

Universidad de las Ciencias Informáticas

Facultad #9



Título: Sistema para la Gestión de Información referente a
Pegaduras de Tuberías durante la perforación de pozos
petroleros.SISGIP

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

Autores: Olga María Rivera Correa

Arlen Navarro Sánchez

Tutores: Ing. Alexey Díaz Domínguez

Ing. Edgar A. George de Armas

Ciudad de la Habana Mayo 2010

“No estudio por saber más, sino por ignorar menos”

Sor Juana Inés de la Cruz

DEDICATORIA

De Olga María:

Dedico este trabajo a mis padres como reconocimiento a sus innumerables sacrificios, que con esfuerzo me enseñaron siempre el camino a seguir para realizarme y ser útil a la sociedad, gracias a los cuales he podido alcanzar mis aspiraciones.

De Arlen:

A mis padres Cristina y Arnaldo ejemplos a seguir cada día, a ellos con todo mi cariño va dedicado este trabajo.

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Declaramos ser autores de la presente tesis y autorizamos a la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) y al Centro de Investigaciones del Petróleo (CEINPET) a hacer uso del mismo en su beneficio.

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

Autores: Olga María Rivera Correa

Arlen Navarro Sánchez

Tutor: Ing. Alexey Díaz Domínguez

RESUMEN

El presente trabajo es el resultado de la investigación que propone la implementación de un componente para la plataforma del Centro de Investigaciones del Petróleo (CEINPET), con el objetivo de mejorar el manejo de la información referente a las pegaduras de tuberías que se presentan durante el proceso de perforación de los pozos de petróleo en el país, orientando a los especialistas del centro a encontrar soluciones más seguras ante esta situación.

En el primer capítulo se aborda toda la teoría relacionada con el proceso de pegadura de tuberías durante la perforación de los pozos petroleros.

En el segundo capítulo se describen las tecnologías y herramientas utilizadas para el desarrollo del sistema.

El tercer capítulo describe el modelado del Sistema para la Gestión de Información de Pegaduras de Tuberías (SISGIP).

El cuarto capítulo describe la parte del modelado correspondiente al diseño del sistema y cómo se construye éste a partir del diseño.

Como resultado de la investigación se obtiene un componente automatizado capaz de satisfacer las necesidades del centro CEINPET, permitiendo clasificar las pegaduras de tuberías y brindar ante éstas, soluciones más seguras.

Palabras claves: componente, pegadura de tuberías, CEINPET, clasificar, soluciones.

INTRODUCCIÓN 1

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DEL SISTEMA SIGGIP 6

1.1 Introducción..... 6

1.2 Conceptos relacionados al dominio de Pegaduras de Tuberías presentes en la perforación de pozos de petróleo..... 6

 1.2.1 Pega de Tuberías..... 6

 1.2.2 Métodos para liberar la tubería Pegada..... 17

1.3 Proceso de pega de tuberías durante la perforación de pozos petroleros..... 18

 1.3.1 Descripción general del proceso de pega de tuberías presente en la perforación de pozos petroleros. 18

 1.3.2 Entorno donde coexiste el proceso de pega de tuberías durante la perforación de pozos de petróleo 19

 1.3.3 Descripción detallada de la situación problemática en el proceso de pega de tuberías durante la perforación de pozos de petróleo 19

1.4 Características del sistema GESCOM..... 20

1.5 Conclusiones..... 21

CAPÍTULO 2: TENDENCIAS Y TECNOLOGÍAS ACTUALES A UTILIZAR PARA EL SISTEMA SIGGIP 22

2.1 Introducción..... 22

2.2 Características de RUP como metodología de desarrollo de software a utilizar en la implementación del sistema SIGGIP..... 22

2.3 Características de UML, lenguaje de modelado para la implementación del sistema SIGGIP..... 23

2.4 Características de *Visual Paradigm* como herramienta CASE utilizada para la implementación del sistema SIGGIP..... 24

2.5 Características de *Python* como lenguaje de programación para la implementación del componente SIGGIP 24

 2.5.1 Por qué utilizar *Python*..... 24

 2.5.2 Características de *Python* como lenguaje de programación..... 25

2.6 Características de Eclipse como IDE utilizado para la implementación del sistema SIGGIP 25

2.7 Características de QT como Framework para desarrollar el sistema SIGGIP 27

2.8 Características de *SQLite*, como sistema gestor de base de datos (SGBD), para el desarrollo del sistema SIGGIP..... 28

2.9 Características de la arquitectura en tres capas para el desarrollo del sistema SIGGIP 29

2.10 Conclusiones.....	31
CAPÍTULO 3: PRESENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA PARA EL SISTEMA SIGGIP	32
3.1 Introducción.....	32
3.2 Modelo de dominio.....	32
3.3 Descripción general del modelo de dominio	32
3.3.1 Diagrama de clases del modelo de domino del sistema SIGGIP	33
3.3.2 Descripción de las clases	33
3.4 Especificación de los requerimientos funcionales para el sistema SIGGIP.....	34
3.4.1 Listado de los requerimientos funcionales para el sistema SIGGIP.....	34
3.4.2 Listado de requerimientos no funcionales para el sistema SIGGIP	37
3.5 Descripción del sistema SIGGIP	38
3.5.1 Actores del sistema SIGGIP	38
3.5.2 Descripción general de los actores del sistema SIGGIP	38
3.5.3 Diagrama de Casos de Usos del sistema SIGGIP	39
3.5.4 Descripción textual de los principales casos de uso del sistema SIGGIP	40
3.6 Conclusiones.....	57
CAPÍTULO 4: CONSTRUCCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA PARA EL SISTEMA SIGGIP	58
4.1 Introducción.....	58
4.2 Patrón arquitectónico utilizado para la construcción del sistema SIGGIP	58
4.2.1 Diagrama de clases del diseño del sistema SIGGIP.....	59
4.3 Diagrama entidad-relación de la base de datos del sistema SIGGIP	61
4.3.1 Diagrama de clases persistentes del sistema SIGGIP.....	61
4.3.2 Modelo de datos del sistema SIGGIP	62
4.4 Descripción de las tablas de la base de datos del sistema SIGGIP	63
4.5 Modelo de despliegue del sistema SIGGIP	66
4.6 Diagrama de componentes del sistema SIGGIP.....	67
4.7 Conclusiones.....	69
RECOMENDACIONES	71
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	72

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 RECORTES DEPOSITADOS (SEGÚN AMOCO TRUE).....	7
FIGURA 2 FORMACIÓN REACTIVA (SEGÚN SHELL UK).....	8
FIGURA 3 FORMACIONES PRESURIZADAS.	8
FIGURA 4 FORMACIONES FRACTURADAS Y FALLADAS (SEGÚN SHELL UK).....	9
FIGURA 5 FORMACIÓN DE CONSOLIDADA (SEGÚN AMOCO TRUE).	10
FIGURA 6 BLOQUES DE CEMENTO (SEGÚN SHELL UK).	11
FIGURA 7 BASURA (SEGÚN SHELL UK).	11
FIGURA 8 CEMENTO BLANDO (SEGÚN SHELL UK).....	12
FIGURA 9 ASENTAMIENTO DE OJO DE LLAVE (SEGÚN AMOCO TRUE).	13
FIGURA 10 POZO POR DEBAJO DEL CALIBRE (SEGÚN AMOCO TREU).....	14
FIGURA 11 CONJUNTO RÍGIDO (SEGÚN AMOCO TRUE).....	15
FIGURA 12 FORMACIÓN MÓVIL (SEGÚN SHELL UK).....	15
FIGURA 13 BORDES (SEGÚN SHELL UK).....	16
FIGURA 14 MECANISMO DE PEGADURA POR PRESIÓN DIFERENCIAL.	17
FIGURA 15 DISCIPLINA, FASES, ITERACIONES DEL RUP.....	23
FIGURA 16 ARQUITECTURA DE QT.....	28
FIGURA 17 REPRESENTACIÓN DE LA ARQUITECTURA EN TRES CAPAS.....	29
FIGURA 18 MODELO DE DOMINIO DEL SISTEMA SISGIP.....	33
FIGURA 19 DIAGRAMA DE CASO DE USO DEL SISTEMA SISGIP.....	39
FIGURA 26 DIAGRAMA DE DISEÑO DEL SISTEMA SISGIP.....	60
FIGURA 27 DIAGRAMA DE CLASES PERSISTENTES DEL SISTEMA SISGIP.....	61
FIGURA 28 MODELO DE DATOS DEL SISTEMA SISGIP.....	62
FIGURA 29 MODELO DE DESPLIEGUE DEL SISTEMA SISGIP.....	67
FIGURA 30 DIAGRAMA DE COMPONENTES DEL SISTEMA SISGIP.....	68

