis de productividad para una zona en particular, al área de Unidad Científico técnica de Producción (UCTP), en específico al Jefe del Grupo de Evaluación y Desarrollo de Tecnologías en el CEINPET, es quien envía toda la documentación solicitada referente a los pozos que componen la zona donde se realizará el estudio.

Tabla 2 Actores del Negocio

3.2.3. Trabajadores del negocio.

Es considerado el artefacto que se genera en los procesos de negocio; los mismos se determinan a partir del reconocimiento de los actores del negocio. Estas personas van a permanecer dentro de las fronteras del negocio, haciendo constante interacción con el mismo, además de este rol, más tarde pudieran pasar a ser actores del sistema.

Trabajadores del negocio	Descripción
Jefe del Grupo de Evaluación y Desarrollo de Tecnologías	Es la Persona a la que se le realiza la solicitud por parte del Jefe de Departamento de Ingeniería y Yacimiento de las Empresas de perforación de petróleo, a través de cualquier medio de comunicación, además de ser la persona encargada de solicitar la información de los pozos a los cuales se les realizará el estudio, al mismo tiempo que realizará una búsqueda en los archivos técnicos de la empresa relacionados con el caso de estudio.

Especialista en Daños	Su labor consiste en analizar los archivos técnicos de la empresa junto al Jefe del Grupo de Evaluación y Desarrollo de Tecnologías después de recibir toda la información solicitada por el mismo al cliente en busca de toda la información necesaria, verificar que no existan errores en los reportes almacenados, desarrollar los procesos de análisis de producción y diagnóstico de daños.
-----------------------	---

Tabla 3 Trabajadores del negocio

3.2.4. Entidades del negocio

Se le identifica como un contenedor de información, es decir cualquier artefacto físico que se utilice en el proceso de negocio y que en algún momento sea necesario realizar cualquier acción de gestión sobre esta.

Durante la realización del presente proceso de negocio se han ido determinando una serie de entidades que se generan en el antes mencionado, las mismas se pueden ver a continuación:

- **Reportes de Jones:** Documento que se generan por parte de los Especialistas en Daños a partir de realizar el diagnóstico de daños mediante el método matemático de Jones; el mismo debe contener todos los parámetros que se utilizan para realizar el cálculo matemático, así como la representación gráfica del método.
- **Reporte del Sistema Experto:** Documento que se generan por parte de los Especialistas en Daños a partir de realizar el diagnóstico de daños mediante el uso de un sistema experto que generará preguntas que serán respondidas por el especialista; el mismo debe contener la respuesta que dará el sistema y la línea que se sigue para llegar a la misma.
- **Reporte de Productividad:** Documentos que se generan por parte de los Especialistas en Daños a partir de realizar el análisis de productividad mediante el método matemático de Darcy, Vogel o Weller; el mismo debe contener todos los parámetros que se utilizan para realizar el cálculo matemático, así como la representación gráfica del método utilizado.
- **Informe técnico:** Documento que se confecciona al final por parte de los Especialistas en Daños a partir de realizar tanto el análisis de productividad como el diagnóstico de daños; el mismo contiene

todos los datos recolectados en los reportes generados, así como la propuesta del tratamiento a realizar.

- **Archivo Técnico:** Artefacto con que cuenta la empresa para archivar toda la información correspondiente a los pozos que se le han realizado tanto un estudio de daños como un análisis de la productividad, además contiene todos los resultados que estos arrojen, almacenando los reportes generados por los especialistas. La información de este archivo sirve para atender posteriores solicitudes.
- **Historial del pozo:** Entidad que recoge toda la información necesaria para los Especialistas en Daños del Centro de Investigaciones del petróleo, esta entidad es elaborada por el cliente al enviar la información solicitada por los trabajadores del Grupo de Evaluación y Desarrollo de Tecnologías.
- **Registros del pozo:** Entidad que se genera a partir de realizar una interpretación de los datos por parte del Jefe del Grupo de Evaluación y Desarrollo de Tecnologías, dichos datos se encuentran tanto en el archivo técnico como en el informe y el resultado es un documento que se le envía al Especialista en Daños para que realice los procesos críticos del negocio.
- **Información de Usuario:** Entidad que se genera a partir de la petición realizada por el administrador para insertar un nuevo usuario en el sistema. La misma debe guardar todos los datos relacionados con el usuario.

3.2.5. Reglas del negocio

- El Jefe de Departamento de Ingeniería y Yacimiento de las Empresas de Perforación y Extracción de petróleo analiza con el Departamento de Evaluación y Desarrollo de Tecnologías el resultado del estudio de daños y el análisis de productividad.
- El Departamento de Evaluación y Desarrollo de Tecnologías debe almacenar el resultado del estudio de daños y el análisis de productividad en un archivo técnico, el cual debe mostrar todos los parámetros pertenecientes a los yacimientos o al pozo que se realizan dichos procesos.
- Cada uno de los métodos que se utilicen para obtener el resultado esperado para cada uno de los procesos antes mencionados tanto matemáticos, como el sistema experto deben generar un reporte.
- Los datos que se almacenan en los reportes son, en el caso de los métodos matemáticos todos los parámetros que contienen los cálculos de los mismos, así como la representación gráfica de cada

uno según sea el caso y para el sistema experto deben almacenar las respuestas que arroje y la línea que sigue para llegar a la misma.

- Los reportes se deben utilizar para la confección del Informe Técnico y se almacenan en el Archivo Técnico,.
- El sistema debe permitir al Especialista en Daños arribar a soluciones concretas en el menor tiempo posible para estimar el daño presente y su impacto dentro de la producción.

3.2.6. Diagrama de casos de uso del negocio.

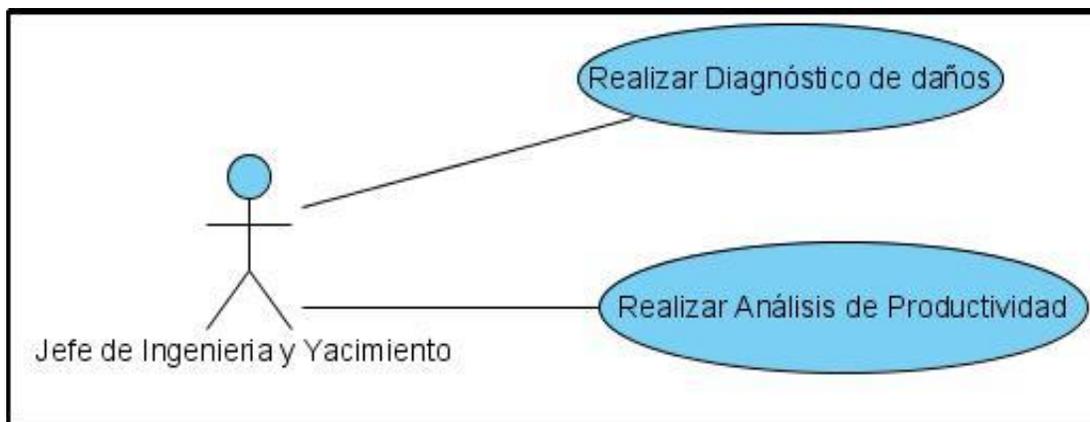


Figura 1 Diagrama de Casos de Uso del negocio

Las descripciones literales de los casos de usos del negocio, así como los diagramas de actividades para cada caso de uso y el modelo de objeto del negocio se encuentran visualizadas en los anexos Especificación de los requisitos del Software.

3.3. Requerimientos funcionales.

Captura de Requerimientos Funcionales: La técnica inmediata para identificar los requisitos del sistema se basa en los casos de uso. **(Rumbaugh, 2000)**

Los requerimientos funcionales son capacidades o condiciones que el sistema debe cumplir. Los mismos se mantienen invariables sin importar con que propiedades o cualidades se relacionen. Por lo antes expresado se llega a la conclusión que el sistema debe cumplir los siguientes requisitos:

El sistema debe:

RF1 Permitir que el administrador pueda adicionar usuarios al sistema para que realicen diferentes actividades en él, el administrador debe insertar los siguientes datos: identificador, nombre de usuario, contraseña, nombre, apellidos, CI y rol que desempeñará.

RF2 Permitir que el administrador pueda modificar los datos de los usuarios insertados en el sistema en un determinado momento a través de un identificador que se generará de manera automática. (Nombre de usuario, contraseña, nombre, apellidos, CI y rol que desempeñará) a partir del identificador que le sea asignado.

RF3 Permitir que el administrador pueda eliminar los usuarios insertados en el sistema en un determinado momento dado el identificador que le sea asignado.

RF4 Permitir que tanto el administrador como todos los especialistas que van a interactuar con el sistema se autentifiquen introduciendo un nombre de usuario y una contraseña.

RF5 Permitir que el tanto el administrador como los especialistas en daños adicionen preguntas que evaluarán el posible daño que presente un determinado pozo.

RF6 Permitir que las preguntas adicionadas en el sistema puedan ser modificadas en algún momento solo por el administrador.

RF7 Permitir que en un determinado momento cualquiera de estas preguntas puedan ser eliminadas del sistema por el administrador.

RF8 Permitir que tanto el administrador como los especialistas en daños adicionen al sistema los datos que se requiere tener acerca de un pozo de petróleo determinado.(Nombre del Pozo, Tipo de camisa, Diámetro exterior de la camisa (mm), Diámetro interior de la camisa (mm), Profundidad bajada (m), Intervalo productivo (m), Longitud (m), Formación, Tipo de colector, Porosidad Efectiva (%), Permeabilidad (K) (mD), Radio del pozo (m), Temperatura del reservorio ($^{\circ}$ C), Presión de capa (atm), Presión de capa extrapolada (atm), Presiones de fondo (atm), Presión de burbujas o saturación (atm) (datos de PVT), Depresión de trabajo (Δ P) (atm), Permeabilidad Horizontal, (Kh) (mD), Permeabilidad vertical, (Kv) (mD), K/μ (mD/cp), Conductividad (Kh) (mD/m), Radio de drenaje (m), Factor de daño (S), Densidad del petróleo (g/cm³), Viscosidad del petróleo, (μ) (cp), Factor volumétrico del petróleo (B_0), Densidad del agua (g/cm³), % agua -sedimentos (BSW) (%), Relación gas petróleo (m³/m³)).

RF9 Permitir que los datos antes introducidos del pozo en el sistema puedan ser modificados en algún momento por el administrador. (Datos a modificar: Tipo de camisa, Diámetro exterior de la camisa (mm), Diámetro interior de la camisa (mm), Profundidad bajada (m), Intervalo productivo (m), Longitud (m), Formación, Tipo de colector, Porosidad Efectiva (%), Permeabilidad (K) (mD), Radio del pozo (m), Temperatura del reservorio ($^{\circ}\text{C}$), Presión de capa (atm), Presión de capa extrapolada (atm), Presiones de fondo (atm), Presión de burbujas o saturación (atm) (datos de PVT), Depresión de trabajo (ΔP) (atm), Permeabilidad Horizontal, (K_h) (mD), Permeabilidad vertical, (K_v) (mD), K/μ (mD/cp), Conductividad (K_h) (mD/m), Radio de drenaje (m), Factor de daño (S), Densidad del petróleo (g/cm 3), Viscosidad del petróleo, (μ) (cp), Factor volumétrico del petróleo (B_0), Densidad del agua (g/cm 3), % agua -sedimentos (BSW) (%), Relación gas petróleo (m 3 /m 3)) a partir del identificador del pozo.

RF10 Permitir que en un determinado momento cualquiera de los pozos insertados puedan ser eliminados del sistema por el administrador.

RF11 Permitir que el especialista por cada método utilizado para realizar tanto el diagnóstico de daños como el análisis de productividad como son: Método de Jones, Sistema Experto por la parte del diagnóstico de daños y los métodos de Darcy, Vogel y Weller por la parte del análisis, genere un reporte que contenga el resultado que arroje el método, así como la representación gráfica y en el caso de sistema experto la línea que se siguió para llegar al resultado.

RF12 Permitir que cada uno de los reportes generados por cada método utilizado para realizar los procesos de diagnóstico y análisis de la producción sean almacenados tanto por los especialistas como por el administrador del sistema, dichos reportes son los siguientes: **Reporte de Jones, Reporte del Sistema Experto, Reporte de Darcy, Reporte de Vogel y Reporte de Weller.**

RF13 Permitir que tanto el administrador del sistema como los especialistas en daños al interactuar con el sistema puedan consultar cada uno de los reportes almacenados en la base de datos, dichos reportes son los siguientes: **Reporte de Jones, Reporte del Sistema Experto, Reporte de Darcy, Reporte de Vogel y Reporte de Weller..**

RF14 Permitir que tanto el administrador del sistema como los especialistas en daños al interactuar con el sistema puedan imprimir los reportes que estén almacenados en la base de datos para almacenarlos en un archivo técnico.

RF15 Permitir que el sistema realice un diagnóstico de daños a la formación utilizando los parámetros insertados en el **RF8** mediante el método matemático de Jones

RF16 Permitir que el usuario interactúe con un sistema experto a través de las preguntas almacenadas en el sistema, de manera que el usuario pueda dar respuesta a las preguntas que el sistema le va mostrando interactivamente, lo cual le permite al sistema arribar a una conclusión sobre la situación existente.

RF17 Permitir que se construyan gráficas lineales pertenecientes al modelo de Jones para facilitar el arribo a conclusiones más seguras del diagnóstico.

RF18 Permitir que el sistema realice un análisis de la producción utilizando los parámetros insertados en el **RF8** mediante el método matemático de Darcy

RF19 Permitir que el sistema realice un análisis de la producción utilizando los parámetros insertados en el **RF8** mediante el método matemático de Vogel.

RF20 Permitir que el sistema realice un análisis de la producción utilizando los parámetros insertados en el **RF8** mediante el método matemático de Weller

RF21 Permitir que se construyan gráficas lineales pertenecientes al modelo de Darcy para facilitar el arribo a conclusiones más seguras del análisis.

RF22 Permitir que se construyan gráficas lineales pertenecientes al modelo de Vogel para facilitar el arribo a conclusiones más seguras del análisis.

RF23 Permitir que se construyan gráficas lineales pertenecientes al modelo de Combinado para facilitar el arribo a conclusiones más seguras del análisis.

Después de haber identificado los requerimientos funcionales, los mismos puede ser agrupados por casos de uso, de manera que cada caso de uso va a tener agrupado uno o más requisitos. De esta forma sabremos como el actor va a interactuar con el sistema, de manera que los casos de usos en el sistema se van a comportar como pequeños fragmentos de funcionalidades del sistema.

REQUISITOS POR CASOS DE USO

<p>CUS-1 Gestionar Usuario.</p> <p>RF1 Permitir que el administrador pueda adicionar usuarios al sistema para que realicen diferentes actividades en él, el administrador debe insertar los siguientes datos: identificador, nombre de usuario, contraseña, nombre, apellidos, CI y rol que desempeñará.</p> <p>RF2 Permitir que el administrador pueda modificar los datos de los usuarios insertados en el sistema en un determinado momento a través de un identificador que se generará de manera automática. (Nombre de usuario, contraseña, nombre, apellidos, CI y rol que desempeñará) a partir del identificador que le sea asignado.</p> <p>RF3 Permitir que el administrador pueda eliminar los usuarios insertados en el sistema en un determinado momento dado el identificador que le sea asignado.</p>	<p>CUS-2 Autenticar Usuario.</p> <p>RF4 Permitir que tanto el administrador como todos los especialistas que van a interactuar con el sistema se autentifiquen introduciendo un nombre de usuario y una contraseña.</p>
<p>CUS-3 Adicionar Preguntas.</p> <p>RF5 Permitir que tanto el administrador como los especialistas en daños adicionen preguntas que evaluarán el posible daño que presente un determinado pozo.</p>	<p>CUS-4 Cambiar Preguntas.</p> <p>RF6 Permitir que las preguntas adicionadas en el sistema puedan ser modificadas en algún momento solo por el administrador.</p> <p>RF7 Permitir que en un determinado momento cualquiera de estas preguntas puedan ser eliminadas del sistema por el administrador.</p>
<p>CUS-5 Adicionar Información del pozo.</p> <p>RF8 Permitir que tanto el administrador como los especialistas en daños adicionen al sistema los</p>	<p>CUS-6 Cambiar Información del pozo.</p> <p>RF9 Permitir que los datos antes introducidos del pozo en el sistema puedan ser modificados en</p>

<p>datos que se requiere tener acerca de un pozo de petróleo determinado.(Nombre del Pozo, Tipo de camisa, Diámetro exterior de la camisa (mm), Diámetro interior de la camisa (mm), Profundidad bajada (m), Intervalo productivo (m), Longitud (m), Formación, Tipo de colector, Porosidad Efectiva (%),Permeabilidad (K) (mD), Radio del pozo (m), Temperatura del reservorio (°C), Presión de capa (atm), Presión de capa extrapolada (atm), Presiones de fondo (atm), Presión de burbujas o saturación (atm) (datos de PVT), Depresión de trabajo (ΔP) (atm), Permeabilidad Horizontal, (Kh) (mD), Permeabilidad vertical, (Kv) (mD), K/μ (mD/cp), Conductividad (Kh) (mD/m), Radio de drenaje (m), Factor de daño (S), Densidad del petróleo (g/cm³), Viscosidad del petróleo, (μ) (cp), Factor volumétrico del petróleo (B_0), Densidad del agua (g/cm³), % agua -sedimentos (BSW) (%),Relación gas petróleo (m³/m³)).</p>	<p>algún momento por el administrador. (Datos a modificar: Tipo de camisa, Diámetro exterior de la camisa (mm), Diámetro interior de la camisa (mm), Profundidad bajada (m), Intervalo productivo (m), Longitud (m), Formación, Tipo de colector, Porosidad Efectiva (%),Permeabilidad (K) (mD), Radio del pozo (m), Temperatura del reservorio (°C), Presión de capa (atm), Presión de capa extrapolada (atm), Presiones de fondo (atm), Presión de burbujas o saturación (atm) (datos de PVT), Depresión de trabajo (ΔP) (atm), Permeabilidad Horizontal, (Kh) (mD), Permeabilidad vertical, (Kv) (mD), K/μ (mD/cp), Conductividad (Kh) (mD/m), Radio de drenaje (m), Factor de daño (S), Densidad del petróleo (g/cm³), Viscosidad del petróleo, (μ) (cp), Factor volumétrico del petróleo (B_0), Densidad del agua (g/cm³), % agua -sedimentos (BSW) (%),Relación gas petróleo (m³/m³)) a partir del identificador del pozo.</p> <p>RF10 Permitir que en un determinado momento cualquiera de los pozos insertados puedan ser eliminados del sistema por el administrador.</p>
<p>CUS-7 Generar Reportes</p> <p>RF11 Permitir que el especialista por cada método utilizado para realizar tanto el diagnóstico de daños como el análisis de productividad como son: Método de Jones, Sistema Experto por la parte del</p>	<p>CUS-8 Revisar Reportes</p> <p>RF12 Permitir que cada uno de los reportes generados por cada método utilizado para realizar los procesos de diagnóstico y análisis de la producción sean almacenados tanto por los especialistas como por el administrador del</p>

<p>diagnóstico de daños y los métodos de Darcy, Vogel y Weller por la parte del análisis, genere un reporte que contenga el resultado que arroje el método, así como la representación gráfica y en el caso de sistema experto la línea que se siguió para llegar al resultado.</p>	<p>sistema, dichos reportes son los siguientes: Reporte de Jones, Reporte del Sistema Experto, Reporte de Darcy, Reporte de Vogel y Reporte de Weller.</p> <p>RF13 Permitir que tanto el administrador del sistema como los especialistas en daños al interactuar con el sistema puedan consultar cada uno de los reportes almacenados en la base de datos, dichos reportes son los siguientes: Reporte de Jones, Reporte del Sistema Experto, Reporte de Darcy, Reporte de Vogel y Reporte de Weller..</p> <p>RF15 Permitir que tanto el administrador del sistema como los especialistas en daños al interactuar con el sistema puedan imprimir los reportes que estén almacenados en la base de datos para almacenarlos en un archivo técnico.</p>
---	---

<p>CUS-9 Diagnosticar Daño a la formación.</p> <p>RF15 Permitir que el sistema realice un diagnóstico de daños a la formación utilizando los parámetros insertados en el RF8 mediante el método matemático de Jones</p> <p>RF16 Permitir que el usuario interactúe con un sistema experto a través de las preguntas almacenadas en el sistema, de manera que el usuario pueda dar respuesta a las preguntas que el sistema le va mostrando interactivamente, lo cual le permite al sistema arribar a una conclusión sobre la situación existente.</p>	<p>CUS-10 Analizar Productividad en los pozos.</p> <p>RF18 Permitir que el sistema realice un análisis de la producción utilizando los parámetros insertados en el RF8 mediante el método matemático de Darcy</p> <p>RF19 Permitir que el sistema realice un análisis de la producción utilizando los parámetros insertados en el RF8 mediante el método matemático de Vogel.</p> <p>RF20 Permitir que el sistema realice un análisis de la producción utilizando los parámetros insertados en el RF8 mediante el método matemático de Weller</p>
<p>CUS-11 Graficar Modelos</p> <p>RF17 Permitir que se construyan gráficas lineales pertenecientes al modelo de Jones para facilitar el arribo a conclusiones más seguras del diagnóstico.</p> <p>RF21 Permitir que se construyan gráficas lineales pertenecientes al modelo de Darcy para facilitar el arribo a conclusiones más seguras del análisis.</p> <p>RF22 Permitir que se construyan gráficas lineales pertenecientes al modelo de Vogel para facilitar el arribo a conclusiones más seguras del análisis.</p> <p>RF23 Permitir que se construyan gráficas lineales pertenecientes al modelo de Combinado para facilitar el arribo a conclusiones más seguras del</p>	

análisis.	
-----------	--

Tabla 4 Casos de Uso por requerimientos

3.4. Requerimientos No Funcionales

Captura de Requerimientos No Funcionales: Los requisitos no funcionales especifican propiedades del sistema, como restricciones del entorno o de la implementación, rendimiento, dependencias de la plataforma, facilidad de mantenimiento, extensibilidad y fiabilidad. **(Ivar Jacobson, 2000)**

Estos requerimientos son propiedades o cualidades que el producto debe tener. Por esta razón debe pensarse en estas propiedades como las características que hacen al producto atractivo, usable, rápido o confiable.