INDICE DE TABLAS

TABLA 1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS ACTORES DEL SISTEMA.....	38
TABLA 2 DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL CASO DE USO "GESTIONAR PEGADURA DE TUBERÍAS".....	46
TABLA 3 DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL CASO DE USO "GESTIONAR SOLUCIONES DE PEGADURA DE TUBERÍAS".....	50
TABLA 4 DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL CASO DE USO "MOSTRAR PARÁMETROS DE CAUSAN UNA PEGADURA DE TUBERÍAS".....	51
TABLA 5 DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL CASO DE USO "GENERAR INFORME DE PEGADURA DE TUBERÍAS".....	52
TABLA 6 DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL CASO DE USO "GRAFICAR PARÁMETROS".....	54
TABLA 7 DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL CASO DE USO "ASIGNAR SOLUCIÓN".....	55
TABLA 8 DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL CASO DE USO "MARCAR EFECTIVIDAD".....	57
TABLA 9 DESCRIPCIÓN DE LA TABLA "HERRAMIENTAS" DE LA BD DEL SISTEMA SISGIP.....	63
TABLA 10 DESCRIPCIÓN DE LA TABLA "HISTORIAL DE REGISTRO" DE LA BD DEL SISTEMA SISGIP.....	64
TABLA 11 DESCRIPCIÓN DE LA TABLA "PEGADURA DE TUBERÍAS" DE LA BD DEL SISTEMA SISGIP.....	65
TABLA 12 DESCRIPCIÓN DE LA TABLA "SOLUCIONES" DE LA BD DEL SISTEMA SISGIP.....	66
TABLA 13 DESCRIPCIÓN DE LA TABLA "PEGADURA_SOLUCIONES" DE LA BD DEL SISTEMA SISGIP.....	66
TABLA 14 DESCRIPCIÓN DE LA TABLA "PEGADURA_HERRAMIENTAS" DE LA BD DEL SISTEMA SISGIP.....	66

INTRODUCCIÓN

El petróleo, líquido oleoso bituminoso de origen natural, compuesto principalmente por diferentes sustancias orgánicas, también se le puede denominar como petróleo crudo, crudo petrolífero o sencillamente crudo. Se encuentra en grandes porciones bajo la superficie terrestre y es utilizado como combustible y materia prima para la industria química (1).

En la actualidad el petróleo se emplea para lograr la movilidad por tierra, mar y aire, sus derivados se utilizan para fabricar medicinas, fertilizantes, productos alimenticios, objetos de plástico, materiales de construcción, pinturas, textiles, y para generar electricidad.

A pesar de ser crecientes las alternativas energéticas con el uso de recursos renovables, para el desarrollo social y tecnológico, aún existe una dependencia, casi total de este preciado líquido. Sin embargo, su explotación continua y creciente conduce inequívocamente a su agotamiento, principalmente en los yacimientos terrestres conocidos y a una inestabilidad en los precios.

Ante tal situación el siguiente paso lógico es buscar yacimientos alejados de las costas, en aguas más profundas y en horizontes más lejanos. El petróleo será más difícil de producir, a partir de geologías más complejas y en áreas más remotas. Las profundidades serán mayores, las temperaturas y las presiones más altas. Las complejidades de los yacimientos, la construcción de pozos, la caracterización de yacimientos y la producción, requerirán nuevas soluciones técnicas más desarrolladas, como consecuencia será necesario que la tecnología responda; lo que demanda mayores costos [ver anexo 1].

Cuba en lo adelante incrementará de manera sustancial el número de pozos de petróleo a perforar, tanto en tierra y áreas costeras, como en aguas profundas en la zona exclusiva del Golfo de México [ver anexo 1], y por tanto no está exenta de los riesgos que esta actividad impone. Durante el proceso de perforación se presentan inconvenientes, la gravedad de dichos problemas varía desde una inconveniencia menor que causa un ligero aumento de los costos, a complicaciones graves que tienen resultados negativos considerables, incluyendo la pérdida total del pozo.

Cuba desde la década de los 90 con la introducción de la tecnología horizontal para la perforación de pozos petroleros, alargó la trayectoria de los pozos en las formaciones geológicas más difíciles de atravesar, lo que condujo a un incremento de los problemas, como

el derrumbe de las paredes, la pérdida de fluido de perforación hacia formaciones cavernosas y la pegadura de tuberías, los cuales son llamados averías o complejidades según sea su origen tecnológico o geológico (2).

Una complejidad se le suele asociar a un problema, se ve entonces un problema como complejo cuando parece que se puede elegir entre varias soluciones y que tendría que compararlas para elegir la más apropiada (3). La pegadura de tuberías es un ejemplo de ésta, ocurre cuando se pegan o traban las tuberías durante el proceso de perforación en los pozos de petróleo.

La Dirección Integrada de Proyecto de Perforación (DIPP) encargada de la proyección, planificación y control de la perforación de pozos de petróleo en el país, es la responsable de llevar un reporte diario de los pozos y si se presenta algún problema durante el proceso, es la encargada de registrar toda la información referente al mismo. Debido al incremento de las complejidades, la severidad con que se presentan, los efectos que producen y que su ocurrencia ha conducido a gastos que superan el millón de dólares anuales, en los últimos años, la DIPP aprobó un programa de estudio investigativo a desarrollar por el Laboratorio de Fluidos de Perforación y Cementación del Centro de Investigaciones del Petróleo (CEINPET); para lograr trazar planes estratégicos que minimicen la ocurrencia de estos y/o la severidad de sus efectos, así como el control diario de las actividades relacionadas (2).

CEINPET es el instituto perteneciente a la Unión CUPET (Cuba Petróleo) del Ministerio de la Industria Básica, dedicado a la investigación aplicada en la Industria del Petróleo Cubana, y a desarrollar programas y proyectos de investigación y desarrollo, servicios científico - técnicos y producciones especializadas (2).

Esta institución no contaba con ninguna herramienta automatizada que le permitiera registrar los datos referentes a las averías y complejidades, las soluciones aplicadas y sus resultados; lo cual hace mucho más difícil el manejo de los datos, por tal razón fue creado el Sistema Informático para la Gestión de Complejidades (GESCOM), el cual gestiona toda la información referente a la pérdida de circulación durante la perforación de pozos petroleros. El sistema GESCOM facilita el manejo de la información generada, así como la búsqueda de la misma. Aporta además conocimiento acerca de las causas específicas que conducen a la ocurrencia de pérdida de circulación en el sistema de petróleo cubano y la búsqueda de soluciones efectivas o predicción de futuros problemas.

El sistema GESCOM actualmente es utilizado por los especialistas de CEINPET, para gestionar toda la información referente a la pérdida de circulación, que constituye una de las tantas complejidades que puede surgir durante la perforación de pozos de petróleo.

La obstrucción o restricción física del pozo, el movimiento de las columnas de perforación y la fuerza de presión diferencial, constituyen causas que pueden provocar la pegadura de tuberías; uno de los problemas a los que con más frecuencia se enfrentan los perforadores de pozos en el país y a los cuales se les dan soluciones según la experiencia y apreciación de los técnicos encargados del proceso.

El presente trabajo estará encaminado al estudio de las pegaduras de tuberías que representa uno de los problemas de perforación más comunes y graves. La propuesta facilita el manejo de la información generada por la DIPP con las funcionalidades necesarias para gestionar la complejidad referente a la pegadura de tuberías durante el proceso de perforación.

Por lo expuesto anteriormente el **problema a resolver** consiste en la poca efectividad del proceso de clasificación de pegaduras de tuberías que se presentan durante la perforación de los pozos de petróleo en el país.

Definiéndose como **objeto de estudio** el proceso de pega de tuberías durante la perforación de pozos petroleros.

Enmarcándose como **campo de acción** La informatización del proceso de pega de tuberías para el centro de investigación del petróleo.

Por lo antes expuesto se define como **objetivo general** del trabajo, desarrollar un módulo que permita la gestión de información referente al proceso de pegaduras de tubería.

Planteándose como **idea a defender** que si se logra la informatización de la gestión de las pegaduras de tuberías durante la perforación de pozos petroleros, se podrán clasificar las pegaduras según las causas que la provoquen y proporcionar ante éstas, soluciones seguras.

Tareas investigativas:

- Caracterizar el sistema GESCOM.
- Caracterizar el proceso de pegadura de tubería durante la perforación de pozos de petróleo.

- Identificar según las necesidades del cliente los nuevos requerimientos funcionales y no funcionales del sistema.
- Caracterizar las tecnologías que se utilizarán en el módulo para la gestión de información referente a la pega de tuberías.
- Realizar análisis y diseño del sistema SISGIP.
- Implementar un módulo que dé soporte a la gestión de información referente a las pegaduras de tuberías durante la perforación de pozo de petróleo.

Para desarrollar estas tareas se utilizaron los siguientes **métodos científicos**:

Dentro de los **métodos teóricos**:

- **Análisis histórico – lógico**: Se utiliza para el análisis de los procesos de gestión de complejidades durante la perforación de pozos de petróleo a partir de su investigación en diferentes momentos históricos.
- **Modelación**: Se utiliza para representar por medio de diagramas el proceso de gestión de información referente a la pegadura de tuberías, teniendo como resultado un mejor entendimiento de la posible solución a implementar. Para ello se utilizó la modelación teórica, la cual tiene la capacidad de representar las características y relaciones fundamentales del fenómeno, proporcionar explicaciones y servir como guía para generar hipótesis teóricas.

Dentro de los **métodos empíricos**:

- **Observación**: Se utiliza para visualizar el proceso de pega de tubería, cómo ocurre y sus posibles soluciones. Para ello fue utilizado este método en los siguientes tipos:
 - **Observación Estructurada**: Se utiliza para determinar anticipadamente qué elementos del proceso en cuestión tienen mayor importancia para la investigación, concentrando la atención en él.
 - **Observación No Participante**: Se utiliza para observar desde afuera el proceso de pegadura de tuberías, sin intervenir en su curso.

- **Observación Sistemática:** Se utiliza para caracterizar con regularidad, el proceso de pegadura de tuberías a lo largo de un determinado período de tiempo.
- **Entrevistas:** Se realizan para recopilar la información necesaria sobre el proceso de pegadura de tuberías, presente en la perforación de pozos de petróleo. Para ello se efectuaron entrevistas no estructuradas más abiertas, previendo un tema en específico, pero no un cuestionario rígido, aplicadas a un especialista en fluidos de perforación y terminación.

Se espera como **posible resultado** de esta investigación contar con un módulo, que permita gestionar información referente a la pegadura de tuberías presente en la perforación de pozos de petróleo.

Estructuración del contenido:

Capítulo 1: Se desarrolla la fundamentación teórica, donde se explican los conceptos asociados al dominio del problema, caracterizándose el sistema ya existente.

Capítulo 2: Se analizan las tendencias y tecnologías que darán soporte a la solución propuesta.

Capítulo 3: En este capítulo se muestran las características del sistema propuesto, donde se desarrolla el modelo de dominio para la mejor comprensión del proceso, se definen los requisitos, los actores existentes, así como los casos de uso del sistema y sus respectivas descripciones.

Capítulo 4: En este capítulo se elabora la solución propuesta, evidenciándose las funcionalidades del sistema para la gestión de información de pegadura de tuberías.

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DEL SISTEMA SISGIP

1.1 Introducción

En este capítulo serán abordados temas y conceptos relacionados al dominio del problema, los cuales brindarán un mejor entendimiento al lector. Se detallará y argumentará el estado del arte en torno al objeto de estudio y campo de acción, caracterizando el sistema GESCOM y el entorno en el cual coexiste el problema que se desea solucionar.

1.2 Conceptos relacionados al dominio de Pegaduras de Tuberías presentes en la perforación de pozos de petróleo.

La **tubería** es un conducto que cumple la función de transportar agua u otros fluidos. Se suele elaborar con materiales muy diversos. Cuando el líquido transportado es petróleo como lo es en el caso de los pozos petroleros es denominada oleoducto (4).

Complejidad es un término utilizado para justificar los fallos humanos, eventuales negligencias en la preparación y ejecución de tareas. Se le suele asociar al concepto de problema. Se ve entonces un problema como complejo cuando parece que se puede elegir entre varias soluciones y que tendría que compararlas para elegir la más apropiada. (3).

1.2.1 Pega de Tuberías

La pegadura de tuberías es una de las tantas complejidades que ocurren durante el proceso de perforación de los pozos de petróleo, la misma constituye una de las más comunes y graves (5). Éstas ocurren cuando se pegan o traban las tuberías durante el proceso de perforación. La tubería puede pegarse **mecánicamente** o por **presión diferencial**.

La **pegadura mecánica** es causada por una obstrucción o restricción física. Ocurre generalmente durante el movimiento de la columna de perforación, también es indicada por la circulación bloqueada. Se puede observar ocasionalmente una cantidad limitada de movimiento ascendente/descendente o libertad de movimiento rotatorio. La pega mecánica de tubería puede ser clasificada en dos categorías principales (5).

1. **Encapsulamiento del pozo y puentes:** Causados por recortes depositados, inestabilidad de la lutita, formaciones no consolidadas, cemento o basura en el pozo.

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DEL SISTEMA SISGIP

- **Recortes depositados:** Si los recortes no son retirados del pozo, se acumulan en este, causando el empaquetamiento del pozo, generalmente alrededor del Conjunto de Fondo (BHA), y la pegadura de la columna de perforación. Este problema ocurre frecuentemente en las secciones agrandadas, donde las velocidades anulares son más bajas como se muestra en la figura 1 (5).

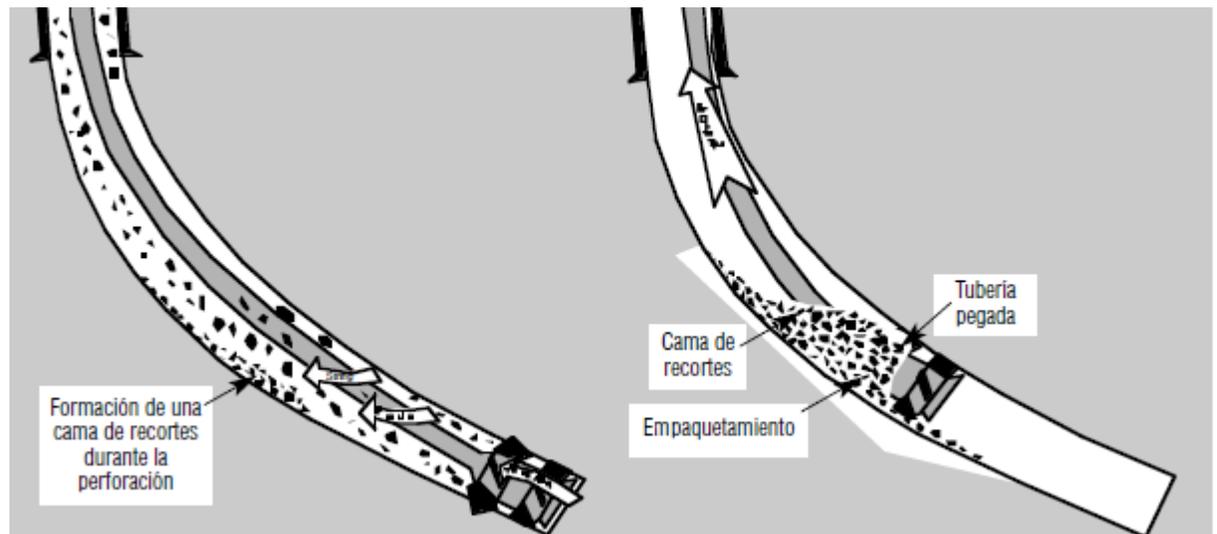


Figura 1 Recortes depositados (Según Amoco TRUE).