Tomando en cuenta esta descripción y basándonos en las categorías en las que se encuentran divididas, entonces quedarían definidos de esta manera:

RNF1 Software

Software del Sistema

- En la PC del cliente debe estar instalado el Sistema Gestor de Base de Datos PostgreSQL.
- Debido a que la aplicación que se realizará es de escritorio, entonces es necesario que se disponga por parte de las PC de los clientes la instalación de la máquina virtual de Java.

RNF2 Rendimiento

- El sistema debe permitir dar una respuesta rápida ante cualquier acción o petición hecha por el usuario, desde una información del pozo hasta un proceso que se realice directamente sobre este

RNF3 Apariencia o interfaz externa

- Debe mostrar una interfaz gráfica agradable al usuario, así como un diseño sencillo para que el usuario realice cualquier tipo de interacción con el sistema de manera fácil.
- Que el sistema sea capaz de mostrar mensajes con la información que al usuario le sean necesarias, los mensajes pueden ser de error, ayuda, alerta.

RNF4 Seguridad

- La transmisión de los datos debe ser de una manera segura, por lo que se le dará acceso a la información al personal autorizado de acuerdo al área de información que este pueda acceder.

RNF5 Usabilidad

- El sistema debe ser de uso fácil para cualquier persona, tanto personas con conocimientos mínimos en el manejo de la computación, como personas con una vasta experiencia en este tipo de ambiente.

RNF6 Portabilidad

- El sistema debe ser multiplataforma, debe correr tanto en la plataforma Windows como en Linux en caso de que exista una emigración por parte de la empresa a Software Libre.

3.5. Descripción del sistema.

El sistema representa una serie de acciones consecutivas que se realizan entre los actores y el propio sistema como un flujo de respuestas a eventos que el actor inicializa sobre este. El sistema propuesto es una aplicación de escritorio para hacer más fácil el manejo de la información del pozo, así como los procesos que se realizan sobre este. Para la descripción extendida de los casos de uso del sistema **Ver Anexo 2**

3.5.1. Descripción de los actores del sistema

Actores	Descripción
Especialista en Daños	Actor encargado verificar la información gestionada, así como realizar los procesos de diagnóstico de daños y análisis de la productividad y durante los mismos deberá elaborar reportes que debe almacenar luego en la base de datos.
Administrador del sistema	Actor encargado de todo el proceso de gestión de información de los pozos, es el único actor autorizado a realizar los cambios y actualizaciones necesarias en la Base de datos del Sistema

Tabla 5 Actores del sistema

3.5.2. Descripción resumida de los casos de uso del sistema

Caso de Uso: "Gestionar Usuario"(CUS-1)
Actores: Administrador.
Descripción: El caso de uso se inicia cuando el administrador accede a la interfaz perteneciente a la gestión de los usuarios y el sistema le muestra las opciones que se brindan en la misma. El administrador puede marcar cualquiera de las opciones ya sea insertar un usuario, modificar sus datos o eliminar un usuario en un determinado momento. En el caso de eliminar o modificar el usuario debe estar previamente insertado en el sistema, el caso de uso finaliza cuando el administrador logra realizar cualquiera de estas acciones.
Referencia: RF1, R2, RF3.

Tabla 6 Descripción del CUS "Gestionar Usuario".

Caso de Uso: "Autenticar Usuario"(CUS-2)
Actores: Especialista en Daños, Administrador.
Descripción: El caso de uso se inicia cuando un actor del sistema quiera acceder a la aplicación para realizar cualquier acción sobre alguno de los servicios que esta brinda. Dicho actor introduce un nombre de usuario y una contraseña que van a ser reconocidos por el sistema y acto seguido sería aceptado por el mismo. El caso de uso va a terminar cuando el actor logre acceder a la aplicación.
Referencia: RF4.

Tabla 7 Descripción del CUS "Autenticar Usuario".

Caso de Uso: "Adicionar Preguntas"(CUS-3)
Actores: Administrador, Especialista en Daños.
Descripción: El caso de uso se inicia cuando cualquiera de los usuarios acceden a la interfaz correspondiente a las preguntas y el sistema le muestra las opciones que se brindan en la misma. Ya sea el especialista o el administrador el que esté realizando esta operación, marcan la opción de

insertar cualquier pregunta al sistema. El caso de uso finaliza cuando el usuario realice la acción de insertar la pregunta.

Referencia: RF5.

Tabla 8 Descripción del CUS “Adicionar Preguntas”.

Caso de Uso: “Cambiar Preguntas”(CUS-4)
Actores: Administrador.
Descripción: El caso de uso se inicia cuando el administrador accede a la interface correspondiente a las preguntas y marca las opciones tanto de eliminar como de modificar alguna de estas. El sistema le muestra un listado de las preguntas con toda la información de las mismas, dándole la opción de modificar o eliminar cualquier pregunta que este desee. El caso de uso finaliza cuando el administrador logre modificar o eliminar las preguntas insertadas anteriormente en el sistema.
Referencia: RF6, RF7.

Tabla 9 Descripción del CUS “Cambiar Preguntas”.

Caso de Uso: “Adicionar Información del Pozo”(CUS-5)
Actores: Administrador, Especialista en Daños.
Descripción: El caso de uso se inicia cuando cualquiera de los usuarios acceden a la interfaz correspondiente a los pozos y el sistema le muestra las opciones que se brindan en la misma. Ya sea el especialista o el administrador el que esté realizando esta operación, marca la opción de insertar un pozo. El caso de uso finaliza cuando el usuario logre insertar la información perteneciente del pozo.
Referencia: RF8.

Tabla 10 Descripción del CUS “Adicionar Información del Pozo”.

Caso de Uso: “Cambiar Información del Pozo”(CUS-6)
Actores: Administrador.
Descripción: El caso de uso se inicia cuando el administrador accede a la interfaz correspondiente a

los pozos y marca las opciones tanto de eliminar como de modificar alguno de sus datos. El sistema le muestra toda la información del pozo seleccionado, dándole la opción de modificar cualquier cosa que este desee o eliminar cualquier pozo insertado en el sistema. El caso de uso finaliza cuando el usuario pueda realizar las opciones de modificar o eliminar.

Referencia: RF9, RF10.

Tabla 11 Descripción del CUS “Cambiar Información del Pozo”.

Caso de Uso: “Generar Reportes”(CUS-7)

Actores:

Especialista en Daños.

Descripción: El caso de uso comienza cuando el especialista en daños luego de haber realizado cualquiera de los métodos pertenecientes tanto al diagnóstico de daños como al análisis de productividad, necesite generar una serie de reportes, de manera que por cada uno de los métodos se genere un reporte. El caso de uso concluye cuando se le de cumplimiento a dicha acción..

Referencia: RF11.

Tabla 12 Descripción del CUS “Generar Reportes”.

Caso de Uso: “Revisar Reportes”(CUS-8)

Actores:

Especialista en Daños, Administrador.

Descripción: El caso de uso comienza cuando el administrador o el especialista en daños necesiten realizar cualquier acción sobre los reportes, acceden a la interfaz correspondiente al diagnóstico o al análisis según el reporte que se desee analizar. Una vez dentro de la interfaz el sistema muestra todas las opciones que esta brinda y el usuario escoge cualquiera de las opciones que muestra la sección de los reportes ya sea consultarlo, imprimirlo o almacenarlo. El caso de uso concluye cuando se le de cumplimiento a cada una de estas acciones.

Referencia: RF12, RF13, RF14.

Tabla 13 Descripción del CUS “Revisar Reportes”.

Caso de Uso: "Diagnosticar Daños a la Formación"(CUS-9)
Actores: Especialista en Daños, Administrador.
Descripción: El caso de uso comienza una vez que cualquiera de los especialistas o el administrador del sistema tenga reunida toda la información necesaria para realizar el diagnóstico de manera que acceda a la interfaz principal y seleccione la opción de Diagnosticar Daños, el sistema le mostrará todas las opciones referentes a este tema, el usuario escoge en que sección trabajará primero y en cual después, en caso de que sea la sección del método matemático de Jones, el sistema mostrará las opciones para realizar los cálculos pertinentes para dar cumplimiento a este proceso, en el caso que se escoja la sección del sistema experto se deben contestar las preguntas referentes al sistema experto. El caso de uso finaliza cuando se hayan realizado ambas secciones con éxito y se hayan generado los reportes pertinentes con los resultados finales.
Referencia: RF15, RF16.

Tabla 14 Descripción del CUS "Diagnosticar Daños a la Formación".

Caso de Uso: "Analizar Productividad en los pozos"(CUS-10)
Actores: Especialista en Daños, Administrador.
Descripción: El caso de uso comienza una vez que cualquiera de los especialistas o el administrador del sistema tenga reunida toda la información necesaria para realizar el análisis de la productividad de manera que acceda a la interfaz principal y seleccione la opción de Analizar Productividad, el sistema le mostrará todas las opciones referentes a este tema, el usuario escoge cual de los métodos matemáticos utilizará para realizar el análisis, ya sea Darcy, Vogel y el método Combinado, el sistema mostrará las opciones para realizar los cálculos pertinentes para dar cumplimiento al método escogido, El caso de uso finaliza cuando se hayan realizado los cálculos pertinentes según el método que se haya utilizado y se generen los reporte pertinentes con los resultados finales.
Referencia: RF18, RF19, RF20.

Tabla 15 Descripción del CUS "Analizar Productividad en los pozos".

Caso de Uso: "Graficar Modelos "(CUS-11)
Actores: Especialista en Daños, Administrador.
Descripción: El caso de uso comienza una vez que cualquiera de los especialistas en daños o el administrador del sistema hayan realizado todos los cálculos matemáticos referentes tanto al diagnóstico de daños como al análisis de productividad de los pozos. El mismo accede a la interfaz principal y selecciona la opción de Diagnosticar Daños o Analizar Productividad según sea el caso, el sistema le mostrará todas las opciones referentes a este tema y el usuario escogerá la opción de graficar el modelo y luego según sea el método que haya utilizado escoge el modelo matemático que utilizará. El caso de uso finaliza cuando se haya graficado el resultado y se haya insertado el resultado general en los reportes que se generan por cada método utilizado.
Referencia: RF17, RF21, RF22, RF23.

Tabla 16 Descripción del CUS "Graficar Modelos".

3.6. Diagrama de casos de uso del sistema.

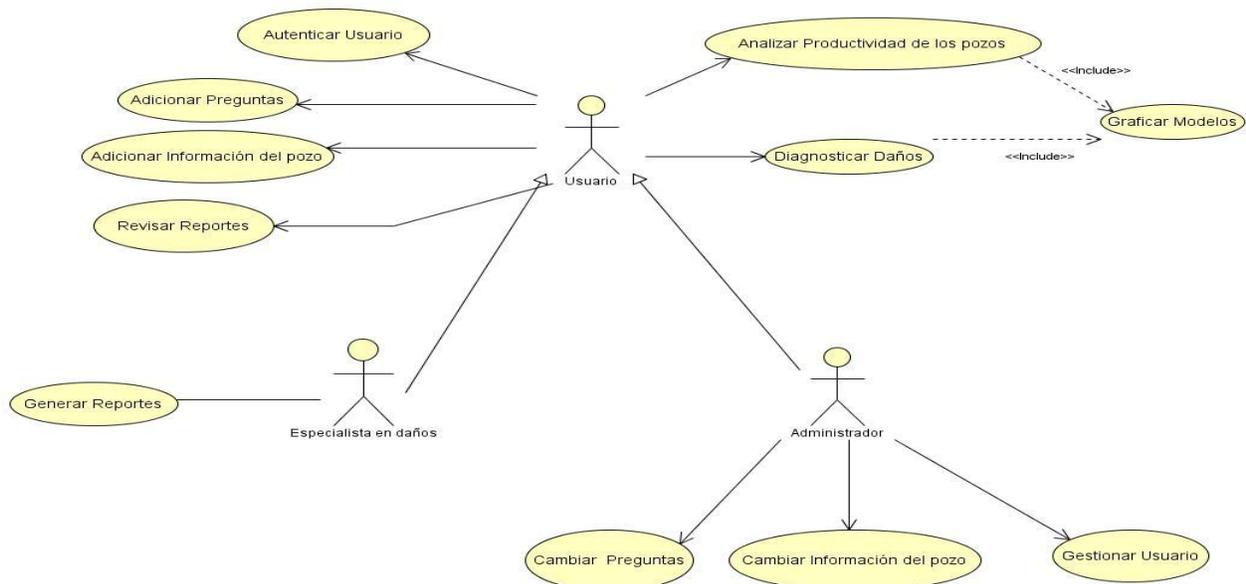


Figura 2 Diagrama de Casos de Uso del sistema

3.7. Descripción de la arquitectura del sistema

Para poder tener una arquitectura robusta se hace uso de patrones arquitectónicos que describen componente y las relaciones entre ellos. Existen muchos patrones de arquitecturas pero para la construcción de nuestro sistema se ha decidido realizar un estudio de los patrones de arquitectura que más se ajustan a la solución del problema

3.7.1. Patrón de Arquitectura propuesto para la solución del problema.

Un estilo arquitectónico o variante arquitectónica define a una familia de sistemas informáticos en términos de su organización estructural. Un estilo arquitectónico describe componentes y las relaciones entre ellos con las restricciones de su aplicación, la composición asociada y el diseño para su construcción.

Existen muchos patrones de arquitectura, pero aquí sólo trataremos brevemente dos de los más utilizados.

Modelo – Vista – Controlador (MVC)

MVC es un patrón de diseño que considera dividir una aplicación en tres módulos claramente identificables y con funcionalidad bien definida: El Modelo, las Vistas y el Controlador. **(Pantoja, 2004)**

A través de una breve descripción se podrá conocer las funciones realizadas por cada una de las tres capas que conforman dicho modelo:

Modelo

El modelo es un conjunto de clases que representan la información del mundo real que el sistema debe procesar sin tomar en cuenta ni la forma en la que esa información va a ser mostrada ni los mecanismos que hacen que esos datos estén dentro del modelo, es decir, sin tener relación con ninguna otra entidad dentro de la aplicación.

Vista

Las vistas son el conjunto de clases que se encargan de mostrar al usuario la información contenida en el modelo. Una vista obtiene del modelo solamente la información que necesita para desplegar y se actualiza cada vez que el modelo del dominio cambia por medio de notificaciones generadas por el modelo de la aplicación.

Controlador

El controlador es un objeto que se encarga de dirigir el flujo del control de la aplicación debido a mensajes externos, como datos introducidos por el usuario u opciones del menú seleccionadas por él. A partir de estos mensajes, el controlador se encarga de modificar el modelo o de abrir y cerrar vistas. El controlador tiene acceso al modelo y a las vistas, pero las vistas y el modelo no conocen de la existencia del controlador.

Tres Capas

La arquitectura de una aplicación es la vista conceptual de la estructura de esta. Toda aplicación contiene código de presentación, código de procesamiento de datos y código de almacenamiento de datos. La arquitectura de las aplicaciones difiere según como está distribuido este código. **(Cornejo, 2001)**

Este estilo se encuentra dentro de la arquitectura en capas, en este caso está distribuida en tres capas como se muestra a continuación:

Capa de Presentación

Esta capa se encarga de obtener las peticiones de los usuarios, comunicárselas a la capa de Lógica de Negocio y presentar los datos al usuario. Para realizar estas tareas se apoya en una serie de componentes visuales como son: formularios, botones, listas desplegadas, entre otros. Para esto la capa de presentación genera las vistas para que el usuario actúe sobre ellas y recoge los datos introducidos por el mismo y se lo comunica a la capa de Lógica de Negocio mediante el uso de las funciones.

Capa de Lógica de Negocio

Esta gestiona y realiza operaciones solicitadas por el usuario, además de realizar todas las operaciones consecuentes. Esta capa maneja los datos, comprueba su autenticidad y los modifica de ser necesario, pero no se preocupa de su presentación ni de su almacenaje.

Capa de Acceso a Datos

Esta se encarga de toda la parte de almacenamiento de los datos y de proveerlo a la capa de Lógica de Negocio cuando esta lo necesite, además del mantenimiento y la integridad de los datos, gestionados por el sistema gestor de base de datos, de esta manera la capa de Lógica de Negocios asume que la integridad de los datos son mantenidos por la capa de Acceso a datos y por lo tanto no debe preocuparse por comprobar la autenticidad de los mismos.

Ventajas (Reynoso, 2004)

El estilo soporta un diseño basado en niveles de abstracción crecientes, lo cual a su vez permite a los implementadores la partición de un problema complejo en una secuencia de pasos incrementales.

El estilo admite muy naturalmente optimizaciones y refinamientos.

Proporciona amplia reutilización. Al igual que los tipos de datos abstractos, se pueden utilizar diferentes implementaciones o versiones de una misma capa en la medida que soporten las mismas interfaces de cara a las capas adyacentes. Esto conduce a la posibilidad de definir interfaces de capa estándar, a partir de las cuales se pueden construir extensiones o prestaciones específicas.

Desventajas (Reynoso, 2004)

- ❖ Muchos problemas no admiten un buen mapeo en una estructura jerárquica.
- ❖ A veces es también extremadamente difícil encontrar el nivel de abstracción correcto.

A través del estudio de los estilos arquitectónicos se puede organizar mejor el diseño del sistema. Existen varios de ellos aunque se han analizado los más utilizados en el mundo de la informática. Par realizar la elección se analizaron las características de la aplicación y los requerimientos que esta debe cumplir. Debido a que en nuestro producto el usuario va a interactuar con el mismo a través de interfaces no es conveniente el uso del Modelo-Vista-Controlador, además de tomar en cuenta que es una aplicación de escritorio.

El patrón de arquitectura antes mencionado se utiliza mayormente en aplicaciones web. Este, a pesar de ser arquitectónicamente semejante al Tres Capas, se diferencia en cuanto a su funcionamiento. Las Peticiones hechas por el usuario a través de este patrón son directamente hacia el controlador, no relacionándose nunca ni con las vistas ni el modelo, ya que funcionalmente solo el controlador tiene acceso a estas capas. Es por este motivo fundamentalmente que se propone el uso del estilo en Tres Capas para el desarrollo del diseño.

3.8. Conclusiones parciales

A través de este capítulo se pudieron emplear algunas de las técnicas de requisitos las cuales permitieron determinar las funcionalidades principales del sistema a construir, de estas funcionalidades especificadas se obtuvieron once casos de uso, los cuales van a permitir la construcción de un sistema que permita realizar el diagnóstico de daños a la formación en pozos petroleros y el análisis de la productividad en los mismos en el Centro de investigaciones del Petróleo (CEINPET). Además se realizó un estudio para

determinar el modelo arquitectónico más apropiado para el desarrollo del sistema en un futuro, basándose fundamentalmente en el tipo de lenguaje propuesto para desarrollar la implementación.

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SISTEMA

4.1. Introducción

En el presente capítulo estará contenido todo lo referente al análisis y diseño del sistema, el cual se realiza como una parte de la propuesta de solución. Para dar cumplimiento a esta propuesta se estará desarrollándose los diagramas de clases y de interacción del análisis y del diseño. Conjuntamente con esto se exponen los patrones de diseño empleados en la solución y se presentará además el diagrama de clases persistentes y el modelo de datos como parte del Modelamiento de la Base de Datos.

4.2. Análisis

Durante el análisis se analizan los requisitos que se obtuvieron en la captura de requisitos, refinándolos y estructurándolos. El objetivo de hacerlo es conseguir una comprensión más precisa de los requisitos y una descripción de los mismos que sea fácil de mantener y que nos ayude a estructurar el sistema entero-incluyendo su arquitectura. **(Rumbaugh, 2000)**

A través del análisis se puede realizar un razonamiento más profundo acerca de los aspectos significativos del sistema. En el análisis se pueden estructurar los requisitos de manera que nos facilite su comprensión, su preparación, su modificación, y en general su mantenimiento

4.2.1. Clases del Análisis.

A través de las clases del análisis se puede representar la abstracción de una o varias clases del diseño del sistema, dicha abstracción está caracterizada fundamentalmente de la siguiente manera:

- ❖ Está fundamentalmente centrada en los requerimientos funcionales.
- ❖ Se encuentran generalmente representadas por tres estereotipos básicos: de entidad, de interfaz y de control.

Clase Interfaz

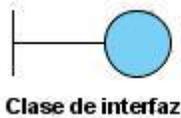


Figura 3 Estereotipo de la clase de interfaz.

Este tipo de clases son utilizadas para representar gráficamente la interacción entre el sistema y sus actores.

Clase Control



Figura 4 Estereotipo de la clase de control

A través de este tipo de clases se representa de manera gráfica la coordinación, secuencia, transacciones, y control de otros objetos.

Clase Entidad



Figura 5 Estereotipo de la clase de Entidad

A través de este tipo de clases se representa de manera gráfica todo aquel objeto que represente información con una larga vida y que se comporta generalmente de manera persistente.