- **Inestabilidad de la Lutita:** Las lutitas inestables pueden causar la obturación y pegadura cuando caen dentro del pozo. Se clasifican de la siguiente manera:
- **Lutitas reactivas:** Son lutitas sensibles al agua, perforadas con insuficiente inhibición. Las lutitas absorben agua, se someten a esfuerzo y se desconchan dentro del pozo como se muestra en la figura 2 (5).

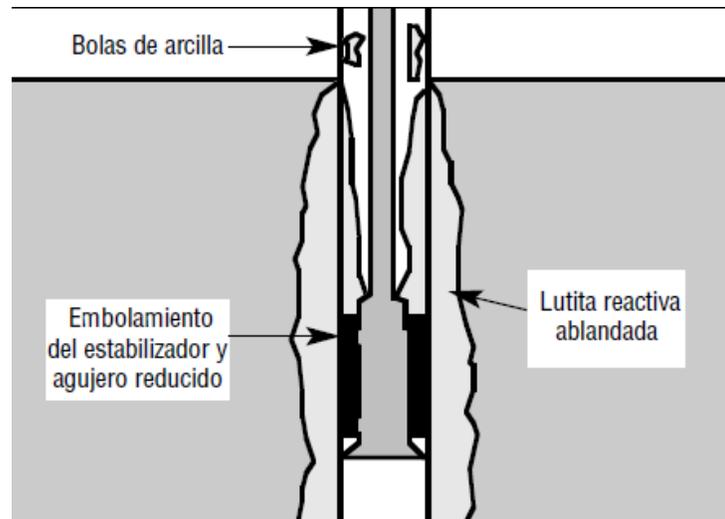


Figura 2 Formación reactiva (Según Shell UK).

- Lutitas presurizadas: Estas lutitas están presurizadas y sometidas a esfuerzos mecánicos por diferentes factores. Cuando son perforadas con un peso de lodo insuficiente, estas lutitas se desprenden dentro del pozo como se muestra en la figura 3 (5).

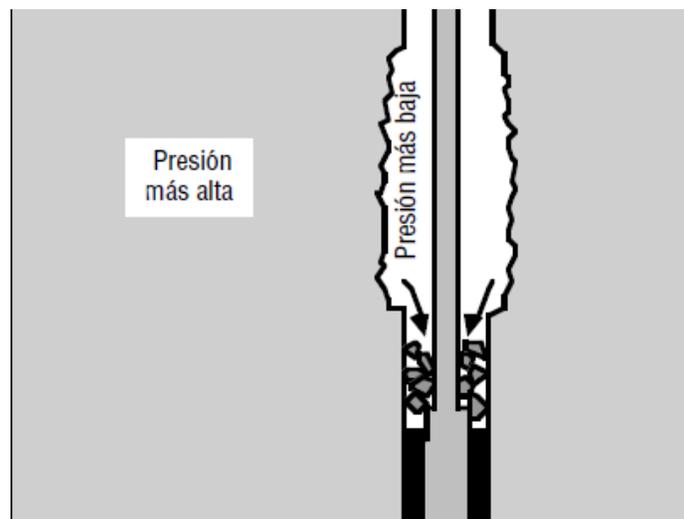


Figura 3 Formaciones presurizadas.

- Formaciones fracturadas y falladas: Estas son formaciones frágiles que son mecánicamente incompetentes. Son especialmente inestables cuando los planos de estratificación se inclinan hacia abajo con altos ángulos como se muestra en la figura 4 (5).

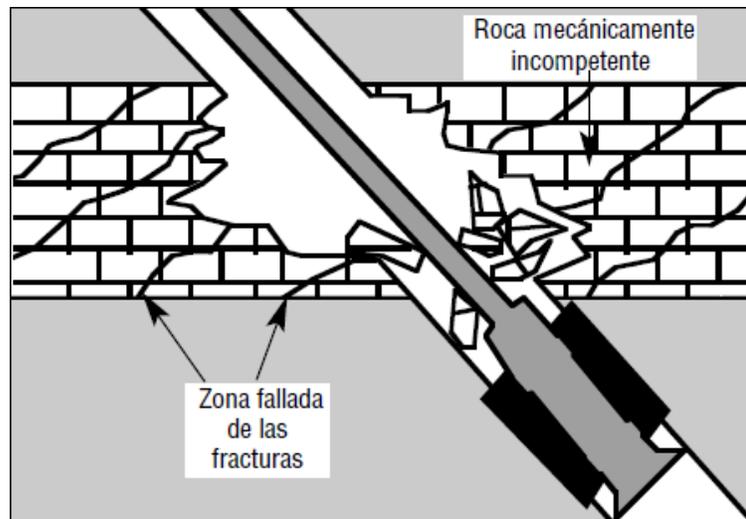


Figura 4 Formaciones fracturadas y falladas (Según Shell UK).

- **Formaciones no consolidadas:** este problema afecta las formaciones que no pueden ser soportadas por el sobre balance hidrostático solo. Por ejemplo, la arena y la gravilla no consolidadas caen frecuentemente dentro del pozo y obturan alrededor de la columna de perforación. También ocurren problemas si el revoque depositado sobre la arena floja no consolidada no es suficiente para impedir que esta fluya dentro del pozo y obture la columna de perforación como se muestra en la figura 5 (5).

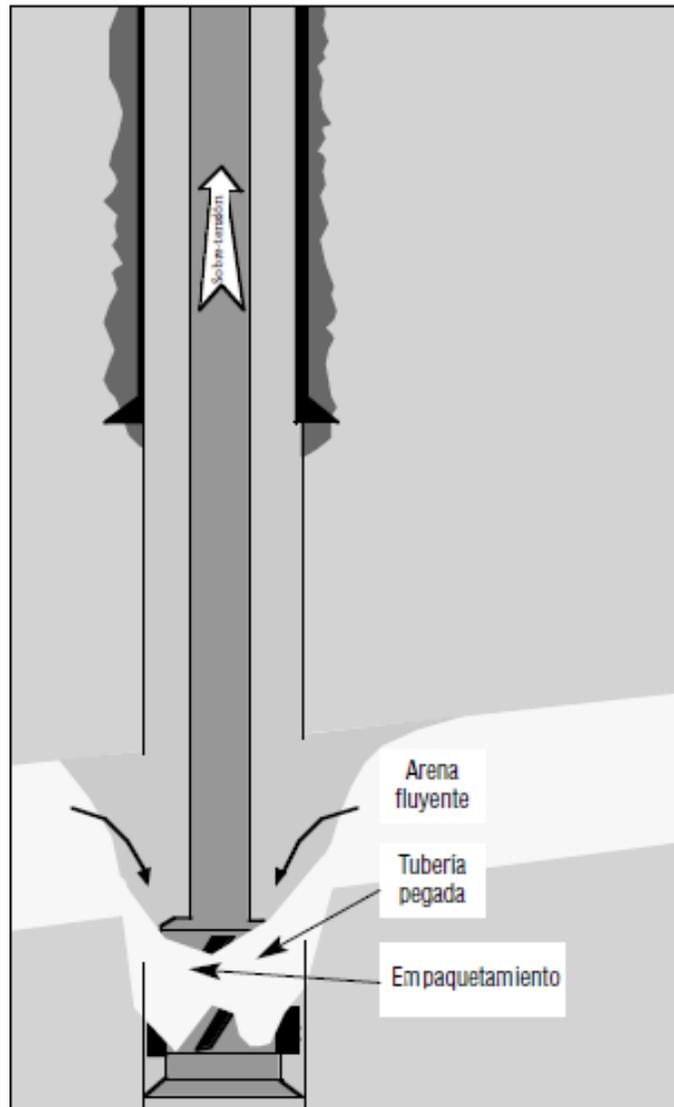


Figura 5 Formación de consolidada (Según Amoco TRUE).

Cuando bloques de cemento o basura caen dentro del pozo, éstos pueden actuar como una cuña y bloquear la columna de perforación. Esto puede ocurrir cuando el cemento pierde su estabilidad alrededor de la zapata de cementación de la tubería de revestimiento o ser causado por tapones de pozo abierto y tapones de desvío como se muestra en la figura 6 (5).

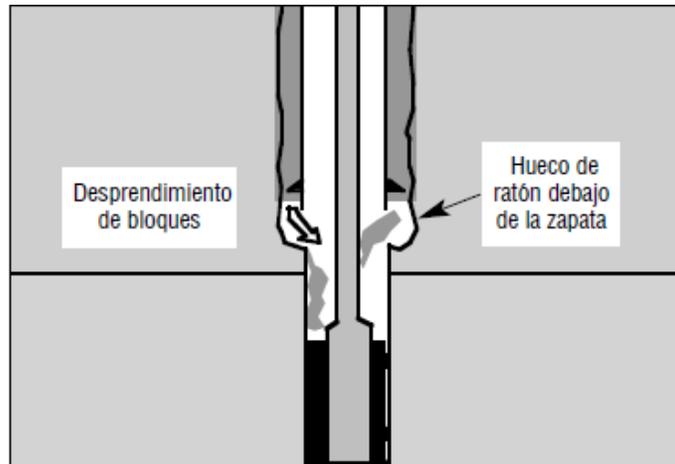


Figura 6 Bloques de Cemento (Según Shell UK).

Basura metálica puede caer del piso del equipo de perforación, de la rotura del equipo de fondo o de trozos de materiales tubulares y equipos desbastados como se muestra en la figura7 (5).

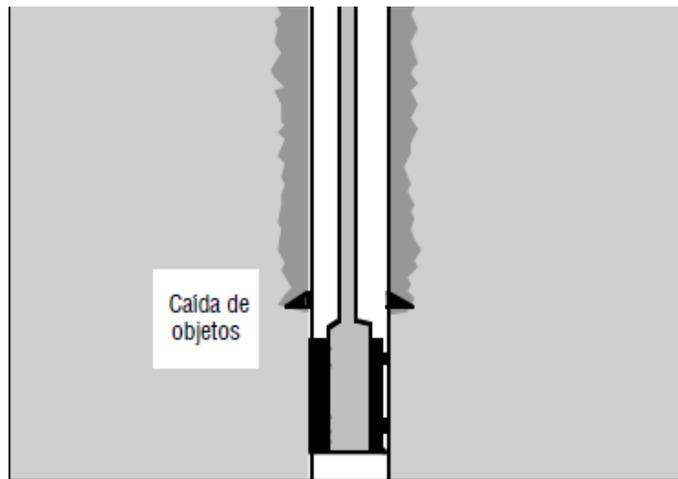


Figura 7 Basura (Según Shell UK).

Otro tipo de obturación con el cemento puede ocurrir cuando se intenta establecer la circulación con el BHA sumergido en cemento blando. La presión de bombeo puede causar el fraguado "instantáneo" del cemento y pegar la columna de perforación como se muestra en la figura 8 (5).

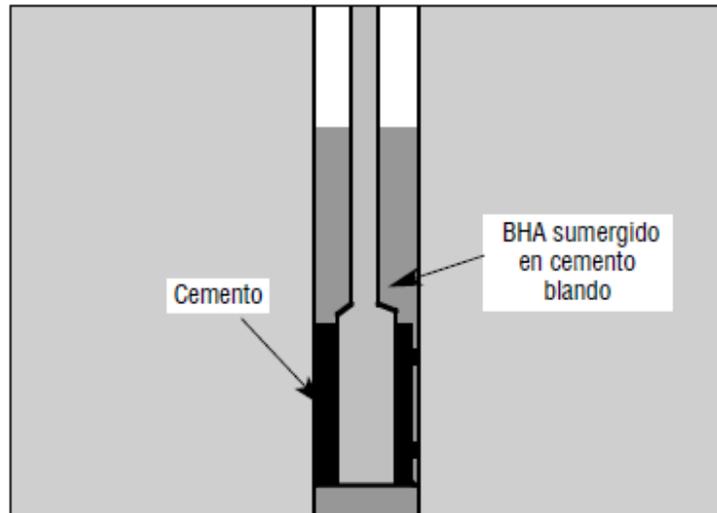


Figura 8 Cemento blando (Según Shell UK).

2. Perturbaciones de la geometría del pozo: Son causadas por ojos de llaves, pozos por debajo del calibre, conjunto de perforación rígido, formaciones móviles, bordes y patas de perro y roturas de la tubería de revestimiento (5).

- **Geometría del Pozo:** El diámetro y ángulo del pozo en relación con la geometría y rigidez del BHA no permiten el paso de la columna de perforación. En general, cuanto más grande sea el cambio de ángulo o de dirección del pozo, más alto será el riesgo de pegadura mecánica de la tubería. Los principales tipo de perturbación de la geometría del pozo son (5):

- **Asentamientos ojos de llave:** Los ojos de llave se forman cuando la columna de perforación roza contra la formación en la parte inferior de una pata de perro. La tensión mantiene la columna de perforación contra el pozo mientras que la rotación y el movimiento de la tubería forman una ranura en el lado del pozo. Cuanto más largo sea el intervalo por debajo de la pata de perro y más marcada la pata de perro, más grande será la carga lateral y más rápido el desarrollo de un asentamiento ojo de llave como se muestra en la figura 9 (5).

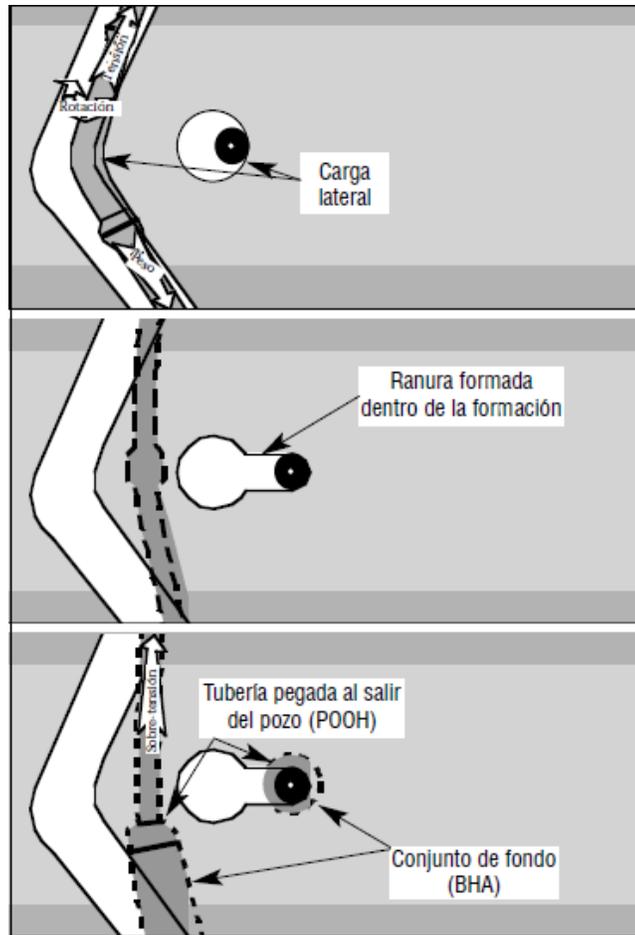


Figura 9 Asentamiento de ojo de llave (Según Amoco TRUE).

- **Pozo por debajo del calibre:** Las secciones abrasivas del pozo no solo desafilan las barrenas, sino que también reducen el calibre del pozo y los estabilizadores. Una corrida de la barrena demasiado profunda dentro de las formaciones abrasivas resulta en un pozo por debajo del calibre. La introducción de un conjunto de diámetro completo dentro de un pozo por debajo del calibre puede atascar y pegar la columna de perforación como se muestra en la figura 10 (5).