4.2.1.1. Diagramas de clases del análisis de los casos de uso del sistema

A continuación se mostrará los diagramas de clases del análisis de los casos de usos críticos:

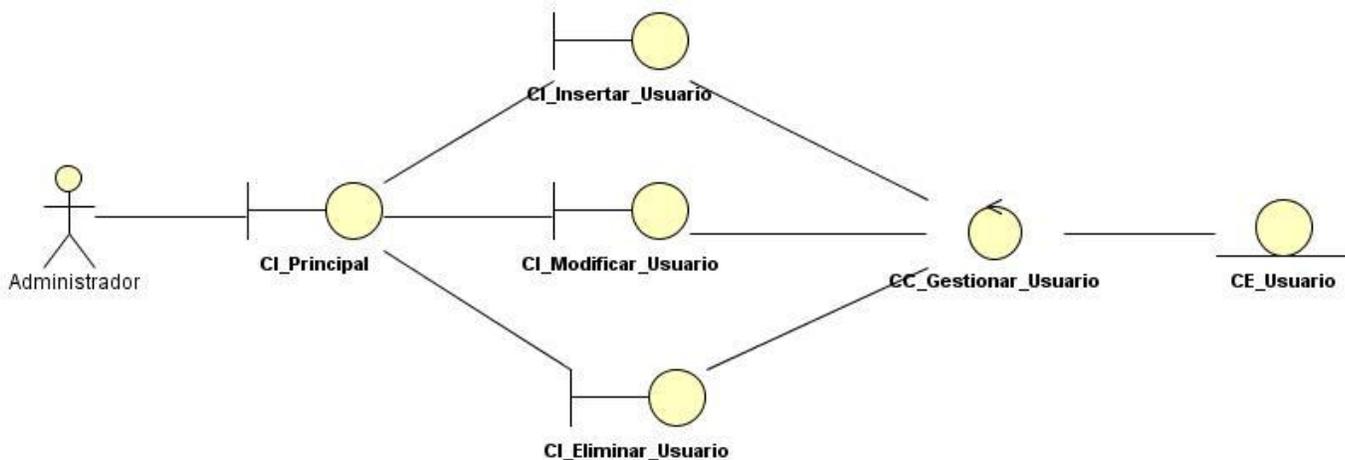


Figura 6 Diagrama de clases del análisis del CU "Gestionar Usuario"

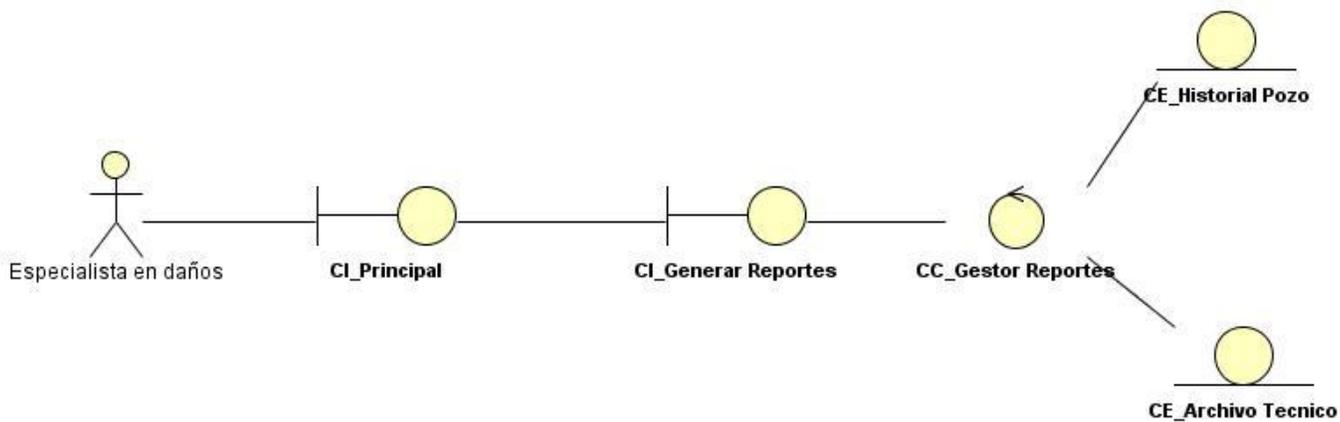


Figura 7 Diagrama de clases del análisis del CU "Generar Reportes"

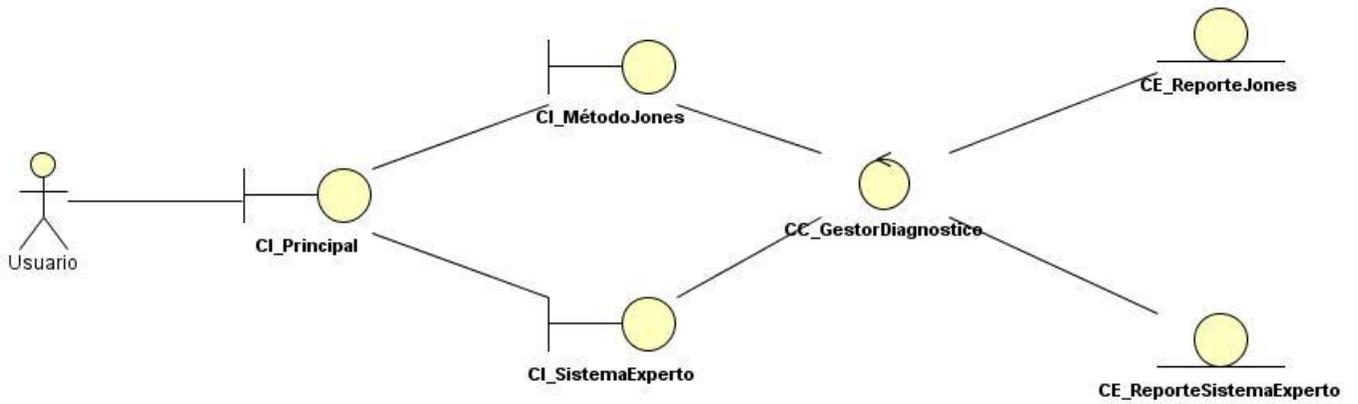


Figura 8 Diagrama de clases del análisis del CU "Diagnosticar Daños"

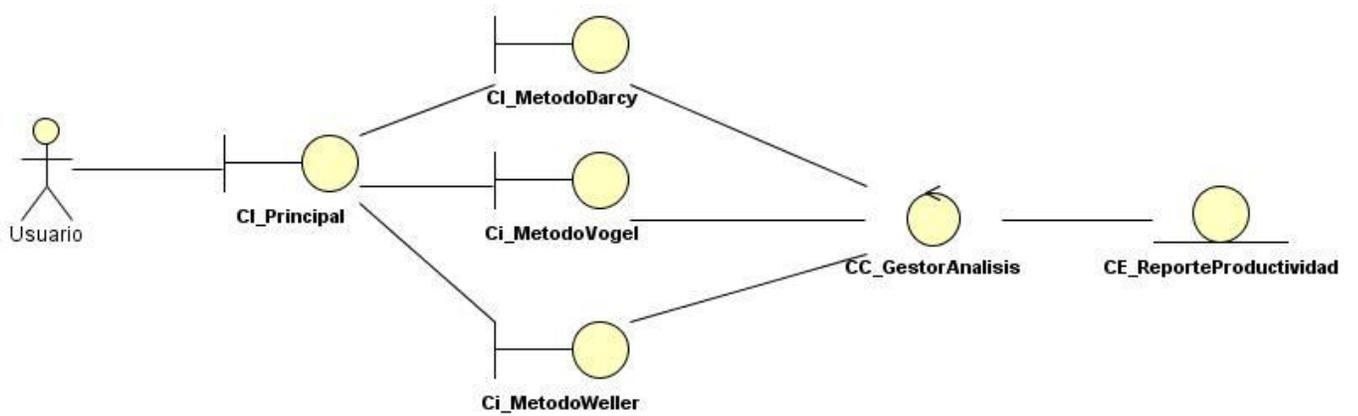


Figura 9 Diagrama de clases del análisis del CU "Analizar Productividad"

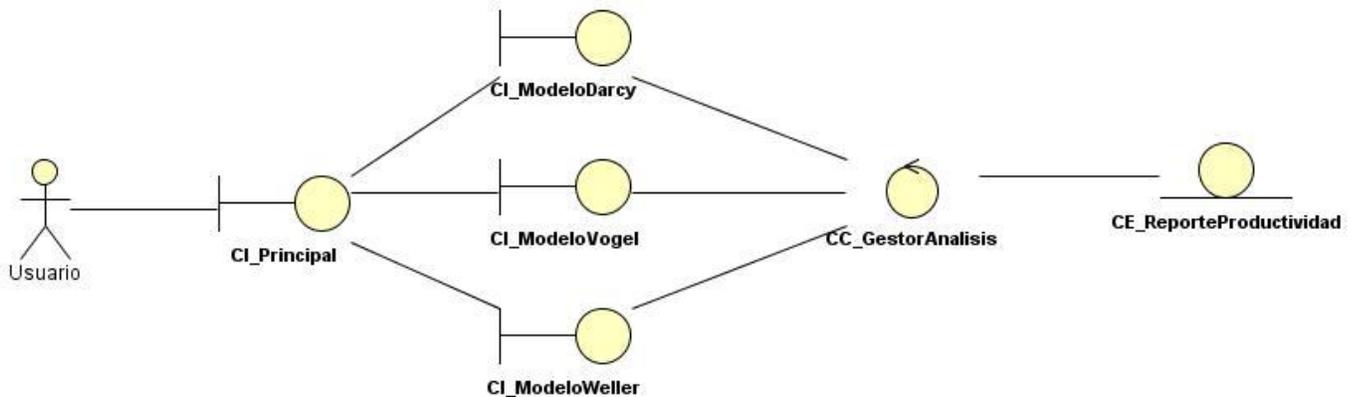


Figura 10 Diagrama de clases del análisis del CU "Graficar Modelos"

4.3. Diseño

El diseño se utiliza para que el programador en cuestión pueda realizar una correcta implementación del sistema a desarrollar. Para realizar el diseño propuesto para el posterior desarrollo de dicho sistema se siguió adecuadamente con la arquitectura propuesta. También se propone el uso de los patrones Grasp como buenas prácticas de desarrollo.

Patrones Grasp

Experto: Patrón que se usa más que cualquier otro al asignar responsabilidades; es un principio básico que suele utilizarse en el diseño orientado a objetos. Con él no se pretende designar una idea oscura ni extraña; expresa simplemente la "intuición" de que los objetos hacen cosas relacionadas con la información que poseen.

Bajo Acoplamiento: Es un principio que debemos recordar durante las decisiones de diseño: es la meta principal que es preciso tener presente siempre. Es un patrón evaluativo que el diseñador aplica al juzgar sus decisiones de diseño.

Alta cohesión: Una clase tiene responsabilidades moderadas en un área funcional y colabora con las otras para llevar a cabo las tareas.

Patrones Gof

Fachada: Se requiere de una interfaz común, unificada para un conjunto de implementaciones o interfaces dispares.

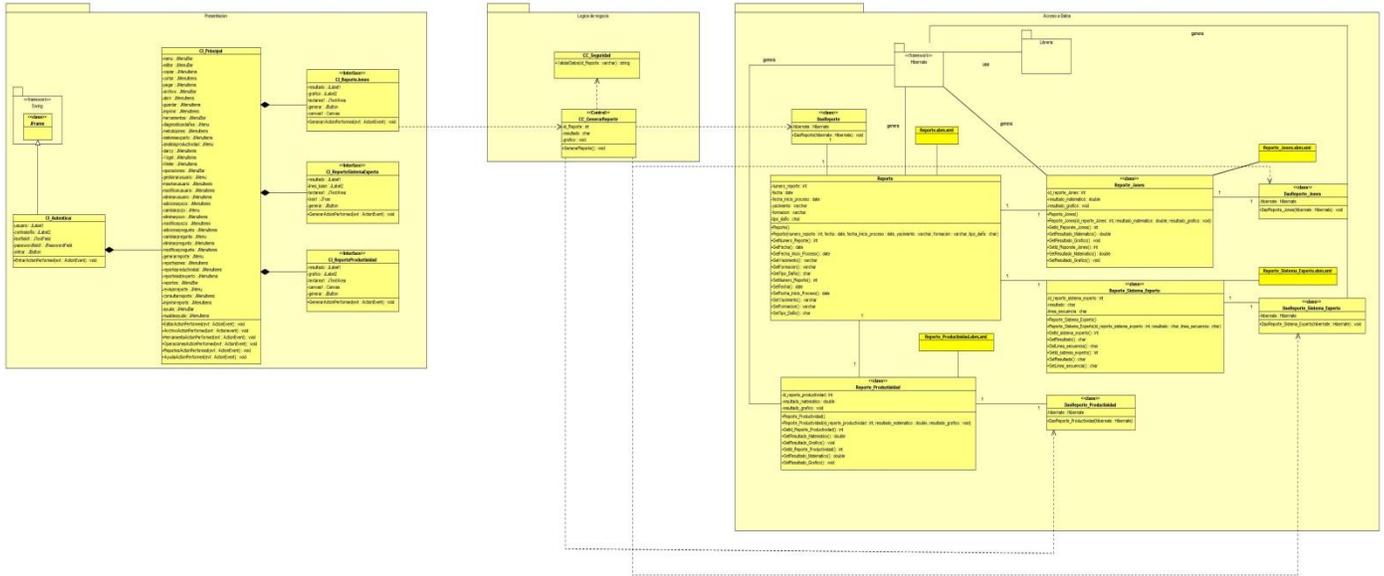


Figura 12 Modelo de Diseño del CU "Generar Reportes"

4.4. Modelamiento de la base de datos

Los gestores de base de datos se utilizan como medio de almacenamiento de una determinada información para su posterior uso.

4.4.1. Diagrama de Clases Persistentes

A través de este diagrama se puede representar en forma de clases toda aquella información que debe persistir como información duradera dentro de la base de datos. A continuación se muestra la representación gráfica de dicho diagrama:

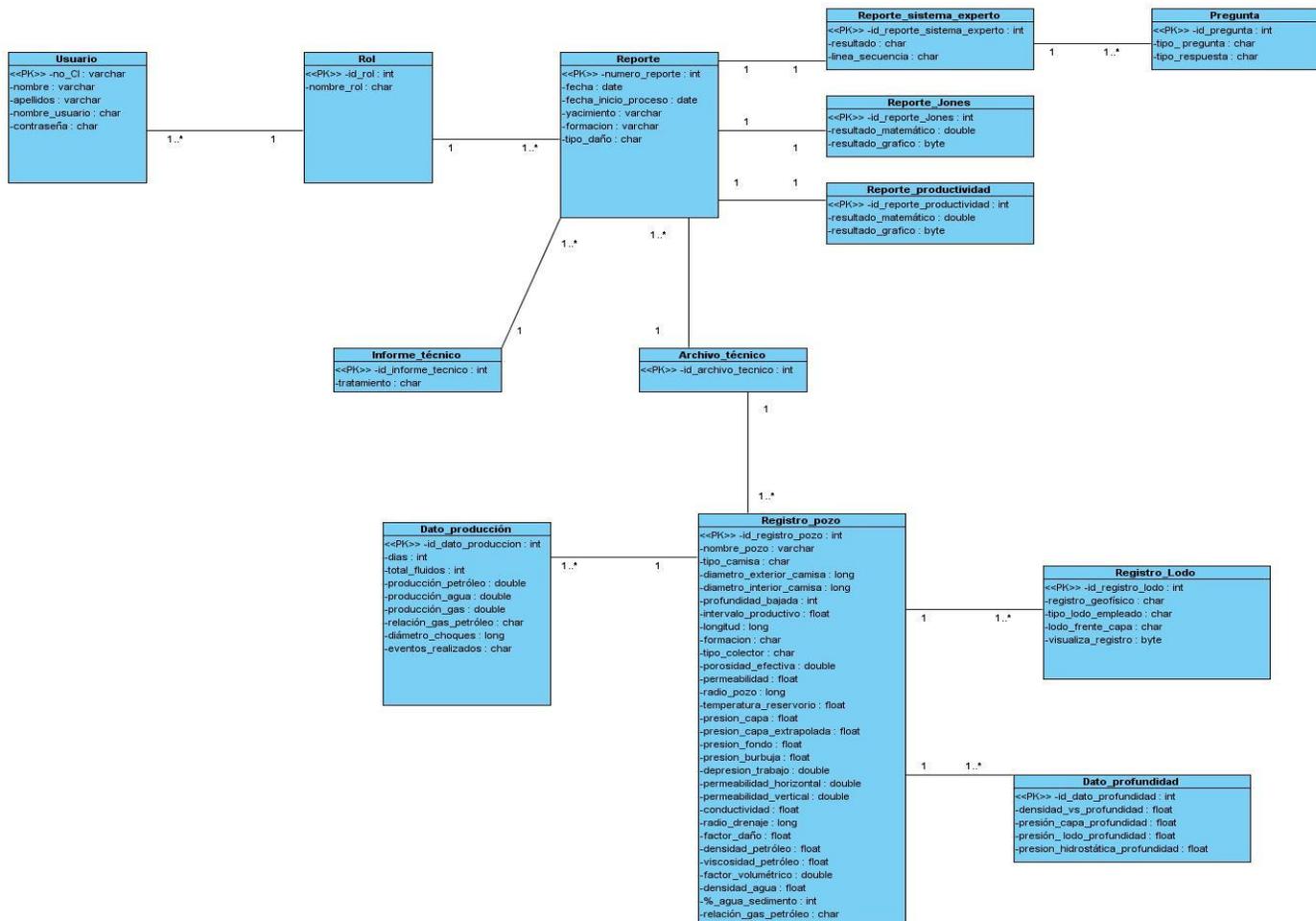


Figura 13 Diagrama de Clases persistentes.

4.4.2. Modelo de datos

A través de este modelo se puede establecer de una manera más específica las relaciones entre las clases que se han definido en el diagrama de clases persistentes. A continuación se muestra la representación gráfica de dicho modelo.

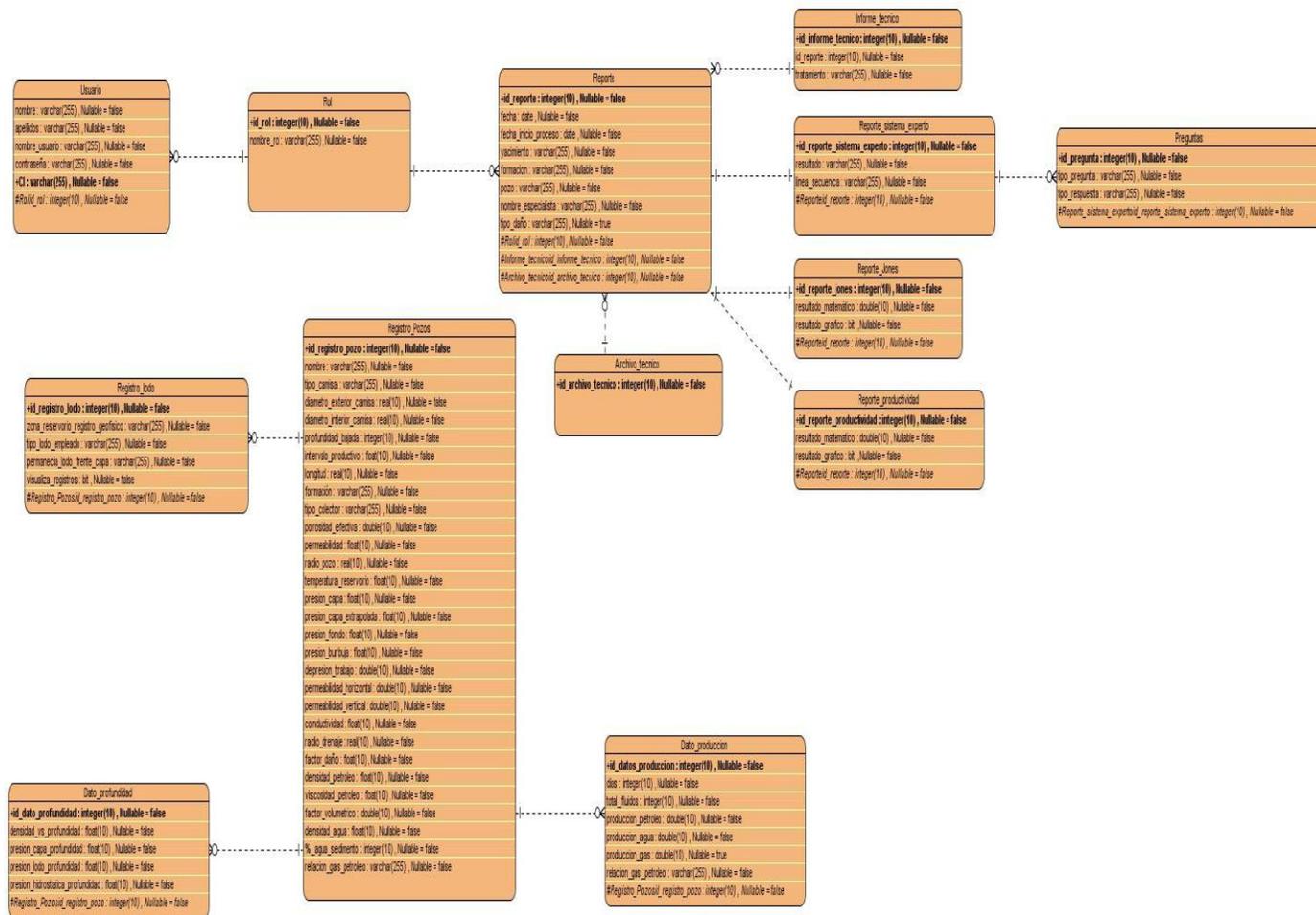


Figura 14 Modelo de datos.

4.5. Conclusiones Parciales

A través de este capítulo se pudieron observar el empleo de algunos de los patrones de arquitectura así como los modelos arquitectónicos antes propuestos como la correcta representación en tres capas de los modelos de diseño. Además se realizó un diseño del modelo de la base de datos, la cual debe ser implementada más tarde.

CONCLUSIONES GENERALES

A continuación se presentarán las conclusiones a las cuales se ha arribado a través de la realización del presenta trabajo. Con el mismo se pudo dar cumplimiento al objetivo planteado de la siguiente manera:

- ❖ Se realizó un profundo estudio del sistema del cual se obtuvieron una serie de propuestas para la construcción de la aplicación
- ❖ Se obtuvo el modelo del negocio del sistema lo cual permitió entender las necesidades del cliente.
- ❖ Se especificaron los requisitos funcionales y no funcionales del sistema.
- ❖ Se realizó el diseño de manera flexible del Sistema para el diagnóstico de daños y análisis de la productividad de pozos petroleros.
- ❖ Se obtuvieron los artefactos necesarios según la seleccionada metodología (RUP), para dar continuidad al proceso de desarrollo del sistema en cuestión.

RECOMENDACIONES

Para dar continuidad y seguimiento al presente trabajo de diploma se realizan las siguientes recomendaciones:

- ❖ Hacer uso de los patrones Grasp como el uso de buenas prácticas durante la implementación del sistema.
- ❖ Incluir tablas en el diseño de la base de datos en caso de ser necesario.
- ❖ Incluir en futuras iteraciones del sistema el tratamiento de daños.
- ❖ Incluir en futuras iteraciones otros métodos que se utilizan tanto en el diagnóstico de daños como en el análisis de la productividad.
- ❖ Realizar los cambios pertinentes en el diseño en caso de ser necesario durante la implementación.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Formación: Definición geológica con la que se conocen a las capas de las zonas de petróleo.

GRASP: Patrones Generales de Software para la Asignación de Responsabilidades.

Interfaz de usuario: Interfaz a través de la cual un usuario interactúa con un sistema.

Tres Capas: Patrón arquitectónico desarrollado para aplicaciones de escritorio donde resalta la importancia de la conexión entre las capas de presentación, lógica de negocio y acceso a datos.

UML: “Unified Modeling Language”. Lenguaje gráfico que brinda un vocabulario y reglas para especificar, construir, visualizar y documentar los artefactos de un sistema utilizando el enfoque orientado a objetos.