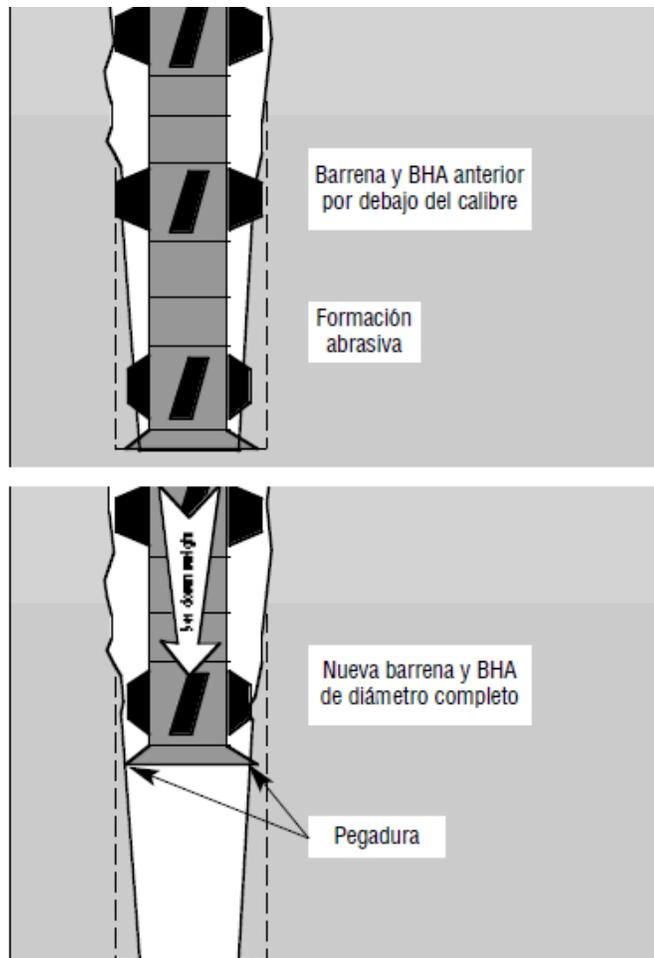


Figura 10 Pozo por debajo del calibre (Según Amoco TREU).

- **Conjunto rígido:** Los pozos perforados con BHA flexible parecen estar rectos cuando se saca la tubería pero si se mete un BHA más rígido, el pozo recién perforado actuará como si fuera por debajo del calibre como se muestra en la figura 11 (5).

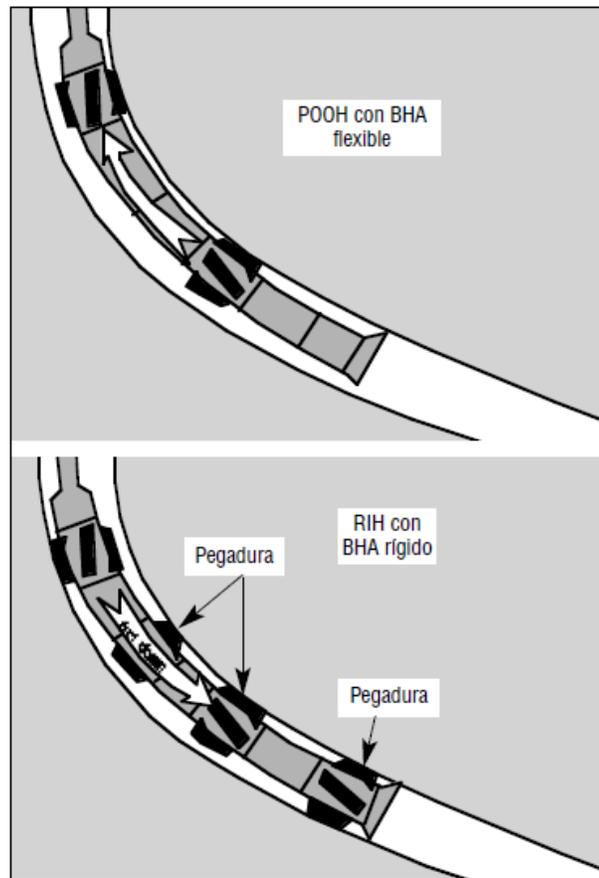


Figura 11 Conjunto rígido (Según Amoco TRUE).

- **Formación móvil:** El proceso de la sobrecarga o los esfuerzos tecnológicos pueden apretar la sal plástica o la lutita blanda dentro del pozo, causando la pegadura o el atascamiento del BHA en el pozo por debajo del calibre como se muestra en la figura 12 (5).

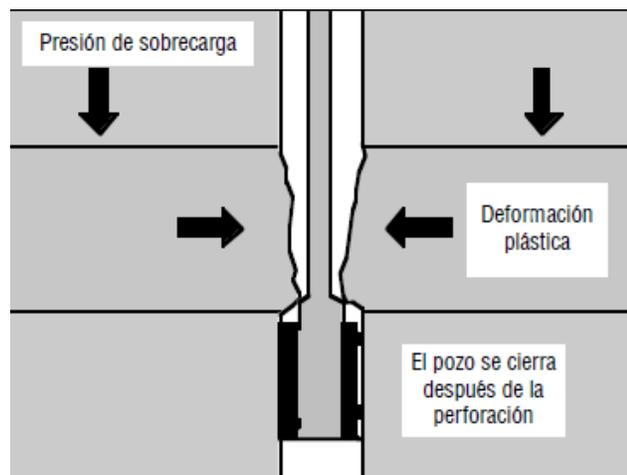


Figura 12 Formación móvil (Según Shell UK).

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DEL SISTEMA SISGIP

- **Bordes y micropatas de perro:** Éstos son formados cuando se encuentran sucesivas formaciones duras/blandas interestratificadas. Las formaciones blandas se derrumban por varios motivos, mientras que las rocas duras mantienen su calibre. Esta situación es agravada por formaciones buzantes y cambios frecuentes del ángulo y de la dirección. Las aletas del estabilizador pueden atascarse por debajo de los bordes durante el retiro o levantamiento de las conexiones como se muestra en la figura 13 (5).

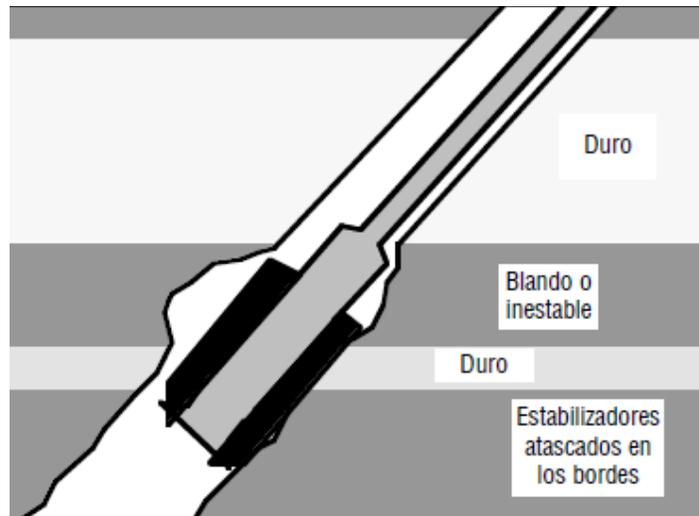


Figura 13 Bordes (Según Shell UK)

- **Roturas de la tubería de revestimiento:** Las roturas relacionadas con la tubería de revestimiento pueden causar la pegadura de la columna de perforación. La tubería de revestimiento puede colapsar cuando las presiones externas exceden la resistencia de la tubería de revestimiento. Esta situación suele ocurrir frente a las formaciones plásticas. Si la tubería de revestimiento no está cementada correctamente, la junta o las juntas inferiores pueden ser desenroscadas por la rotación de la columna de perforación. Si esto ocurre, la tubería de revestimiento ubicada por debajo de la conexión desenroscada puede colapsar y volcarse a un ángulo en el pozo, enganchándose la tubería de perforación como se muestra en la figura 7 (5).

La **pegadura por presión diferencial** es causada por las fuerzas de presión diferencial de una columna de lodo sobre balanceada que actúa sobre la columna de perforación contra un revoque depositado en una formación permeable. Ocurre generalmente cuando la tubería está estacionaria, tal como cuando se hacen las conexiones o cuando se realiza un registro. Está indicada por la circulación completa y la ausencia de movimiento ascendente/descendente o

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DEL SISTEMA SISGIP

libertad de movimiento rotatorio, con la expresión del estiramiento y torque de la tubería como se muestra en la figura 14 (5).

Dos condiciones deben existir para que la pegadura por presión diferencial ocurra:

1. La presión hidrostática de lodo debe exceder la presión de la formación adyacente.
2. Una formación permeable porosa debe existir.

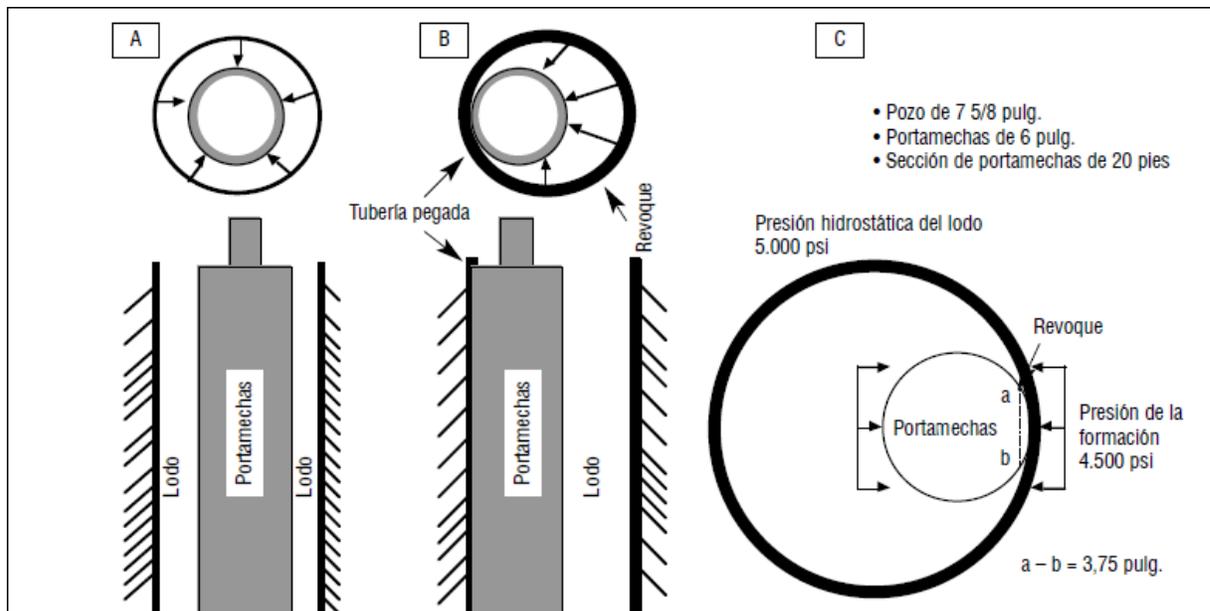


Figura 14 Mecanismo de pegadura por presión diferencial.

Cuando la tubería se pega por presión diferencial, existen las siguientes condiciones:

- La presión hidrostática del lodo excede la presión de la formación adyacente.
- La formación es permeable en el punto donde la tubería está pegada. Esta combinación de presión diferencial y formación permeable resulta en la pérdida de filtrado hacia la formación y en la deposición de un revoque (5).

1.2.2 Métodos para liberar la tubería Pegada

Liberación de la pega de tubería por medios mecánicos: Cuando se ha determinado que la tubería está pegada por presión diferencial o asentada en un ojo de llave, el mejor método para liberar la tubería consiste en golpear hacia abajo con martillos de perforación, mientras se aplica torsión a la tubería. Esto suele liberar la tubería sin necesitar fluidos de emplazamiento (5).

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DEL SISTEMA SISGIP

Liberación de la tubería pegada con fluido de emplazamiento: Una vez que se ha determinado que la columna de perforación está pegada por presión diferencial, el espacio anular debería ser desplazado con un fluido de emplazamiento, desde la barrena hasta el punto libre. Para aumentar las probabilidades de éxito, el fluido de emplazamiento debería ser aplicado lo antes posible (5).

Liberación de la tubería pegada mediante la reducción de la presión diferencial: La reducción de la presión diferencial también libera la tubería pegada por presión diferencial. Esto puede ser realizado de varias maneras. Un método consistente es colocar un fluido más ligero que el fluido de perforación dentro del pozo, encima del punto pegado. El agua y el aceite son los fluidos más usados para este proceso (5).

1.3 Proceso de pega de tuberías durante la perforación de pozos petroleros

1.3.1 Descripción general del proceso de pega de tuberías presente en la perforación de pozos petroleros.

La perforación de pozos de petróleo en el país, es una actividad en la que usualmente se presentan inconvenientes, los cuales son necesarios solucionar de forma inmediata y efectiva.

La pegadura de tubería es una de las complejidades que con más frecuencia se presenta durante el proceso de perforación. Es clasificada según sus causas en pegaduras mecánicas o pegaduras por presión diferencial. Las causas que la ocasionan pueden variar, según las características específicas de cada pozo, siendo además el factor esencial en la búsqueda de soluciones efectivas ante este problema.

Actualmente si durante la perforación de un pozo de petróleo, los perforadores o especialistas se percatan de alguna anomalía durante el proceso, y es relacionada con una pegadura de tubería según la apariencia física del pozo perforado; las solución depende en su totalidad de la experiencia del especialista responsable del proceso, el cual procede, según lo observado y los conocimientos adquiridos por la práctica.

Esto traerá como consecuencia que no siempre las soluciones serán las más adecuadas, pues no todas las pegaduras son solucionadas de la misma manera. Lo que puede ser una solución eficiente para una pegadura de tipo mecánica, puede ser un problema mucho mayor para una pegadura por presión diferencial y la única manera de poder clasificarlas es conociendo las

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DEL SISTEMA SISGIP

causas que la provocan y éstas dependen de factores que no pueden observarse a simple vista.

A pesar de las graves consecuencias que puede ocasionar un inconveniente de este tipo durante el proceso de perforación, en el país las soluciones que se brindan actualmente dependen de la experiencia de los especialistas encargados, lo que supone un riesgo tanto para la economía, como para la seguridad del pozo.

1.3.2 Entorno donde coexiste el proceso de pega de tuberías durante la perforación de pozos de petróleo

Con el desarrollo y aumento de los proyectos petroleros en Cuba, se hizo necesaria una base organizativa estructurada, que garantice una evaluación sistemática de un conjunto de indicadores, que permitan realizar un diagnóstico para tomar las decisiones en función de las estrategias definidas para los proyectos de perforación de pozos de petróleo. La Dirección Integrada de Proyecto de Perforación, es la responsable de llevar un control diario de la perforación de pozos petroleros, documentando toda la información referente a los mismos, igualmente de las complicaciones que puedan surgir durante este proceso.

Con el aumento de las perforaciones en Cuba, se han incrementado el número de complejidades presentes durante este proceso, por el riesgo que estas suponen para la economía y el éxito de la perforación, existe un programa de estudios investigativos desarrollado por CEINPET.

En conjunto con la DIPP, CEINPET es la encargada de procesar y evaluar todo el flujo de información referente a los informes recibidos, los cuales brinda los datos necesarios y suficientes para detectar de antemano la ocurrencia de alguna complejidad y qué soluciones aplicar acorde a sus causas y características.

1.3.3 Descripción detallada de la situación problemática en el proceso de pega de tuberías durante la perforación de pozos de petróleo

Actualmente el proceso de gestión de complejidades se hace bastante complicado para los especialistas de CEINPET, pues esta institución a diario recibe gran cantidad de información referente a la perforación de los pozos y las complejidades que surgen o puedan surgir en cada uno de ellos, lo que hace difícil el almacenamiento, procesamiento y consulta de la información.

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DEL SISTEMA SISGIP

Diariamente se recibe por medio de la DIPP un conjunto de reportes que caracterizan y dan seguimiento a cada una de las perforaciones de los pozos. Estos reportes contienen factores operativos, geológicos y físicos-químicos que ayudan o indican la ocurrencia de pegaduras, sus causas y a partir de éstas las posibles soluciones que se puedan aplicar.