Visual Paradigm: Herramienta CASE (Computer-Aided Software Engineering) que permite realizar ingeniería tanto directa como inversa. Utiliza UML como lenguaje de modelado y RUP como base de desarrollo.

Hibernate: Es un Framework que suministra herramientas para ORM (Object Relational Mapping). Por lo tanto es el puente entre nuestra aplicación y la Base de Datos.

Swing: Es un Framework que suministra los componentes visuales para el desarrollo de las interfaces de la aplicación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Trabajos citados

Albert, J. 2008. mailxmail.com. *mailxmail.com*. [En línea] 30 de 10 de 2008. [Citado el: 12 de 05 de 2009.] <http://www.mailxmail.com/curso-mysql-informatica/mysql-basico-caracteristicas>.

Aplicada, Escuela Tecnica Superior de Informatica. 2006. [En línea] 2006. <http://comandantecobra.googlepages.com/isg5b.pdf>.

Asenjo, Jorge Sánchez. 2004. JorgeSanchez.net. *JorgeSanchez.net*. [En línea] 2004. [Citado el: 06 de 06 de 2009.] <http://www.jorgesanchez.net/programacion/manuales/Java.pdf>.

Ciao. 2009. Ciao. *Ciao*. [En línea] 2009. [Citado el: 18 de 02 de 2009.] http://www.ciao.es/Opiniones/Java__72200.

Cornejo, José Enrique González. 2001. *Arquitectura en Capas*. 2001.

Díaz., Luis Carlos. 2008. IS, RUP y UML en el cotexto del ADO. [En línea] 2008. [Citado el: 20 de 02 de 2009.] [http://sophia.javeriana.edu.co/~lcdiaz/ADOO2008-1/IngSoftwareEnADOO\(IS-RUP-UML\).pdf](http://sophia.javeriana.edu.co/~lcdiaz/ADOO2008-1/IngSoftwareEnADOO(IS-RUP-UML).pdf).

Downloads. 2007. Free Dowload Manager. [En línea] 05 de 03 de 2007. [Citado el: 20 de 02 de 2009.] [http://www.freedownloadmanager.org/es/downloads/Paradigma_Visual_para_UML_\(M%C3%8D\)_14720_p/](http://www.freedownloadmanager.org/es/downloads/Paradigma_Visual_para_UML_(M%C3%8D)_14720_p/).

Franulic, Christian H. 2007. Atina Chile. *Atina Chile*. [En línea] 2007. [Citado el: 18 de febrero de 2009.] http://www.atinachile.cl/content/view/31396/Ventajas_y_Desventajas_de_la_WEB_2_0_en_Pymes.html.

García, Ricardo Dominguez. 2006. Universidad de la Salle Bajío. *Universidad de la Salle Bajío*. [En línea] 13 de 02 de 2006. [Citado el: 20 de 02 de 2009.] <http://www.siecbajio.com/moodledata/8/moddata/assignment/103/50/CSHARP.doc>.

GNU. 2008. GNU Consultores. *GNU Consultores*. [En línea] 2008. [Citado el: 17 de 02 de 2009.] <http://www.gnuconsultores.com/es/ingenieria/desarrollo/escritorio>.

González, Héctor Suárez. 2003. javaHispano. *javaHispano*. [En línea] 22 de 04 de 2003. [Citado el: 01 de 06 de 2009.] <http://www.javahispano.org/contenidos/archivo/77/ManualHibernate.pdf>.

Ilera, Alvaro Marí. 2005. e-ghost. *e-ghost*. [En línea] 2005. [Citado el: 05 de 02 de 2009.] <http://www.e-ghost.deuste.es/docs/2005/conferencias/Bayes05.pdf>.

- Larman, Craig. 1999.** *UML y Patrones. Introduccion al análisis y diseño orientado a objetos.* Mexico : s.n., 1999.
- Maggiolo, Ricardo. 2008.** *Optimización de la Producción mediante Análisis Nodal.* Lima : s.n., 2008.
- Montalvo, Carlos. 2008.** CalinSoft. *CalinSoft.* [En línea] 2008. [Citado el: 20 de febrero de 2009.] <http://www.calinsoft.com/2008/08/aplicaciones-web-ventajas-y-desventajas.html>.
- Moreno, Jean. 2009.** [En línea] 28 de 01 de 2009. [Citado el: 06 de 05 de 2009.] <http://www.petroleo.com>.
- Netbeans, Comunidad. 2007.** Sun Inner Circle. *Sun Inner Circle.* [En línea] 2007. [Citado el: 17 de 02 de 2009.] http://www.sun.com/emrkt/innercircle/newsletter/latam/0207latam_feature.html.
- Ordax, José M. 2004.** ConsorcioEducativo. [En línea] 2004. [Citado el: 01 de 06 de 2009.] <http://www.consorcioeducativo.edu.pe/Datos/USMP/exposiciones/EJEMPLOS%20SWING.pdf>.
- Pandey, Nitin. 2002.** *Microsoft C#.* Madrid : Ediciones Anaya Multimedia, 2002.
- Pantoja, Ernesto Bascón. 2004.** *El patrón Modelo-Vista-Controlador y su implementación en Java Swing.* 2004.
- Pérez, Álvaro Alvear. 2009.** AF. AF. [En línea] 24 de 02 de 2009. [Citado el: 06 de 05 de 2009.] <http://www.alfinal.com/petroleo/queeselpetroleo.shtml>.
- PostgreSQL. 2003.** TiendaLinux.com. *TiendaLinux.com.* [En línea] 31 de 05 de 2003. [Citado el: 18 de 02 de 2009.] http://soporte.tiendalinux.com/portal/Portfolio/postgresql_ventajas_html.
- Pozo, Gonzalo Méndez. 2006.** *Programación Orientada a Objeto en Java.* 2006.
- Pressman, Roger.** *Ingeniería del Software, un enfoque practico.*
- Reynoso, carlos. 2004.** *Estilos y patrones en la estrategia de arquitectura de Microsoft.* 2004.
- Ríos, Eduerdo E. 2001.** *Daño a la Formación y Estimulación de pozos.* 2001.
- Rumbagh, James. 2000.** *El proceso unificado de desarrollo de software.* Madrid : Pearson Educación, 2000.
- Sánchez, Jorge. 2004.** jorgeSanchez. *jorgeSanchez.* [En línea] 2004. [Citado el: 12 de 05 de 2009.] <http://www.jorgesanchez.net/bd/mysql.pdf>.

Tecnológico, Paradigma. 2008. *Hibernate. Capa de persistencia J2EE.* 2008.

Bibliografía

Alma, Enrique Toledo. UAEM. [En línea] [Citado el: 20 de 02 de 2009.]
<http://www.uaem.mx/posgrado/mcruz/cursos/miic/MySQL.pdf>.

Berrecil, Francisco. 1998. *Java a su alcance.* 1998.

Delanoy, Claude. 2000. *Aprender C++ con turbo borland C++.* s.l. : Ediciones Gestión, 2000.

Guerra., Ignacio. 2007. *Metodología de desarrollo de software.* 2007.

2009. Janium. *Janium.* [En línea] 2009. <http://www.janium.com/page2/page1/page6/page7/page7.html>.

Justo Luís Pereda Rodríguez, Rolando Díaz Hernández, Idalmys Cruz Domínguez. Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en función del desarrollo social. *Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en función del desarrollo social.* [En línea] <http://www.sociedadelainformacion.com>.

Larman, Craig. 1999. *UML y Patrones. Introduccion al análisis y diseño orientado a objetos.* Mexico : s.n., 1999.

2009. Lenguajes de Programación. *Lenguajes de Programación.* [En línea] 2009. [Citado el: 20 de 02 de 2009.] <http://www.lenguajes-de-programacion.com/programacion-java.shtml>.

2006. meeting java. [En línea] 08 de 08 de 2006. <http://meetingjava.blogspot.com/2006/08/ventajas-y-desventajas-del-java.html>.

Pressman, Roger. *Ingeniería del Software, un enfoque practico.*

Pyres, Martin. 2005. javaHispano. *javaHispano.* [En línea] 01 de 03 de 2005. [Citado el: 20 de 02 de 2009.] http://www.javahispano.org/contenidos/es/aplicaciones_de_escritorio_eficientes/.

Qualitrain. [En línea] <http://www.qualitrain.com.mx/index.php/Tecnologia-y-desarrollo/ventajas-y-desventajas-de-.net/Page-3.html>.

Rational. GSInnova. [En línea] [Citado el: 03 de 03 de 2009.]
<http://www.rational.com.ar/herramientas/roseenterprise.html>.

Ríos, Eduardo E. 2001. *Daño a la Formación y Estimulación de pozos.* 2001.

Rumbagh, James. 2000. *El proceso unificado de desarrollo de software.* Madrid : Pearson Educación, 2000.

SGBD. 2004. Garbage Collector. [En línea] 01 de 11 de 2004. [Citado el: 18 de 02 de 2009.] http://www.error500.net/garbagecollector/archives/categorias/bases_de_datos/sistema_gestor_de_base_de_datos_sgbd.php.

Vaxnu. *Vaxnu*. [En línea] <http://www.vaxnu.com/>.

Web. 2001. DesarrolloWeb.com. *DesarrolloWeb.com*. [En línea] 18 de 07 de 2001. [Citado el: 20 de 02 de 2009.] <http://www.desarrolloweb.com/articulos/497.php>.

Yahoo respuestas. [En línea] <http://es.answers.yahoo.com/question/index?qid=20080818183756AAG6VRL>.

ANEXOS

Anexo1: Modelo del negocio

Descripción extendida de los casos de uso.

A1 Tabla 1: Descripción extendida CUN” Realizar diagnóstico de daños”.

Caso de uso	Realizar el diagnóstico de daños
Actores del negocio	Jefe de Ingeniería y Yacimiento
Trabajadores del negocio	Jefe del Grupo de Evaluación y Desarrollo de Tecnologías, Especialista en Daños.
Resumen	El Caso de Uso se inicia cuando el Jefe de Ingeniería y Yacimiento le solicita al Jefe del Grupo de Evaluación y Desarrollo de Tecnologías realizar un estudio de daños a la formación, para responder a este pedido un grupo de Especialistas en Daños realizan un proceso de diagnóstico de daños en el área determinada por el cliente. Este proceso se realiza mediante diversas variantes, una es la utilización de un sistema experto que es capaz de emitir diagnóstico de daños y la otra a través de ecuaciones y graficas matemáticas del Método matemático de Jones. Una vez concluido el diagnóstico se emite un reporte interno con los detalles de todo el proceso y se elabora un informe técnico que recoge el resultado que se reflejan en los reportes y culmina el caso de uso cuando es aceptado el informe por los clientes.
Acción del actor	Respuesta del proceso del negocio

<ol style="list-style-type: none">1. El Jefe de Ingeniería y Yacimiento Solicita al Jefe del Grupo de Evaluación y Desarrollo de Tecnologías que realice un estudio de Daños en una zona determinada a u pozo o a varios pozos de un yacimiento.4. El Jefe de Ingeniería y Yacimiento le envía la información solicitada al Jefe del Grupo de Evaluación y Desarrollo de Tecnologías	<ol style="list-style-type: none">2. El Jefe del Grupo de Evaluación y Desarrollo de Tecnologías analiza la solicitud apoyándose en un archivo técnico que se encuentra almacenado en la empresa.3. El Jefe del Grupo de Evaluación y Desarrollo de Tecnologías le solicita información al Jefe de Ingeniería y Yacimiento necesaria para realizar el proceso de diagnóstico que no se encuentra en el archivo.5. El Jefe del Grupo de Evaluación y Desarrollo de Tecnologías interpreta la información recibida y se la envía al Especialista en Daños.6. Este la recibe y le realiza el estudio a cada pozo por individual.7. El Especialista en Daños realiza un Modelamiento de diagnóstico apoyándose en ambos métodos.8. El Especialista en Daños consulta primeramente con el Sistema Experto para tener un patrón del daño.9. El Especialista en Daños pasa a realizar los cálculos del modelo de Jones para así obtener una mayor precisión en el diagnostico que está desarrollando.10. El Especialista en Daños grafica el resultados del cálculo realizado.11. El Especialista en Daños emite un reporte interno con todos los detalles del proceso de diagnóstico y una propuesta de tratamiento a
---	---

	<p>efectuar.</p> <p>12. El Especialista en Daños envía los reportes al Jefe del Grupo de Evaluación y Desarrollo de Tecnologías.</p> <p>13. Jefe del Grupo de Evaluación y Desarrollo de Tecnologías elabora un Informe Técnico Final para presentar a los clientes</p> <p>14. El informe es presentado a los Clientes</p>
<p>15. El cliente evalúa el informe técnico final. (Ver Flujos Alternos1, 2, 3 y 4)</p> <p>16. Los clientes aprueban el Informe final (Finaliza el proceso)</p>	
Curso alternativo de los eventos	
<p>1. El Cliente detecta errores en el informe técnico Final.</p> <p>2. El cliente envía el Informe Técnico Final al Jefe del Grupo de Evaluación y Desarrollo de Tecnologías</p>	<p>3. El Jefe del Grupo de Evaluación y Desarrollo de Tecnologías corrige los errores detectados.</p> <p>4. El Jefe del Grupo de Evaluación y Desarrollo de Tecnologías envía el Informe Técnico Final cliente.(Continúa flujo normal de eventos)</p>
Mejoras	Luego de informatizarse este proceso agilizará el trabajo para los especialistas en el caso de que sean grandes cantidades de pozos.

A1 Tabla 2: Descripción extendida CUN” Realizar Análisis de Índices de Producción”.

Caso de uso	Realizar Análisis de Índices de Producción
Actores del negocio	Jefe de Ingeniería y Yacimiento.

Trabajadores del negocio	Jefe del Grupo de Evaluación y Desarrollo de Tecnologías, Especialista en Daños.
Resumen	El caso de Uso se inicia cuando el Jefe de Ingeniería y Yacimiento le solicita al Jefe del Grupo de Evaluación y Desarrollo realizar un estudio de daños para un área determinada. El Jefe del Grupo de Evaluación y Desarrollo de Tecnologías es el encargado de analizar la información que se encuentra almacenada sobre los datos del pozo para así conformar un estudio de análisis de producción del pozo al cual se le realizará estudio, estos datos, una vez concluido el proceso, son almacenados en reportes de uso interno para los especialistas involucrados de manera que puedan ser utilizados para elaborar un informe técnico que es enviado al cliente. El caso de uso finaliza cuando el cliente aprueba el informe.
Acción del actor	Respuesta del proceso del negocio
<ol style="list-style-type: none"> 1. El Jefe de Ingeniería y Yacimiento solicita al Jefe del Grupo de Evaluación y Desarrollo de Tecnologías un estudio de daños a la formación para un pozo o un yacimiento en una zona determinada. 4. El Jefe de Ingeniería y Yacimiento recibe la solicitud y envía la información solicitada al Jefe del Grupo de Evaluación y Desarrollo de Tecnologías elaborando un informe. 	<ol style="list-style-type: none"> 2. El Jefe del Grupo de Evaluación y Desarrollo de Tecnologías analiza la información de la solicitud a través de los archivos almacenados en la empresa e interpreta la información 3. El Jefe del Grupo de Evaluación y Desarrollo de Tecnologías solicita al cliente información necesaria para realizar el proceso y que no se encuentra archivada. 5. El Jefe del Grupo de Evaluación y Desarrollo de Tecnologías interpreta la información que se encuentra tanto en el informe como la que se encuentra archivada.

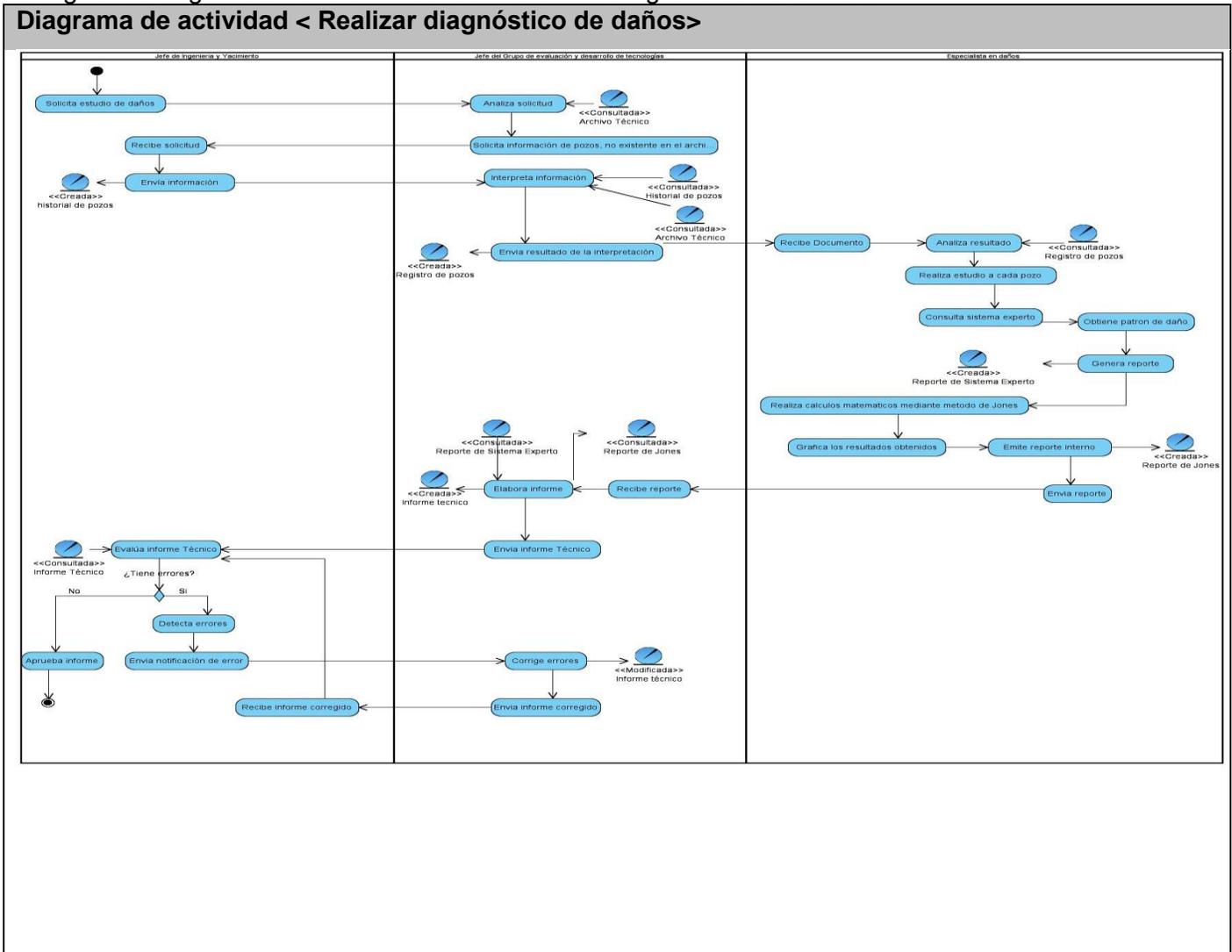
	<ol style="list-style-type: none">6. El Jefe del Grupo de Evaluación y Desarrollo de Tecnologías envía un documento con el resultado de la interpretación al Especialista en Daños y este lo recibe.7. El Especialista en Daños del Sistema analiza los datos que muestra el documento.8. El Especialista en Daños verifica la autenticidad de los datos almacenados. (Ver Flujos Alternos1)9. El Especialista en Daños pasa a calcular los indicadores de producción10. El Especialista en Daños analiza la Presión fluente de fondo (P_{wf}). (Ver Flujos Alternos 2,3,4)11. El Especialista en Daños calcula los datos de Producción según el modelo que se aplique.12. El Especialista en Daños obtiene la gráfica con los parámetros representados según el modelo utilizado.13. El Especialista en Daños elabora un reporte con todos los datos analizados en el análisis y lo almacena en la Base de Datos del Sistema para posteriores evaluaciones.14. El Especialista en Daños envía el reporte elaborado al Jefe del Grupo de Evaluación y
--	--

	<p>Desarrollo de Tecnologías</p> <p>15. Jefe del Grupo de Evaluación y Desarrollo de Tecnologías elabora un Informe Técnico Final para presentar a los clientes</p> <p>16. El informe es presentado a los Clientes.</p>
<p>17. El cliente evalúa el informe técnico final.(Ver Flujos Alternos 5)</p> <p>18. Los clientes aprueban el Informe final (Finaliza el proceso)</p>	
Curso alternativo de los eventos	
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Si El Especialista en Daños detecta que existen errores en los datos almacenados se rechaza la solicitud de estudio y se emite notificación para realizar una nueva solicitud a los clientes. 2. Si esta se encuentra por encima de la Presión de burbuja (Pb) se usará el modelo de Darcy para el análisis. 3. Si está por debajo de la Presión de burbuja (Pb) se usará el modelo de Vogel. 4. Se aplica el modelo de Weller cuando la Presión de burbuja (Pb) está por debajo de la presión del yacimiento (Py) y sobre la Presión fluyente de fondo (Pwf).
<p>5. Si el cliente considera que el informe no contiene los requisitos necesarios se emite una nueva solicitud del informe.</p>	

<p>Mejoras</p>	<p>Luego de informatizar este proceso, los especialistas del Grupo de evaluación y Gestión Tecnológica del CEINPET podrán realizar el Análisis de producción de una manera ágil en un tiempo muy breve.</p>
-----------------------	---

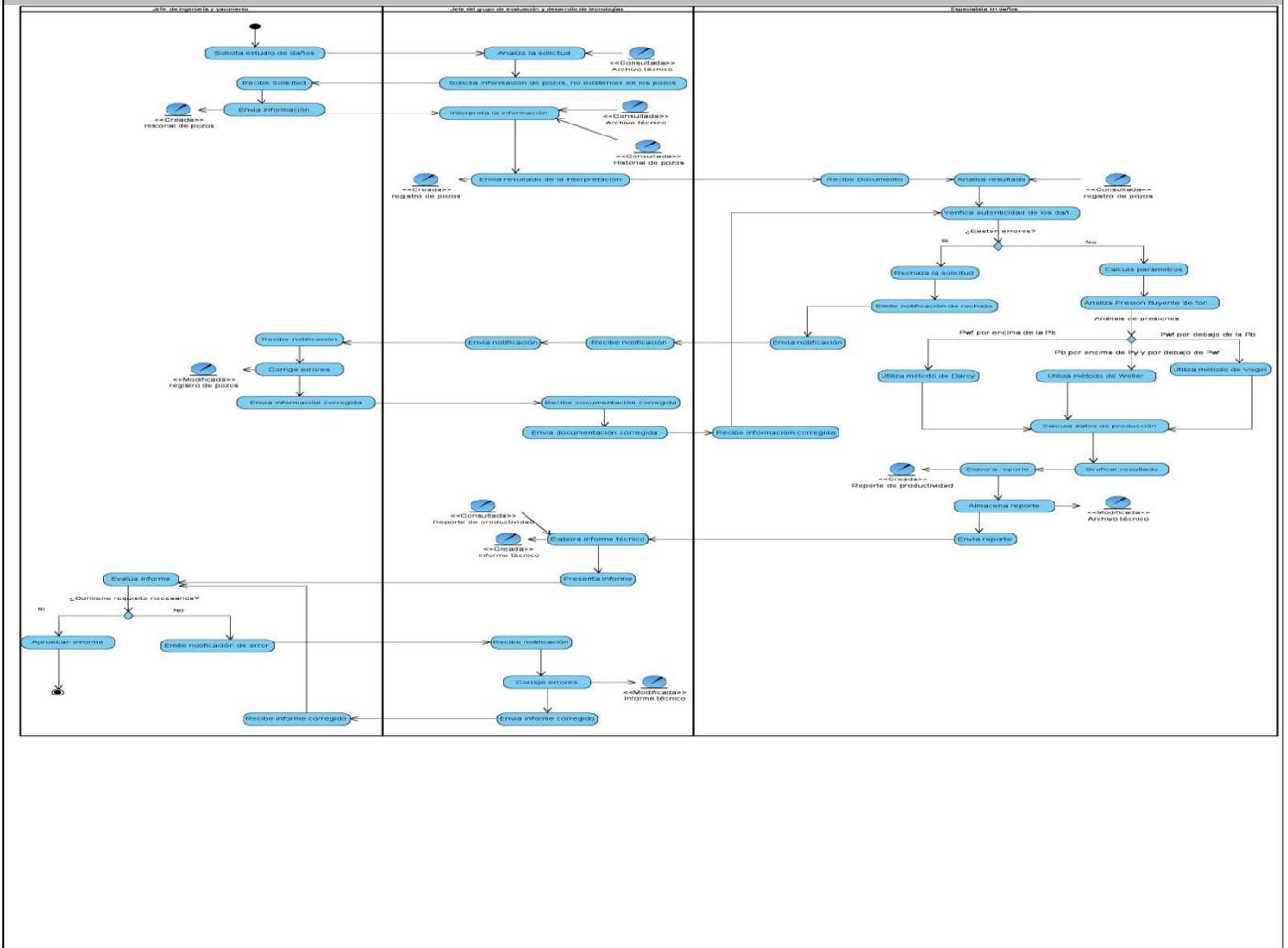
Diagramas de actividades

A1 Figura 1: Diagrama de actividades CUN” Realizar diagnóstico de Daños”.



A1 Figura 2: Diagrama de actividades CUN” Realizar Análisis de índices de Producción”.

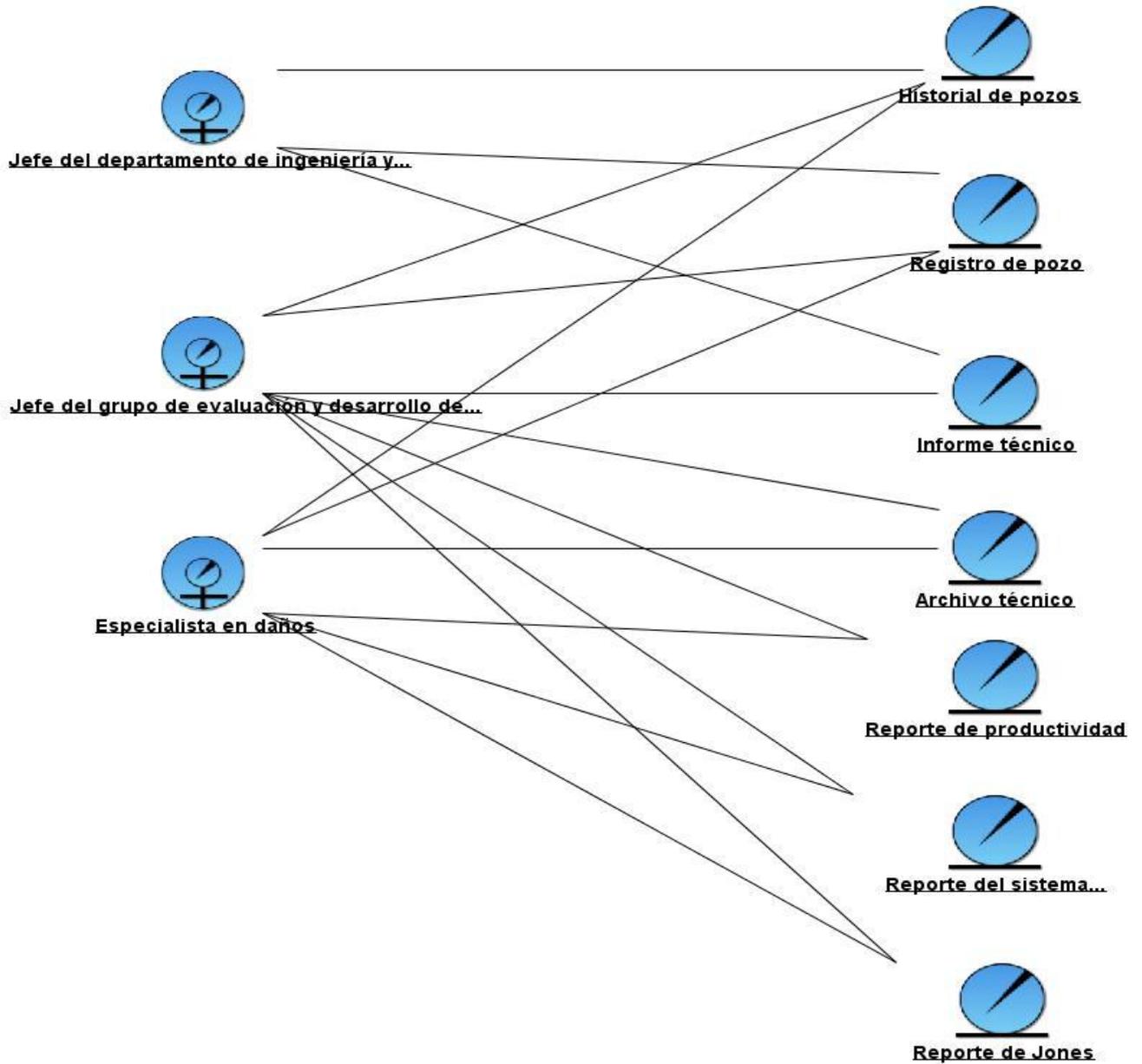
Diagrama de actividad < Realizar Análisis de Índices de producción>



Diagramas de clases del modelo de objetos

A1 Figura 3: Diagrama de Modelo de objetos.

DIAGRAMA DE CLASES DEL MODELO DE OBJETOS



Anexo2: Modelo del sistema

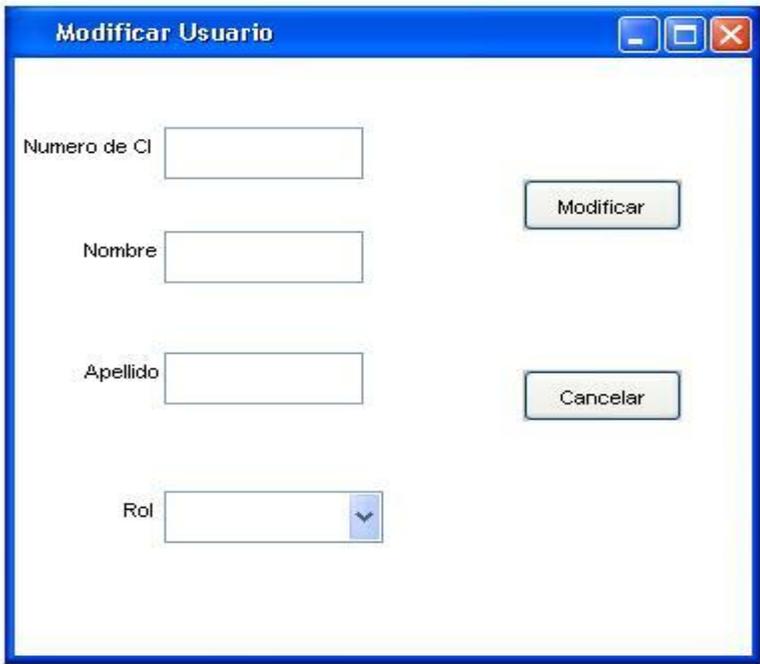
Descripción de los casos de usos expandidos del sistema.

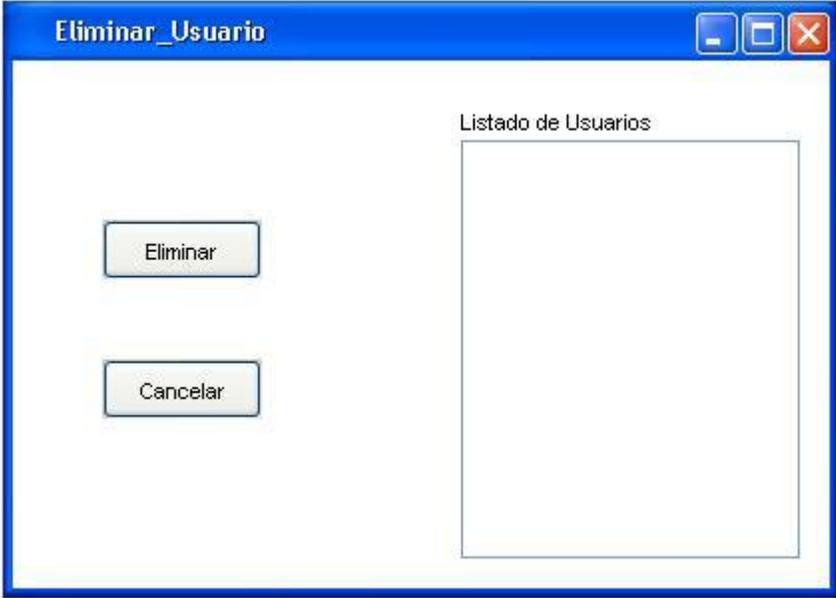
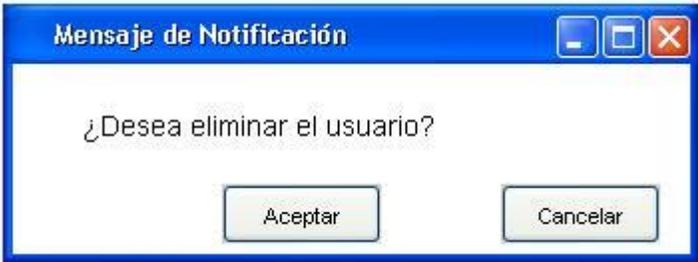
A2 Tabla 1: Descripción detallada del CUS “Gestionar Usuarios”.

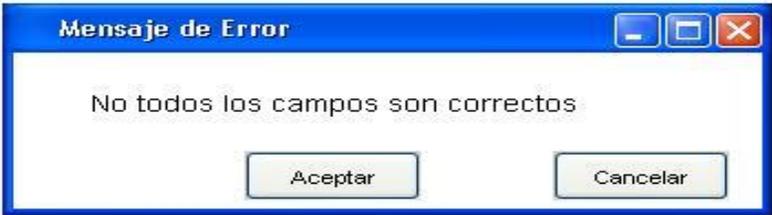
Caso de uso	Gestionar Usuarios	
Actores	Administrador.	
Propósito	Realizar una serie de acciones sobre el sistema ya sea de insertar, modificar o eliminar un usuario.	
Resumen	El caso de uso se inicia cuando el Administrador accede a la interfaz de Gestionar usuario y selecciona la acción que desea realizar, ya sea insertar, modificar o eliminar un usuario determinado y termina el caso de uso con la ejecución de dicha acción.	
Precondiciones	El administrador debe estar autenticado en el sistema.	
Referencias	RF1, RF2, RF3.	
Prioridad	Crítico	
Flujo normal de eventos		
Acción del actor	Respuesta del sistema	
1. El Administrador accede a la interfaz Principal	2. El sistema muestra todas las acciones que se pueden realizar en él.	
		
3. El administrador accede a la opción Gestionar Usuario.	4. El sistema muestra todas las opciones que tiene esta interfaz.	

<p>5. El Administrador elige la acción a realizar.</p> <p>6. Si elige:</p> <p>6.1. Insertar un nuevo usuario ir a la sección “Adicionar Usuario”.</p> <p>6.2. Modificar datos de un usuario ir a la sección “Modificar Usuario”.</p> <p>6.3. Eliminar un usuario ir a la sección “Eliminar Usuario”.</p>	
Sección “Adicionar Usuario”	
<p>1. El Administrador accede a la interfaz Adicionar Usuario.</p>	<p>2. El sistema muestra todos los campos que son necesarios llenar.</p> 
<p>3. El Administrador introduce los datos en cada campo.</p>	<p>4. El sistema verifica que no exista ningún campo vacío o incorrecto. (Ver flujos alternos 1 y 2)</p>

5. El administrador pulsa el botón adicionar.	6. Inserta el nuevo usuario al sistema
Sección “Modificar Usuario”	
1. El Administrador accede a la interfaz Modificar Usuario.	2. El sistema muestra el listado de todos los usuarios existentes. 

<p>3. El Administrador elige el usuario que desea modificarle sus datos.</p>	<p>4. El sistema muestra todos los campos relacionados con el usuario.</p>  <p>The screenshot shows a window titled "Modificar Usuario" with a blue border and standard window controls (minimize, maximize, close). Inside the window, there are four input fields arranged vertically on the left: "Numero de CI", "Nombre", "Apellido", and "Rol". The "Rol" field is a dropdown menu with a downward arrow. On the right side of the window, there are two buttons: "Modificar" (top) and "Cancelar" (bottom).</p>
<p>5. El Administrador modifica el dato que desea.</p>	<p>6. El sistema guarda los cambios y los almacena.</p>
<p>Sección "Eliminar Usuario"</p>	

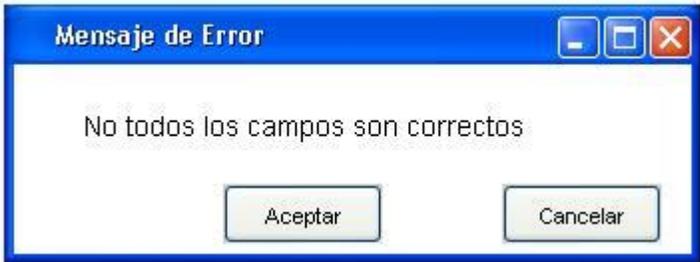
<p>7. El Administrador accede a la interfaz Eliminar Usuario.</p>	<p>8. El sistema muestra el listado de todos los usuarios existentes.</p> 
<p>9. El Administrador elige el usuario que desea eliminar.</p>	<p>10. El sistema pide confirmación de que desea eliminar el usuario.</p> 
<p>11. El Administrador confirma la acción.</p>	<p>12. El sistema elimina el usuario seleccionado.</p>
<p>Flujo alternativo de los eventos</p>	
<p>Acción del actor</p>	<p>Respuesta del sistema</p>

	<p>1. En caso de existir alguna anomalía en algún campo el sistema muestra un mensaje al usuario.</p> 
<p>2. El Administrador o Especialista en Daños introduce los datos en cada campo correctamente y se continúa con el flujo normal de actividades.</p>	
<p>Poscondiciones</p>	<p>Para eliminar o modificar un usuario, este debe haber sido insertado de manera previa.</p>

A2 Tabla 2: Descripción detallada del CUS “Autenticar”.

Caso de uso	Autenticar Usuario.
Actores	Especialista en Daños, Administrador.
Propósito	Autenticar los usuarios que van a realizar cualquier tipo de acción sobre el sistema.
Resumen	El caso de uso se inicia cuando el Administrador o el Especialista en Daños acceden a la interfaz principal para realizar cualquier tipo de acción sobre el sistema y el mismo le solicita su usuario y contraseña para poder acceder a dicha información.
Precondiciones	El usuario debe autenticarse en el sistema.
Referencias	RF4.
Prioridad	Alta

Flujo normal de eventos	
Acción del actor	Respuesta del sistema
<p>1. El Administrador accede a la interfaz de autenticación.</p>	<p>2. El sistema muestra los campos que debe llenar para autenticarse.</p> 
<p>3. El Administrador introduce su usuario y contraseña.</p> 	<p>4. El sistema verifica que estén correctos los datos insertados.(Ver Flujos alternos 1 y 2)</p> <p>5. El sistema valida los datos introducidos.</p> <p>6. El sistema almacena los datos del usuario y culmina así el caso de uso.</p>
Flujo alternativo de los eventos	
Acción del actor	Respuesta del sistema

	<p>1. En caso de error el sistema le muestra al usuario un mensaje de error pidiéndole que inserte la información de manera correcta.</p> 
<p>2. El usuario inserta nuevamente su nombre de usuario y su contraseña de manera correcta y se regresa al flujo normal de actividades.</p>	
<p>Poscondiciones</p>	<p>Se autentifica el usuario.</p>

A2 Tabla 3: Descripción detallada del CUS “Adicionar Preguntas”.

Caso de uso	Adicionar Preguntas.
Actores	Administrador, Especialista en Daños.
Propósito	Realizar la acción de insertar una serie de preguntas las cuales son necesarias para poder dar solución a una de las secciones del diagnóstico de daños que se le realizará a un pozo o yacimiento determinado.
Resumen	El caso de uso se inicia cuando el Administrador o el Especialista en Daños acceden a la interfaz de Gestionar Preguntas y selecciona la acción de insertar una pregunta y termina el caso de uso con la ejecución de la misma.
Precondiciones	Para poder adicionar una pregunta al sistema el usuario debe encontrarse registrado en el sistema.
Referencias	RF5.
Prioridad	Alta.
Flujo normal de eventos	

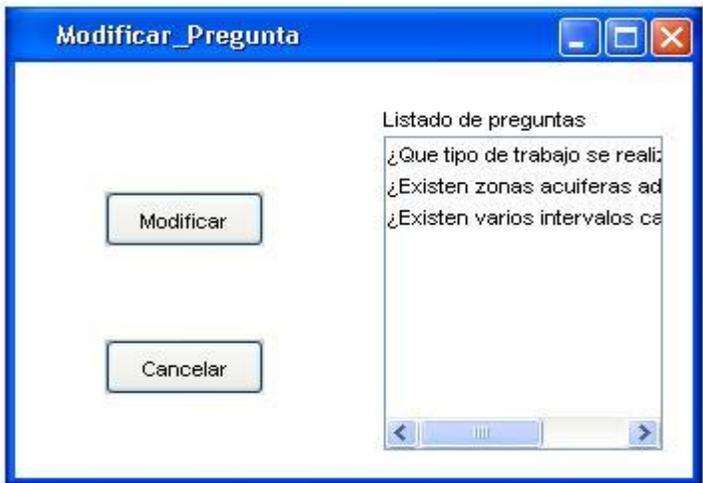
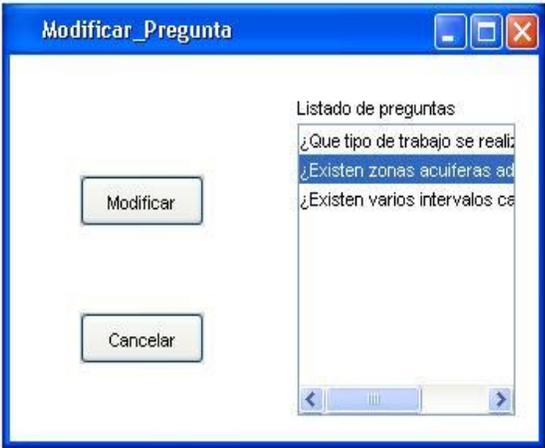
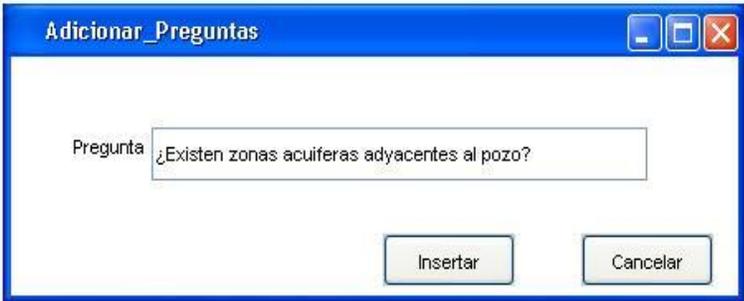
Acción del actor	Respuesta del sistema
<p>1. El Administrador o el Especialista en Daños accede a la interfaz Principal.</p>	<p>2. El sistema muestra todas las acciones que se pueden realizar en él.</p> 
<p>3. El Administrador o el Especialista en Daños accede a la interfaz Adicionar Preguntas.</p>	<p>4. El sistema muestra la interfaz de adicionar preguntas, mostrando un cuadro de texto para que se introduzca la misma.</p> 
<p>5. El Administrador o Especialista en Daños introduce la pregunta.</p>	<p>6. El sistema verifica que no exista esa pregunta en el sistema.(Ver flujos alternos 1 y 2) 7. Inserta la nueva pregunta al sistema.</p>
<p>Flujo alternativo de los eventos</p>	
<p>Acción del actor</p>	<p>Respuesta del sistema</p>

	<p>1. Si la pregunta se encuentra en el sistema, este lanza un mensaje de error avisando de este problema.</p> 
<p>2. El usuario retira la pregunta e inserta otra continuando con el flujo normal de eventos.</p>	
<p>Poscondiciones</p>	<p>Se registra una nueva pregunta o se elimina una pregunta ya existente.</p>

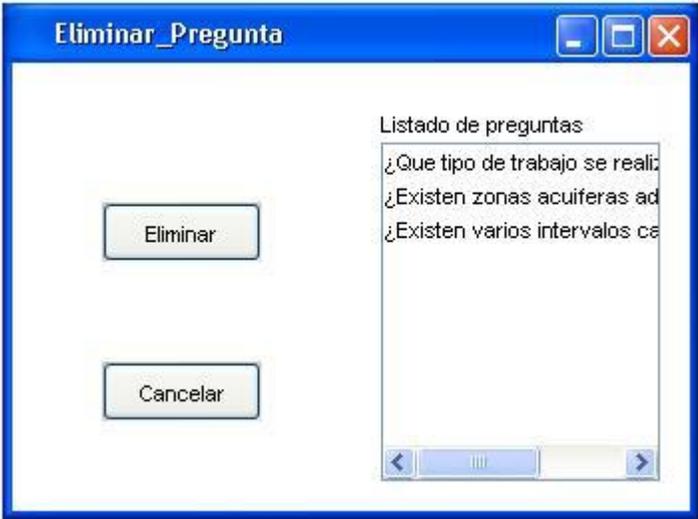
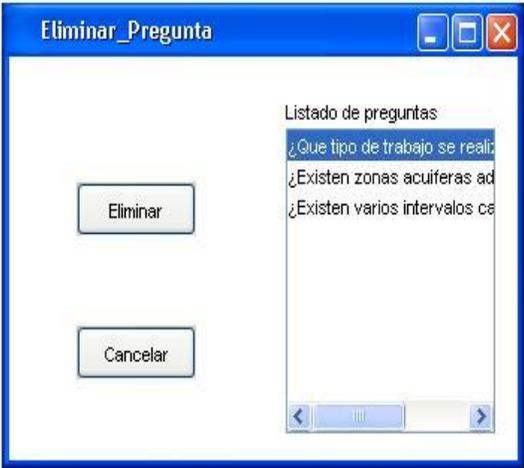
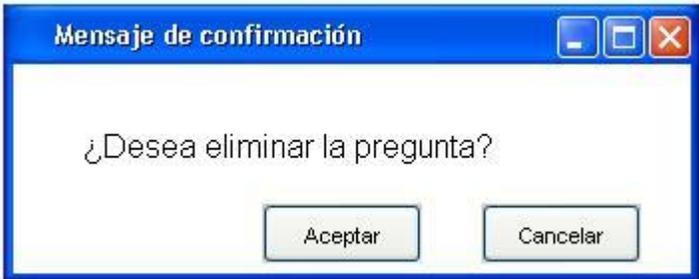
A2 Tabla 4: Descripción detallada del CUS “Cambiar Preguntas”.

Caso de uso	Cambiar Preguntas.	
Actores	Administrador	
Propósito	Realizar una serie de acciones sobre la información de la pregunta almacenada anteriormente que permita al usuario obtener un resultado satisfactorio acerca del diagnóstico.	
Resumen	El caso de uso se inicia cuando el Administrador accede a la interfaz de Gestionar Preguntas y selecciona la acción de modificar o eliminar y termina el caso de uso con la ejecución de dicha acción.	
Precondiciones	En caso de que se desea modificar o eliminar una pregunta determinada, el administrador debe encontrarse registrado en el sistema	
Referencias	RF6, RF7.	
Prioridad	Alta	
Flujo normal de eventos		
Acción del actor	Respuesta del sistema	
1. El Administrador o el	2. El sistema muestra todas las acciones que se pueden	

Especialista en Daños accede a la interfaz Principal.	<p>realizar en él.</p> 
3. El administrador accede a la opción Gestionar Pregunta.	4. El sistema muestra las acciones que se realizan en esta opción.
<p>6. El Administrador elige la acción a realizar.</p> <p>7. Si elige</p> <p>7.1. Modificar una pregunta ir a la sección "Modificar Pregunta".</p> <p>7.2. Eliminar una pregunta ir a la sección "Eliminar Pregunta".</p>	
Sección "Modificar Pregunta"	

<p>1. El Administrador accede a la interfaz de modificar preguntas</p>	<p>2. El sistema muestra el listado de las preguntas almacenadas.</p> 
<p>3. El Administrador selecciona la pregunta que desea modificar.</p> 	<p>4. El sistema muestra la información correspondiente a la pregunta seleccionada.</p> 
<p>6. El Administrador realiza los cambios pertinentes</p>	<p>7. El sistema guarda los datos modificados en la base de datos y los actualiza.</p>

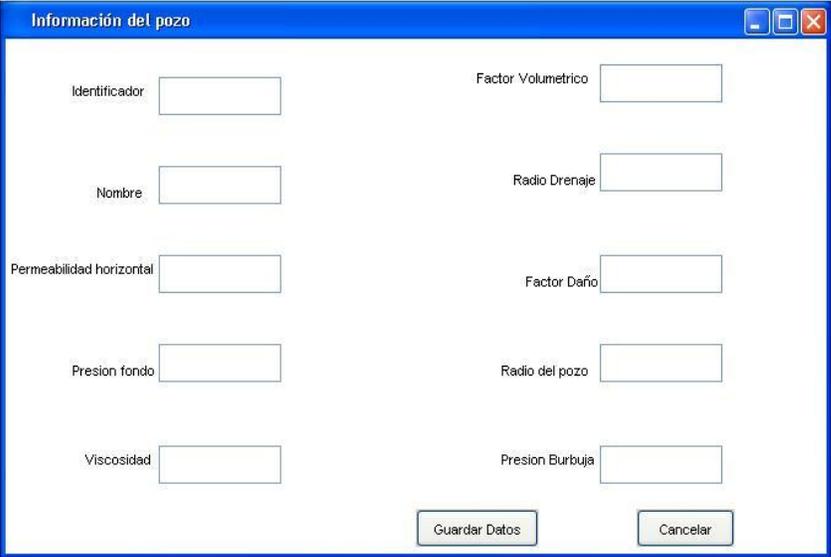
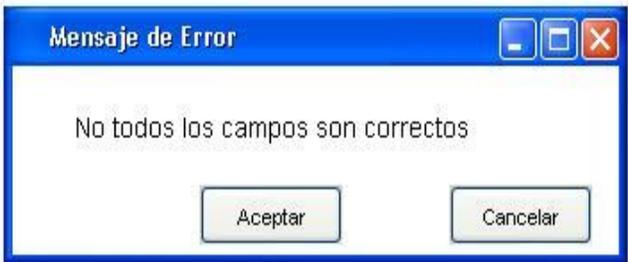
Sección “Eliminar Pregunta”

<p>1. El Administrador o el Especialista en Daños accede a la interfaz de eliminar pregunta.</p>	<p>2. El sistema muestra el listado de las preguntas existentes.</p> 
<p>3. El Administrador o el Especialista en Daños elige la pregunta a eliminar.</p> 	<p>4. El sistema pide confirmación de que desea eliminar la pregunta.</p> 
<p>5. El Administrador o el Especialista en Daños confirma la acción.</p>	<p>6. El sistema elimina la pregunta seleccionada.</p>
<p>Flujo alternativo de los eventos</p>	
<p>Acción del actor</p>	<p>Respuesta del sistema</p>

Poscondiciones	Se modifica la información de una pregunta determinada y se almacena el cambio.
-----------------------	---

A2 Tabla 5: Descripción detallada del CUS “Adicionar Información del Pozo”.

Caso de uso	Adicionar Información del pozo
Actores	Especialista en Daños, Administrador.
Propósito	Realizar la acción de insertar la información de un determinado pozo.
Resumen	El caso de uso se inicia cuando el Administrador o el Especialista en Daños acceden a la interfaz de Gestionar Información del Pozo y selecciona la acción de insertar la información de un pozo determinado y termina el caso de uso con la ejecución de la misma.
Precondiciones	En caso de que se desee insertar un pozo determinado, el administrador o el especialista en daños debe encontrarse registrados en el sistema.
Referencias	RF8.
Prioridad	Alta
Flujo normal de eventos	
Acción del actor	Respuesta del sistema
1. El Administrador o el Especialista en Daños acceden a la interfaz Principal.	2. El sistema muestra todas las acciones que se pueden realizar en él. 
3. El administrador accede a la	4. El sistema muestra todos los campos que se desean llenar en

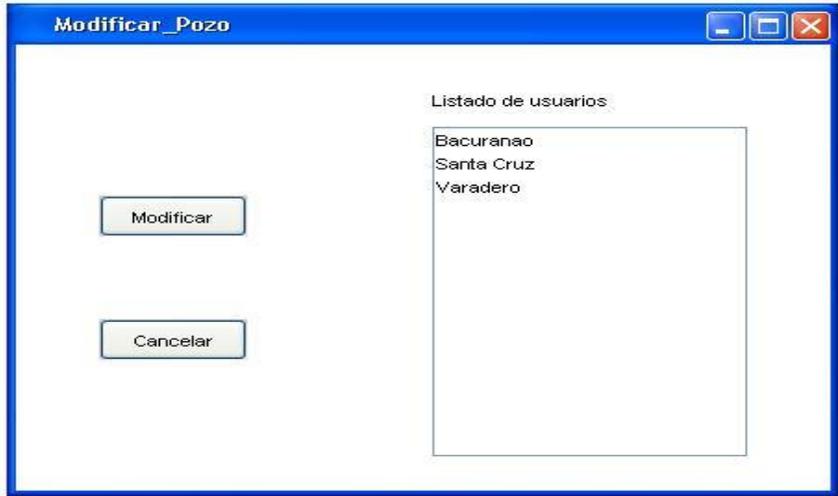
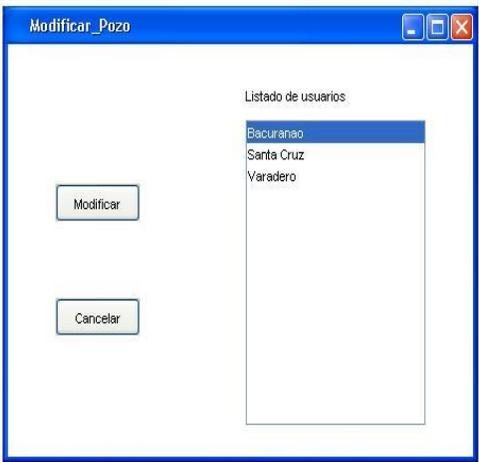
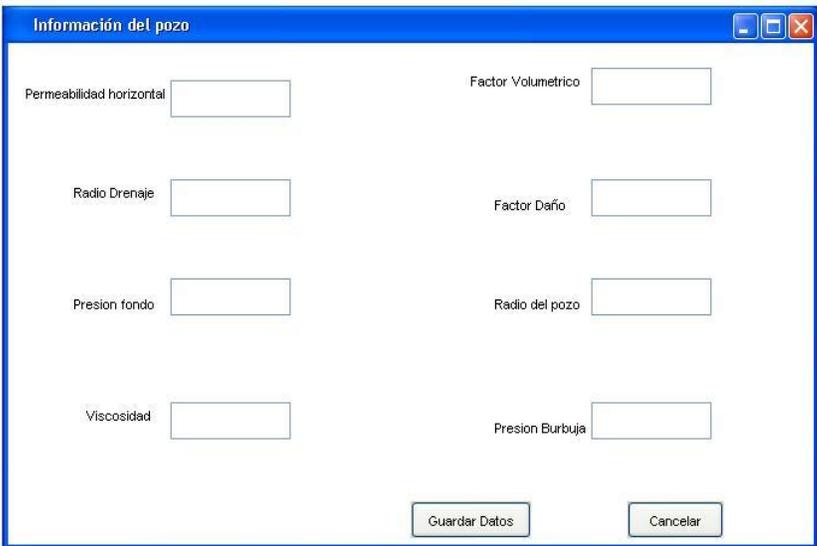
<p>interfaz Adicionar Información del Pozo.</p>	<p>esta interfaz.</p> 
<p>5. El Administrador o Especialista en Daños_introduce los datos en cada campo.</p>	<p>6. El sistema verifica que no exista ningún campo vacío o incorrecto. (Ver flujos alternos 1 y 2) 7. Inserta el nuevo pozo al sistema.</p>
<p>Flujo alternativo de los eventos</p>	
<p>Acción del actor</p>	<p>Respuesta del sistema</p>
	<p>1. En caso de introducir incorrectamente alguno de los valores el sistema muestra un mensaje de error.</p> 

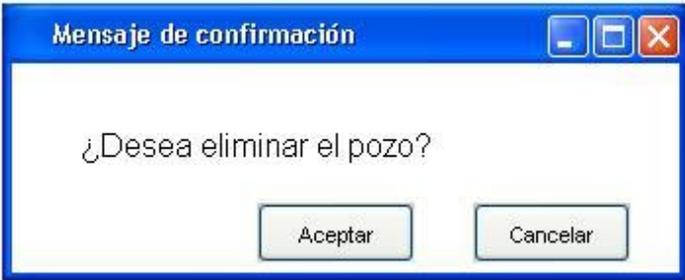
2. El Administrador o Especialista en Daños introducen nuevamente los datos en el campo indicado, continuando con el flujo normal de eventos.	
Poscondiciones	Se registra un nuevo al sistema.

A2 Tabla 6: Descripción detallada del CUS “Cambiar Información del Pozo”.

Caso de uso	Cambiar Información del Pozo.	
Actores	Administrador	
Propósito	Realizar una serie de acciones sobre la información del pozo almacenada anteriormente, que permita al usuario obtener un resultado satisfactorio acerca del diagnóstico.	
Resumen	El caso de uso se inicia cuando el Administrador accede a la interfaz de Gestionar Información de Pozo y selecciona la acción de modificar o eliminar la información de un pozo y termina el caso de uso con la ejecución de dicha acción.	
Precondiciones	En caso de que se desea modificar o eliminar la información de un pozo determinado, el administrador debe encontrarse registrado en el sistema	
Referencias	RF9, RF10.	
Prioridad	Alta	
Flujo normal de eventos		
Acción del actor	Respuesta del sistema	
1. El Administrador o el Especialista en Daños accede a la interfaz Principal.	2. El sistema muestra todas las acciones que se pueden realizar en él.	

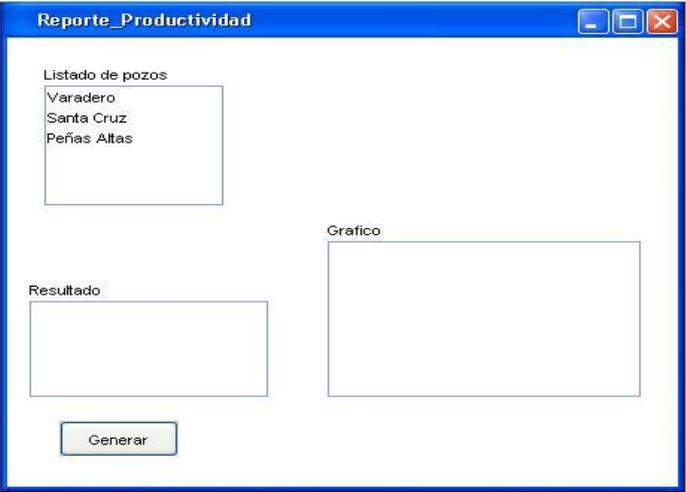
	
<p>3. El administrador accede a la interfaz Cambiar Información del Pozo.</p>	<p>4. El sistema muestra todas las acciones que se puede realizar en esta opción.</p>
<p>5. El Administrador o Especialista en Daños elige la acción a realizar.</p> <p>6. Si elige</p> <p>6.1. Modificar un pozo ir a la sección "Modificar Pozo".</p> <p>6.2. Eliminar un pozo ir a la sección "Eliminar Pozo"</p>	
<p>Sección "Modificar Pozo"</p>	

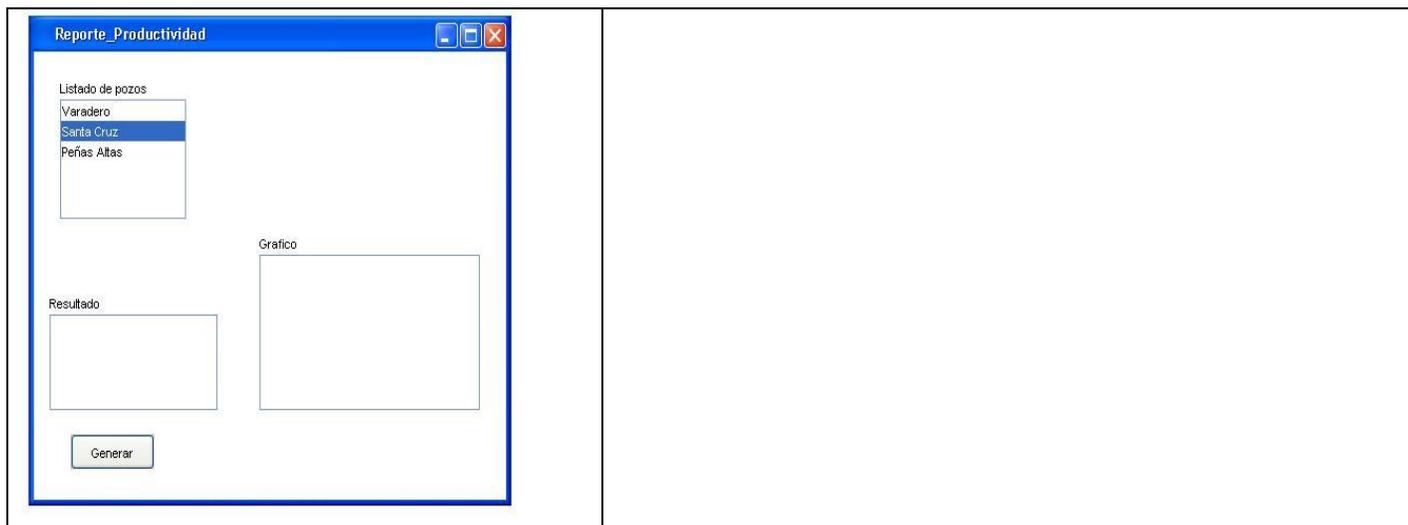
<p>1. El Administrador accede a la interfaz modificar pozo.</p>	<p>2. El sistema muestra el listado de los pozos almacenados.</p> 
<p>3. El Administrador selecciona el pozo que desea modificar.</p> 	<p>4. El sistema muestra la información correspondiente al pozo seleccionado.</p> 
<p>6. El Administrador realiza los cambios pertinentes</p>	<p>7. El sistema guarda los datos modificados en la base de datos y los actualiza.</p>

Sección “Eliminar Pozo”	
<p>1. El Administrador o el Especialista en Daños selecciona la opción Eliminar Pozo.</p>	<p>2. El sistema muestra el listado de todos los pozos existentes.</p> 
<p>3. El Administrador o el Especialista en Daños elige el pozo a eliminar.</p> 	<p>4. El sistema pide confirmación de que desea eliminar el pozo.</p> 
<p>5. El Administrador o el Especialista en Daños confirma la acción.</p>	<p>6. El sistema elimina el pozo seleccionado.</p>
Flujo alterno de los eventos	
Acción del actor	Respuesta del sistema
Poscondiciones	Se modifica la información de un pozo determinado y se almacena el cambio.

A2 Tabla 7: Descripción detallada del CUS “Generar Reportes”.

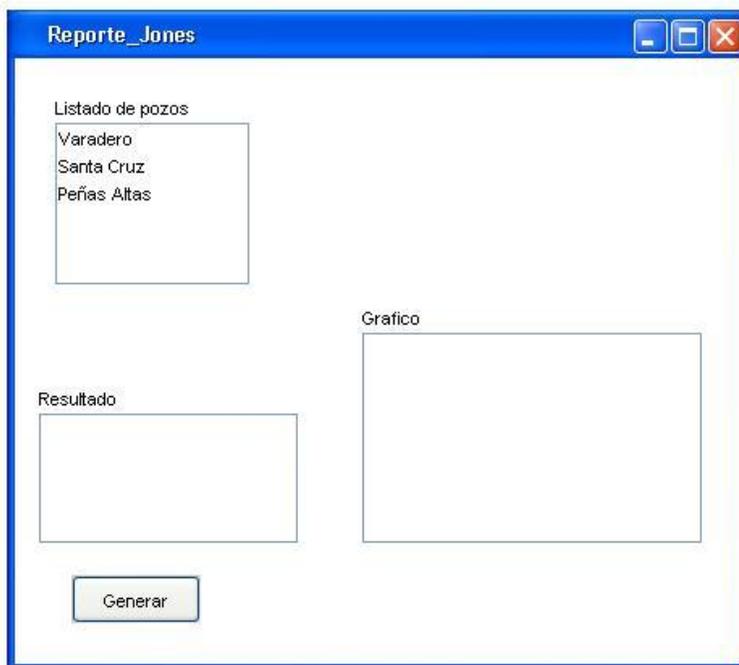
Caso de uso	Generar Reportes	
Actores	Especialista en Daños, Administrador.	
Propósito	Generar los reportes correspondientes a los métodos matemáticos utilizados para poder realizar el diagnóstico de daños y el análisis de productividad.	
Resumen	El caso de uso se inicia cuando el Especialista en Daños realiza los cálculos pertenecientes a alguno de los métodos correspondientes tanto al diagnóstico de daños como análisis de la producción y genera un reporte por cada uno de los métodos con los resultados y la representación grafica.	
Precondiciones	Debe estar registrado en el sistema el especialista en daños para poder realizar estas operaciones.	
Referencias	RF11.	
Prioridad	Critico.	
Flujo normal de eventos		
Acción del actor	Respuesta del sistema	
1. El Especialista en Daños accede a la interfaz principal.	2. El sistema muestra todas la opciones que aqui se realizan.	
		
3. El Especialista en Daños selecciona la opción Generar Reportes.		
4. Si elige:		
4.1. Generar Reporte de Darcy, Vogel o Weller ir a la sección " Reporte de Productividad ".		
4.2. Generar Reporte de Jones ir a la		

<p>sesión " Reporte de Jones "</p> <p>4.3. Generar Reporte de Sistema Experto ir a la sesión " Reporte de Sistema Experto "</p>	
Sección "Reporte de Productividad"	
<p>.</p>	<p>1. El sistema muestra la interfaz referente a este reporte con un listado de los pozos.</p> 
<p>2. El especialista selecciona el pozo del cual desee generar el reporte.</p>	<p>3. El sistema muestra los resultados del análisis de producción.</p> <p>4. El sistema verifica que los resultados sean correctos. (Ver flujos alternos 1 y 2).</p> <p>5. El sistema almacena los datos del reporte.</p>



Sección "Reporte de Jones"

1. El sistema muestra la interfaz referente a este reporte con un listado de los pozos.



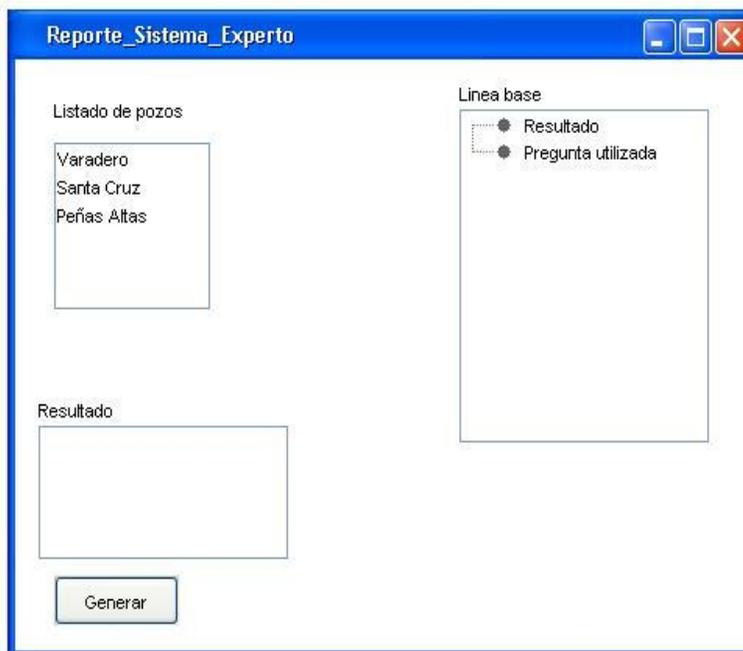
2. El especialista selecciona el pozo del cual desee generar el reporte.



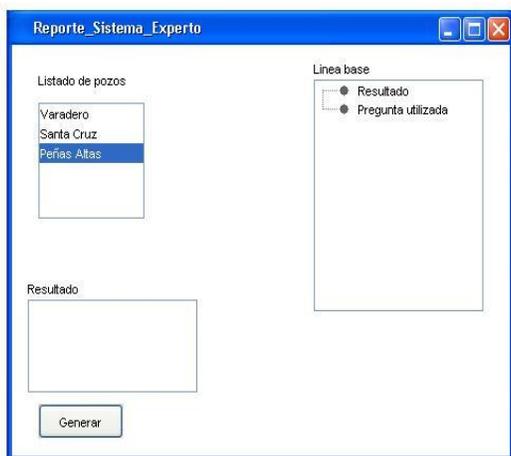
3. El sistema muestra los resultados del diagnóstico de daños.
4. El sistema verifica que los resultados sean correctos. (Ver flujos alternos 1 y 2).
5. El sistema almacena los datos del reporte.

Sección "Reporte de Sistema Experto"

1. El sistema muestra la interfaz referente a este reporte con un listado de los pozos.

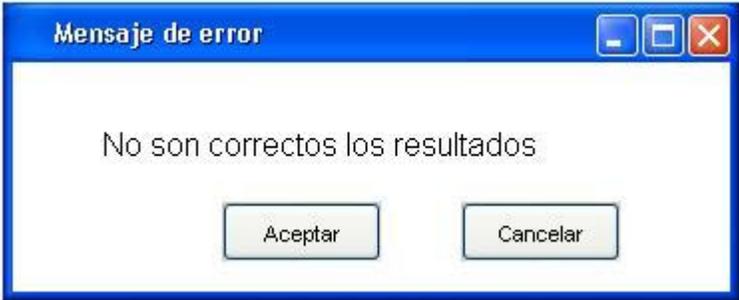


2. El especialista selecciona el pozo del cual desee generar el reporte.



3. El sistema muestra los resultados del diagnóstico de daños.
4. El sistema verifica que los resultados sean correctos. (Ver flujos alternos 1 y 2).
5. El sistema almacena los datos del reporte.

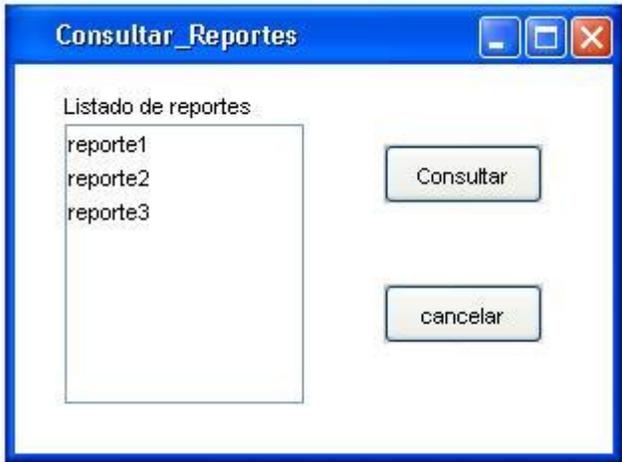
Flujo alternativo de los eventos

Acción del actor	Respuesta del sistema
	<p>1. Si existen errores, el sistema le muestra un mensaje de error al usuario.</p> 
<p>2. El Especialista en Daños realiza nuevamente el proceso de análisis de productividad o de diagnóstico de daños según sea el caso y genera nuevamente el reporte.</p>	
Poscondiciones	Se realiza la acción que seleccione el usuario.

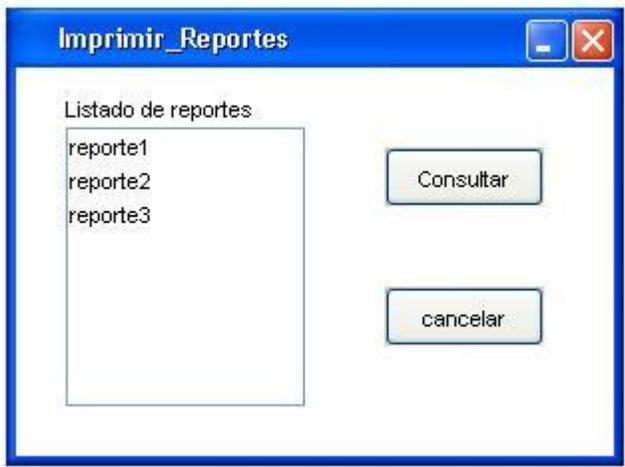
A2 Tabla 8: Descripción detallada del CUS “Revisar Reportes”.

Caso de uso	Revisar Reportes
Actores	Especialista en Daños, Administrador.
Propósito	Realizar cualquier tipo de acción sobre los reportes que se generan a partir de los cálculos matemáticos realizados para poder llegar a conclusiones de un módulo de lo que sería el diagnóstico de daños y el análisis de la productividad.
Resumen	El caso de uso se inicia cuando el Especialista en Daños o el Administrador accede a alguna de las interfaces para realizar tanto diagnóstico de daños como análisis de la producción y selecciona cualquiera de las siguientes opciones pertenecientes a los reportes: almacenar, consultar o imprimir, el caso de uso finaliza cuando se finalice la opción escogida.

Precondiciones	Deben estar autenticados en el sistema tanto el administrador como el especialista en daños para poder realizar estas operaciones.	
Referencias	RF12, RF13, RF14.	
Prioridad	Alta.	
Flujo normal de eventos		
Acción del actor	Respuesta del sistema	
1. El Especialista en Daños o el Administrador accede a la interfaz principal.	2. El sistema muestra todas la opciones que aqui se realizan.	
		
3. El Especialista en Daños o el Administrador selecciona la opción Revisar Reportes		
4. Si elige:		
4.1. Consultar los reportes ir a la sección "Consultar Reportes."		
4.2. Imprimir los reportes ir a la sección "Imprimir Reportes".		
Sección "Consultar Reportes".		
1. El Especialista en Daños o el Administrador accede a la interfaz de Consultar Reportes.	2. El sistema muestra un listado de los reportes existentes.	

	 <p>The screenshot shows a window titled "Consultar_Reportes" with a blue header. Inside, there is a list box labeled "Listado de reportes" containing three items: "reporte1", "reporte2", and "reporte3". To the right of the list box are two buttons: "Consultar" and "cancelar".</p>
<p>3. El Especialista en Daños o el Administrador seleccionan el reporte que desean consultar.</p>  <p>The screenshot shows the same "Consultar_Reportes" window, but now "reporte2" is highlighted with a blue background in the list box. The "Consultar" and "cancelar" buttons remain visible.</p>	<p>4. El sistema visualiza todos los datos del reporte.</p>

Sección "Imprimir Reportes".

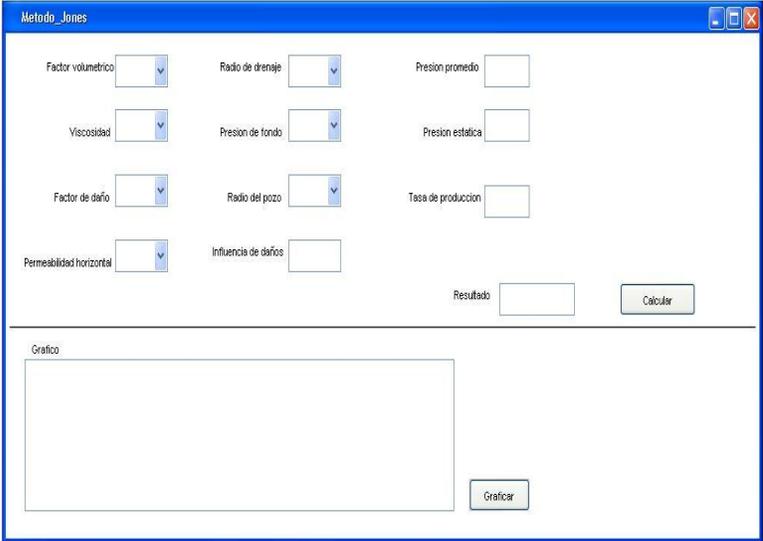
<p>1. El Especialista en Daños o el Administrador selecciona la opción de Imprimir Reportes.</p>	<p>2. El sistema muestra un listado de los reportes existentes.</p> 
--	--

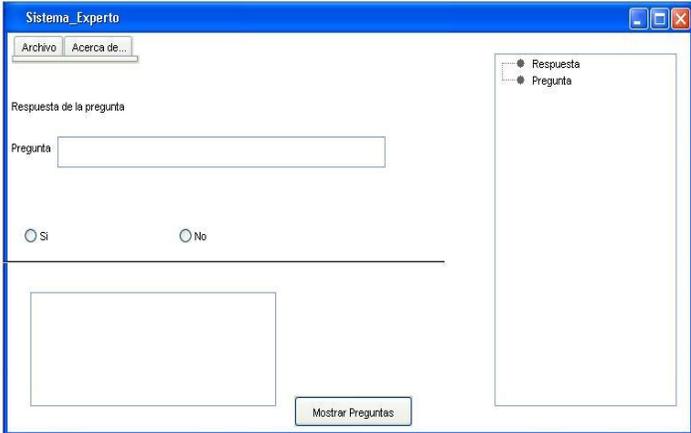
<p>3. El Especialista en Daños o el Administrador seleccionan el reporte que desean imprimir.</p> 	<p>4. El sistema muestra todos los datos del reporte. El sistema imprime el reporte seleccionado.</p>
---	---

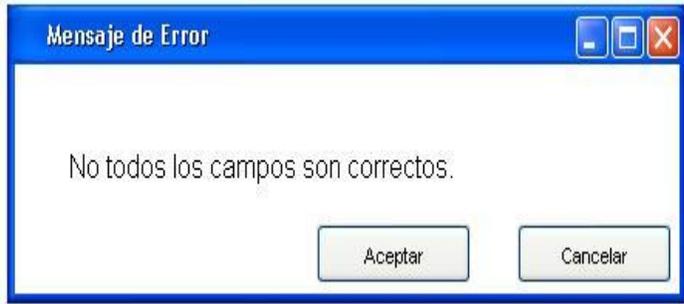
Flujo alternativo de los eventos	
Acción del actor	Respuesta del sistema
Poscondiciones	Se realiza la acción que seleccione el usuario.

A2 Tabla 9: Descripción detallada del CUS “Diagnosticar Daños a la Formación”.

Caso de uso	Diagnosticar Daños a la Formación.	
Actores	Especialista en Daños, Administrador	
Propósito	Realizar un grupo de acciones para poder realizar una representación gráfica de estas acciones.	
Resumen	El caso de uso se inicia cuando tanto el Administrador como el Especialista en Daños acceden a la opción Diagnosticar Daños y realizan todas las opciones que se brinda a través de esta interfaz.	
Precondiciones	Para realizar el diagnóstico de daños es necesario que tanto el Administrador como el Especialista en Daños estén registrados en el sistema.	
Referencias	RF15, RF16.	
Prioridad	Crítico	
Flujo normal de eventos		
Acción del actor	Respuesta del sistema	
1. El Especialista en Daños o el Administrador del sistema accede a la interfaz Principal.	2. El sistema muestra todas las acciones que se realizan en esa interfaz.	
		
3. El Especialista en Daños o el Administrador selecciona la opción de Diagnosticar Daños.		
El Administrador del sistema o el Especialista en Daños elige que opción realizar primero.		

<p>1. Si elige: 1.1. Realizar Método de Jones ir a la sección "Método de Jones". 1.2. Realizar Sistema Experto ir a la sección "Sistema Experto"</p>	
<p>Sección "Método de Jones"</p>	
<p>1. El Administrador o el Especialista en Daños acceden a la interfaz de diagnosticar daños.</p>	<p>2. El sistema muestra las acciones que se realizan en esta opción.</p>
<p>3. El Especialista en Daños o el Administrador selecciona la opción de realizar el método de Jones.</p>	<p>4. El sistema muestra la interfaz relacionada con el método de Jones con todos los campos que se necesitan llenar.</p> 
<p>5. El Especialista en Daños o el Administrador introducen todos los parámetros necesarios para realizar los cálculos.</p>	<p>6. El sistema verifica que los datos sean correctos.(Ver flujos Alternos 1 y 2) 7. El sistema realizar los cálculos pertinentes.</p>
<p>Sección "Sistema Experto"</p>	

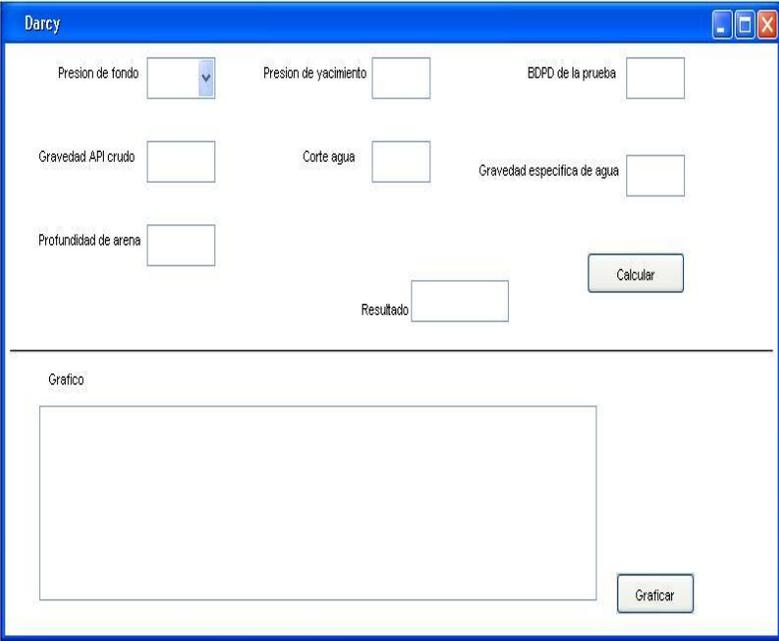
<p>1. El Administrador o el Especialista en Daños acceden a la interfaz de diagnosticar daños.</p>	<p>2. El sistema muestra todas las opciones que se pueden realizar para esta función.</p>
<p>3. El Especialista en Daños o el Administrador selecciona la opción de realizar el sistema experto.</p>	<p>4. El sistema va mostrando las preguntas que se encuentran almacenadas de manera consecutiva en un cuadro de diálogo.</p>  <p>5. El sistema le brinda la opción al usuario, mediante este cuadro de diálogo responder las preguntas a través de radio buttons de si o no.</p>
<p>6. El Especialista en Daños o el Administrador responde las preguntas pulsando cada uno de los botones según sea el caso.</p>	
<p>Flujo alterno de los eventos</p>	
<p>Acción del actor</p>	<p>Respuesta del sistema</p>

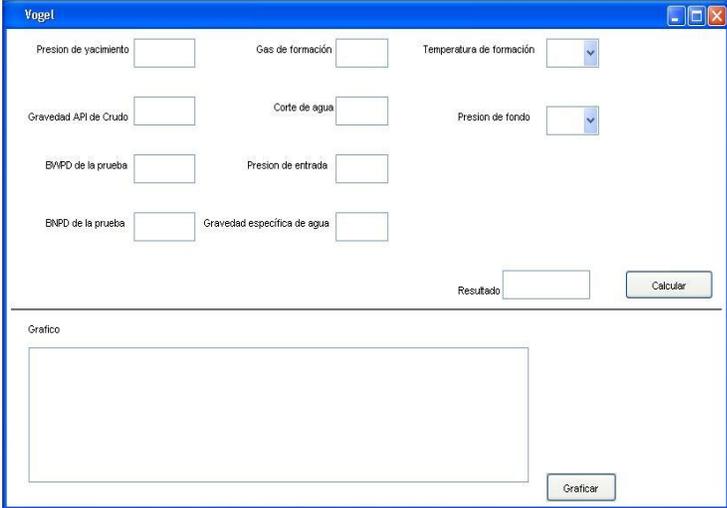
	<p>1. En caso de existir algún error el sistema le muestra un mensaje informándole al usuario.</p> 
<p>2. El Administrador o el Especialista en Daños introducen correctamente los datos y continúa el flujo normal de eventos.</p>	
<p>Poscondiciones</p>	<p>Se muestra el resultado del diagnóstico de daños.</p>

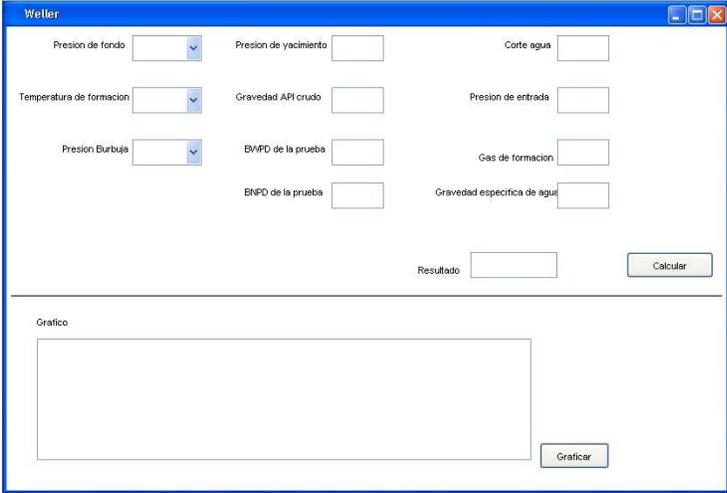
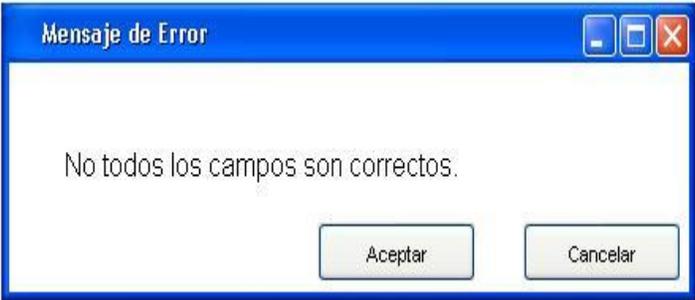
A2 Tabla 10: Descripción detallada del CUS “Analizar Productividad del Pozo”.

Caso de uso	Analizar Productividad en los Pozos.
Actores	Especialista en Daños, Administrador.
Propósito	Realizar un grupo de acciones para poder realizar una representación gráfica de estas acciones.
Resumen	El caso de uso se inicia cuando tanto el Administrador como el Especialista en Daños acceden a la opción Analizar Productividad y realizan todas las opciones que se brinda a través de esta interfaz.
Precondiciones	Para realizar el Análisis de Productividad es necesario que tanto el Administrador como el Especialista en Daños estén registrados en el sistema.
Referencias	RF18, RF19, RF20.
Prioridad	Critico
Flujo normal de eventos	
Acción del actor	Respuesta del sistema

<p>1. El Especialista en Daños o el Administrador del sistema accede a la interfaz Principal.</p>	<p>2. El sistema muestra todas las acciones que se realizan en esa interfaz.</p> 
<p>3. El Especialista en Daños o el Administrador selecciona la opción de Analizar Productividad.</p>	<p>4. El sistema muestra las acciones que se realizan en esta opción y un listado de los pozos.</p>
<p>5. El Administrador del sistema o el Especialista en Daños selecciona el pozo al cual se le va a realizar el análisis.</p>	<p>6. El sistema analiza los parámetros para seleccionar cual de los métodos se utiliza.</p> <p>7. Si se determina que:</p> <p>9.1. La presión fluyente de fondo (P_{wf}) está por encima de la presión de burbuja (P_b) ir a la sección "Método de Darcy".</p> <p>9.2. La presión fluyente de fondo (P_{wf}) está por debajo de la presión de burbuja (P_b) ir a la sección "Método de Vogel".</p> <p>9.3. La presión de burbuja (P_b) está por debajo de la presión de yacimiento (P_y) y por encima de la presión fluyente de fondo (P_{wf}) ir a la sección "Método De Weller".</p>
<p>Sección "Método de Darcy"</p>	

<p>1. El Especialista en Daños o el Administrador accede a la interfaz del método de Darcy.</p>	<p>2. El sistema muestra todos los campos que se necesitan llenar.</p> 
<p>3. El Especialista en Daños o el Administrador introducen todos los parámetros necesarios para realizar los cálculos.</p>	<p>4. El sistema verifica que los datos sean correctos.(Ver flujos Alternos 1 y 2) 5. El sistema realiza los cálculos pertinentes.</p>
<p>Sección "Método de Vogel "</p>	

<p>1. El Especialista en Daños o el Administrador selecciona la opción de realizar el método de Vogel.</p>	<p>2. El sistema muestra la interfaz relacionada con el método de Vogel con todos los campos que se necesitan llenar.</p> 
<p>3. El Especialista en Daños o el Administrador introducen todos los parámetros necesarios para realizar los cálculos.</p>	<p>4. El sistema verifica que los datos sean correctos.(Ver flujos Alternos 1 y 2) 5. El sistema realiza los cálculos pertinentes.</p>
<p>Sección "Método de Weller "</p>	

<p>1. El Especialista en Daños o el Administrador selecciona la opción de realizar el método Combinado.</p>	<p>2. El sistema muestra la interfaz relacionada con el método Combinado con todos los campos que se necesitan llenar.</p> 
<p>3. El Especialista en Daños o el Administrador introducen todos los parámetros necesarios para realizar los cálculos.</p>	<p>4. El sistema verifica que los datos sean correctos.(Ver flujos Alternos 1) 5. El sistema realiza los cálculos pertinentes.</p>
<p>Flujo alternativo de los eventos</p>	
<p>Acción del actor</p>	<p>Respuesta del sistema</p>
	<p>1. En caso de existir algún error el sistema le muestra un mensaje informándole al usuario.</p> 

2. El Administrador o el Especialista en Daños introducen correctamente los datos y continúa el flujo normal de eventos.	
Poscondiciones	Se muestra el resultado del análisis de productividad.

A2 Tabla 12: Descripción detallada del CUS “Graficar Modelos”.

Caso de uso	Graficar Modelos.
Actores	Especialista en Daños, Administrador.
Propósito	Realizar una representación gráfica de los cálculos matemáticos antes realizados para lograr tanto un diagnóstico de daños como un análisis de productividad de manera exitosa.
Resumen	El caso de uso se inicia cuando tanto el Administrador como el Especialista en Daños acceden a la opción Graficar Modelo de Análisis Productividad y finaliza cuando se grafica el resultado de los cálculos antes realizados.
Precondiciones	Para poder graficar el Modelo correspondiente es necesario que se hayan realizado los cálculos matemáticos.
Referencias	RF17, RF21, RF22, RF23.
Prioridad	Critico
Flujo normal de eventos	
Acción del actor	Respuesta del sistema
1. El Especialista en Daños o el Administrador del sistema accede a la interfaz Principal.	2. El sistema muestra todas las acciones que se realizan en esa interfaz. 

<p>3. El Especialista en Daños o el Administrador selecciona la opción según el proceso que desee realizar</p> <p>4. Si elige:</p> <p>4.1. Graficar el resultado del diagnóstico de daños ir a la sección "Diagnosticar Daños".</p> <p>4.2. Graficar el resultado del análisis de la productividad ir a la sección "Analizar Productividad".</p>	
Sección "Diagnosticar Daños"	
<p>1. El Especialista en Daños o el Administrador accede a la opción Diagnosticar Daños.</p>	<p>2. El sistema muestra las acciones que se realizan en opción.</p>
<p>3. El Administrador del sistema o el Especialista en Daños accede a la interfaz del método que desea graficar.</p> <p>4. Si desea:</p> <p>4.1. Graficar el resultado del método de Jones ir a la sección "Método de Jones".</p>	
Sección "Analizar Productividad"	
<p>1. El Especialista en Daños o el Administrador seleccionan la opción de Analizar Productividad.</p>	<p>2. El sistema muestra las acciones que se realizan en opción.</p>
<p>3. El Administrador del sistema o el Especialista en Daños accede a la interfaz del método que desea graficar.</p>	

4. Si desea:
- 4.1. Graficar el resultado del método de Darcy ir a la sección " Método de Darcy".
 - 4.2. Graficar el resultado del método de Vogel " Método de Vogel".
 - 4.3. Graficar el resultado del método de Weller ir a la sección " Método De Weller".

Sección " Método de Jones"

1. El Especialista en Daños o el Administrador acceden a la interfaz del método de Jones.

2. El sistema muestra el resultado matemático realizado anteriormente.

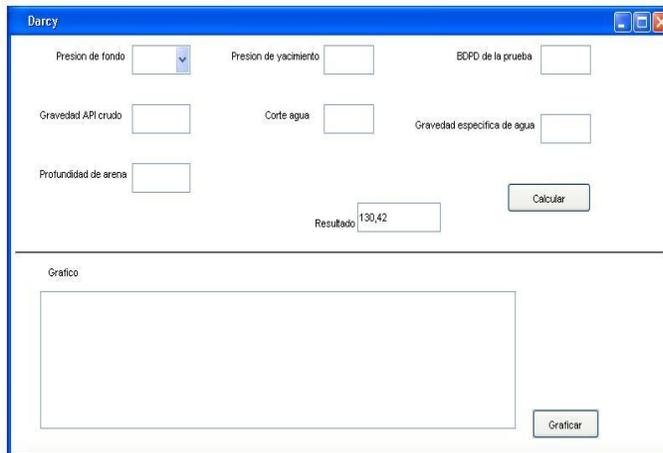
The screenshot shows a software window titled "Metodo_Jones". It features a grid of input fields for various parameters: "Factor volumetrico", "Radio de drenaje", "Influencia de daños", "Viscosidad", "Presion de fondo", "Presion promedio", "Factor de daño", "Radio del pozo", "Presion estatica", and "Permeabilidad horizontal". Each field has a dropdown arrow. Below the grid, there is a "Resultado" field containing the value "125,85" and a "Calcular" button. At the bottom of the window, there is a "Grafico" area with a "Graficar" button.

3. El sistema verifica que el resultado sea correcto (Ver flujos alternos 1 y 2).

4. El administrador o el Especialista en Daños oprimen el botón de graficar.	5. El sistema muestra el resultado a través de una gráfica.
--	---

Sección " Método de Darcy "

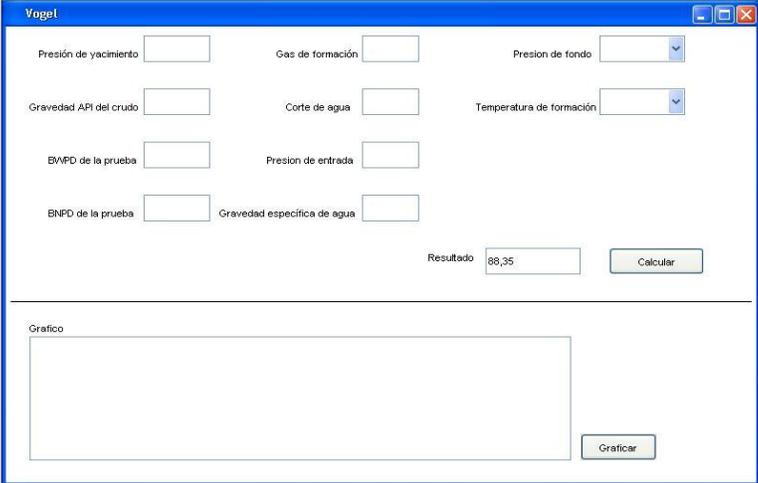
1. El Especialista en Daños o el Administrador acceden a la interfaz del método de Jones.	2. El sistema muestra el resultado matemático realizado anteriormente.
---	--

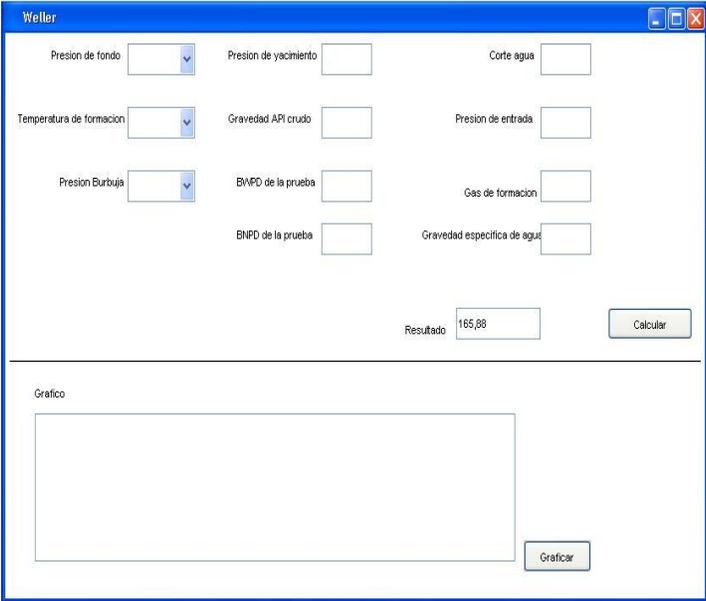
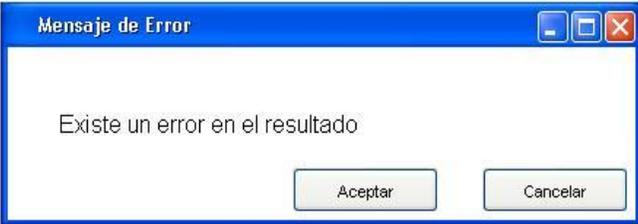


3. El sistema verifica que el resultado sea correcto (Ver flujos alternos 1 y 2).

4. El administrador o el Especialista en Daños oprimen el botón de graficar.	5. El sistema muestra el resultado a través de una gráfica.
--	---

Sección " Método de Vogel "

<p>1. El Especialista en Daños o el Administrador acceden a la interfaz del método de Jones.</p>	<p>2. El sistema muestra el resultado matemático realizado anteriormente.</p>  <p>3. El sistema verifica que el resultado sea correcto (Ver flujos alternos 1 y 2).</p>
<p>4. El administrador o el Especialista en Daños oprimen el botón de graficar.</p>	<p>5. El sistema muestra el resultado a través de una gráfica.</p>
<p style="text-align: center;">Sección " Método de Weller "</p>	

<p>1. El Especialista en Daños o el Administrador acceden a la interfaz del método de Jones.</p>	<p>2. El sistema muestra el resultado matemático realizado anteriormente.</p>  <p>3. El sistema verifica que el resultado sea correcto (Ver flujos alternos 1 y 2).</p>
<p>4. El administrador o el Especialista en Daños oprimen el botón de graficar.</p>	<p>5. El sistema muestra el resultado a través de una gráfica.</p>
<p>Flujo alterno de los eventos</p>	
<p>Acción del actor</p>	<p>Respuesta del sistema</p>
	<p>1. En caso de alguna anomalía el sistema muestra un mensaje de error.</p> 

2. El Administrador o el Especialista en Daños verifica el error y realiza nuevamente el cálculo continuando con el flujo normal de eventos.	
Poscondiciones	Se muestra el resultado del análisis de productividad.

Anexo 3: Preguntas de las entrevistas

Entrevista número 1

Objetivo: Entender lo que el cliente quiere que realice el sistema.

¿Qué necesitan que se informatice para que el producto funcione?

¿Qué grado de complejidad tendría la base de datos a realizar?

¿Cuáles son los términos relacionados con el tema del petróleo que nos puede resultar de interés en nuestra investigación?

¿Existe algún software que realice lo que se hace de manera manual actualmente? ¿Si existe alguna diga cual es y en qué consiste?

¿Qué complejidad matemática se usará en la construcción del producto?

¿Utilizan alguna metodología para realizar este proceso?

¿Qué bibliografía utilizan para realizar la investigación que se lleva a cabo en cada una de las acciones realizadas?

Entrevista número 2

Objetivo: Realizar el entendimiento del negocio.

#	Pregunta	Objetivo
1	¿Cuántas personas del personal de trabajo van a interactuar con el sistema?	Obtener los actores del negocio.
2	¿Quién o quiénes son las personas interesadas por el sistema, es decir, las personas que se van a beneficiar con el mismo?	Obtener los actores del negocio.
3	¿Qué personas realizarán los procesos más significativos?	Obtener los trabajadores del negocio.

#	Pregunta	Objetivo
1	¿Cuáles son los procesos que se realizan?	Obtener los procesos del negocio.
2	¿Cómo se requiere que se realicen estos	Entender los procesos del negocio.

	procesos?	
3	¿Con que objetivo se realizan los mismos?	Entender los procesos del negocio.

#	Pregunta	Objetivo
1	¿Al realizarse alguno de estos procesos se genera algún tipo de documentación?	Obtener las entidades del negocio.
2	¿Cuál o cuáles son?	Obtener las entidades del negocio.

#	Pregunta	Objetivo
1	¿Tienen algún tipo de especificación que se necesita para realizar la aplicación?	Obtener las reglas del negocio.

Entrevista número 3

Objetivo: Realizar el levantamiento de requisitos.

¿Cuáles factores consideran necesarios para que el sistema cumpla una vez terminado el producto?

¿Cómo quisieran que fuera el producto desde el punto de vista estético y funcional?

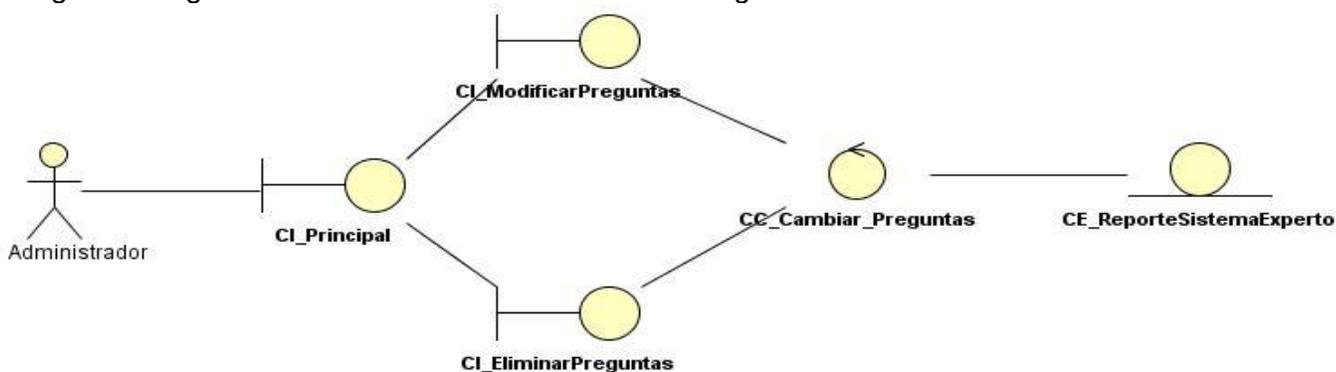
¿Además de todos estos factores y condiciones antes mencionadas tanto para el producto como para el sistema, desean mencionar algo más que no se haya dicho hasta el momento?

Anexo 4: Clases del análisis y modelo de diseño.

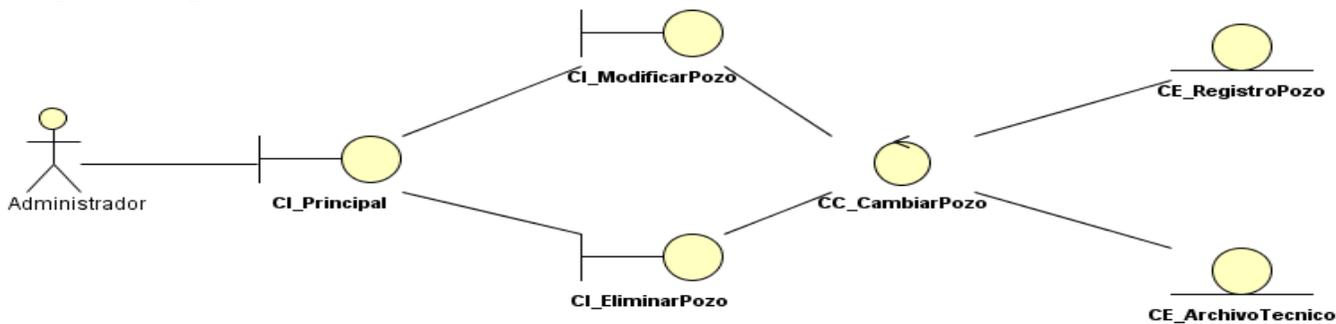
A4 Figura1: Diagrama de clases del análisis "Autenticar Usuario".



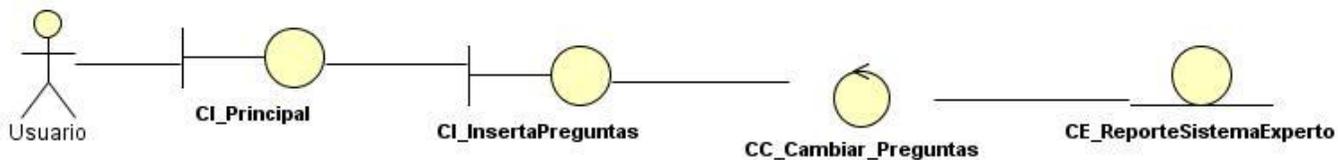
A4 Figura2: Diagrama de clases del análisis “Cambiar Preguntas”.



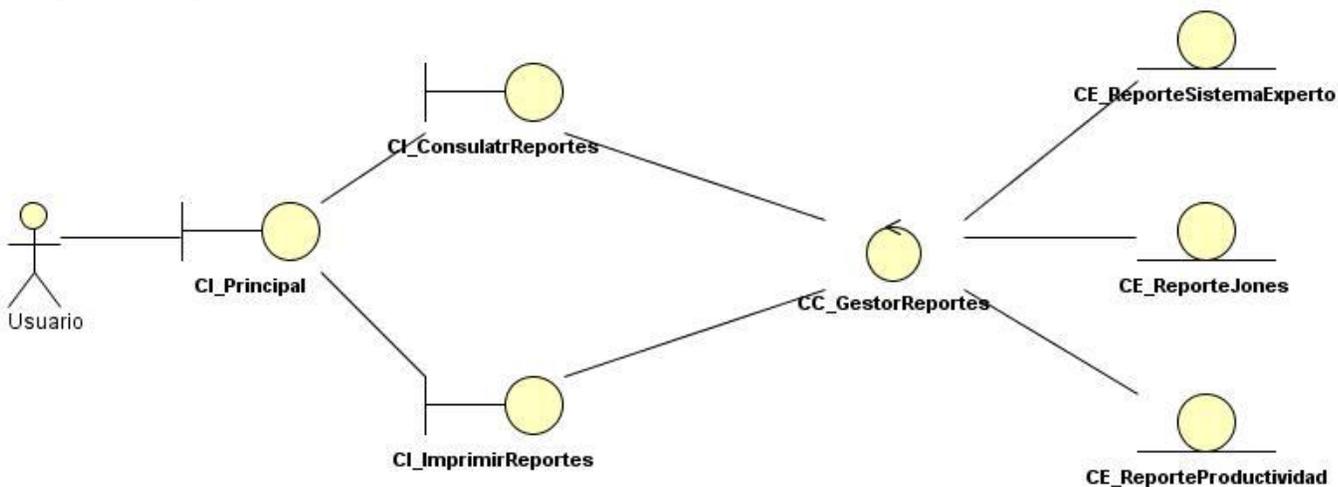
A4 Figura3: Diagrama de clases del análisis “Cambiar Pozo”.



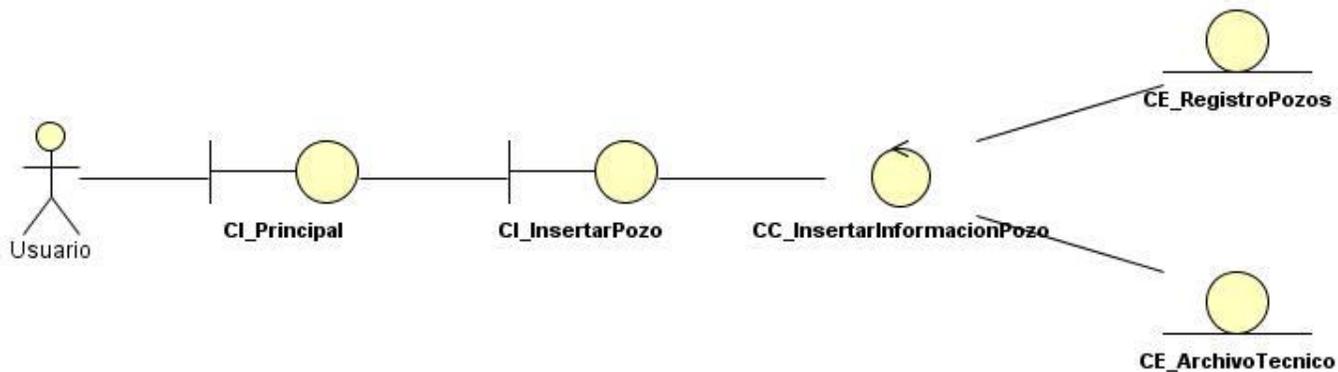
A4 Figura4: Diagrama de clases del análisis “Insertar Pregunta”.



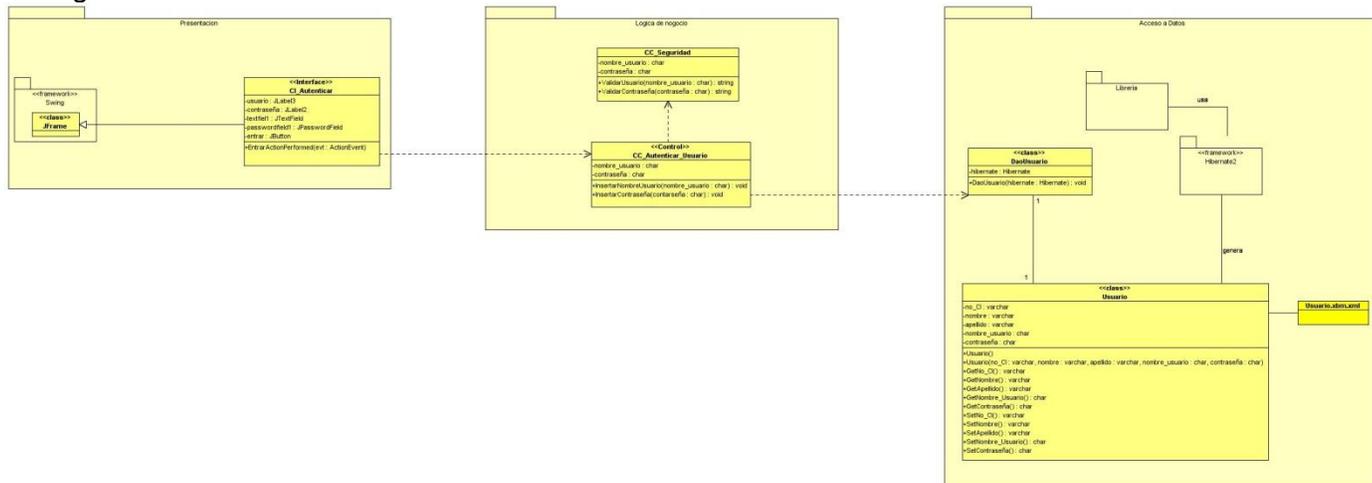
A4 Figura6: Diagrama de clases del análisis "Revisar Reporte".



A4 Figura7: Diagrama de clases del análisis "Adicionar Pozo".



A4 Figura8: Modelo de diseño “Autenticar”.



A4 Figura10: Modelo de diseño “Insertar Preguntas”.