La presencia de la pega de tuberías durante la perforación de pozos petroleros representa un riesgo para la economía de la perforación, provocando la pérdida de la producción del pozo y la seguridad del mismo. Un gran porcentaje de casos de pegaduras terminan exigiendo que se desvíe el pozo alrededor de esta, la corrección o prevención de este problema depende de las causas que lo originan.

Por ser este uno de los inconvenientes que con más frecuencia ocurre durante la perforación, especialmente en Cuba, se hace necesario informatizar toda la información referente al flujo de datos generados antes de identificar la existencia de una pega de tubería, durante y después de su ocurrencia. Lo que demuestra la necesidad de crear un software que permita la gestión de la información de la ocurrencia de la pega de tubería, facilitando el trabajo de los especialistas de esta institución.

1.4 Características del sistema GESCOM

El Sistema para la Gestión de Información de Pérdida de Circulación durante la Perforación de Pozos Petroleros: Es un sistema que permite gestionar los datos referentes a la pérdida de circulación presentes en el proceso de perforación de pozos de petróleo. Permite además graficar y generar informes, facilitando la toma de decisiones sobre las soluciones que se le puede dar a la pérdida de circulación (2).

Funcionalidades del sistema GESCOM:

- Gestiona datos referentes a la pérdida de circulación.
- Calcula parámetros de una pérdida de circulación.
- Gestiona las soluciones de pérdida de circulación.
- Permite filtrar las pérdidas de circulación.
- Consulta pérdidas de circulación a partir de criterios de búsqueda.
- Consulta soluciones de pérdida de circulación.

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DEL SISTEMA SISGIP

- Permite graficar según parámetros de tiempo y volumen.
- Permite configurar nomencladores físicos – químicos, operativos y geológicos.
- Genera informes de evaluación de pérdida de circulación.
- Imprime el informe de evaluación de pérdida de circulación.
- Exporta los datos del informe de evaluación de pérdida de circulación a formato Excel.

El sistema GESCOM está desarrollado sobre el *framework Symfony*, usando el lenguaje de programación PHP, el gestor de base de datos utilizado fue *PostgreSQL* y la metodología de desarrollo utilizada fue el RUP.

El sistema GESCOM se está comenzando a utilizar en el Centro de Investigaciones del Petróleo, para gestionar la información referente al proceso de pérdida de circulación, no siendo factible para la gestión de otras complejidades existentes. Es por ello la necesidad de crear un sistema que gestione la información referente a otras posibles averías que puedan surgir durante la perforación.

1.5 Conclusiones.

En este capítulo se han presentado una serie de conceptos, que ayudarán a la comprensión del presente trabajo. Realizándose además una descripción exhaustiva del objeto de estudio. Caracterizando el sistema GESCOM, haciendo alusión a sus particularidades más importantes, demostrando además la necesidad de crear un componente para la gestión de información relacionada a la pegadura de tuberías, que constituye una de las complejidades más comunes presentes durante el proceso de perforación del los pozos de petróleo en el país.

CAPÍTULO 2: TENDENCIAS Y TECNOLOGÍAS ACTUALES A UTILIZAR PARA EL SISTEMA SISGIP

2.1 Introducción

En el presente capítulo se fundamentan las tecnologías utilizadas en la construcción del componente que se desea implementar. Este grupo de tecnologías lo conforman: La metodología para guiar el proceso de desarrollo del sistema, el lenguaje de modelado, la herramienta *CASE* que soporta dicho modelado; el gestor de base de datos escogido, el lenguaje de programación, el entorno de desarrollo y el *framework* que soporta la aplicación.

2.2 Características de RUP como metodología de desarrollo de software a utilizar en la implementación del sistema SISGIP

En la actualidad, es prácticamente imposible omitir la utilización de metodologías para el desarrollo y elaboración de aplicaciones ordenadas, por tanto, seguir metodologías y estándares conllevan a estar en competitividad en todo momento.

Características generales de RUP

Las siglas RUP en inglés significa *Rational Unified Process* es un producto del proceso de ingeniería de software que proporciona un enfoque disciplinado para asignar tareas y responsabilidades dentro de una organización de desarrollo. Su meta es asegurar la producción del software de alta calidad que resuelve las necesidades de los usuarios dentro de un presupuesto y tiempo establecido (10).

RUP tiene dos dimensiones: El eje horizontal representa tiempo y demuestra los aspectos del ciclo de vida del proceso. El eje vertical representa las disciplinas, que agrupan actividades definidas lógicamente por la naturaleza (10).

La primera dimensión representa el aspecto dinámico del proceso y se expresa en términos de fases, de iteraciones, y la finalización de las fases. La segunda dimensión representa el aspecto estático del proceso: Cómo se describe en términos de componentes de proceso, las disciplinas, las actividades, los flujos de trabajo, los artefactos, y los roles (10).

En la figura 15 se puede observar como varía el énfasis de cada disciplina en un cierto plazo de tiempo y durante cada una de las fases (10).

CAPÍTULO 2: TENDENCIAS Y TECNOLOGÍAS ACTUALES A UTILIZAR PARA EL SISTEMA SIGIP

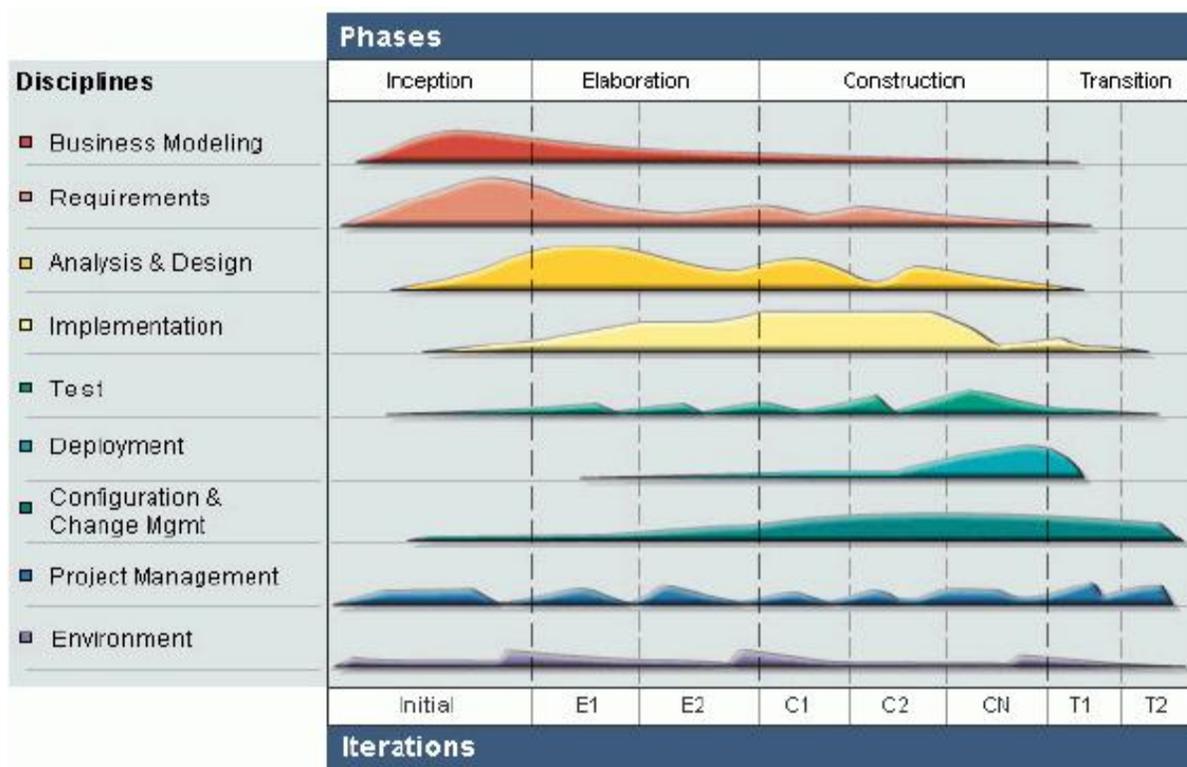


Figura 15 Disciplina, fases, iteraciones del RUP

2.3 Características de UML, lenguaje de modelado para la implementación del sistema SIGIP

- **Características generales del Lenguaje Unificado de Modelado (UML)**

El lenguaje Unificado de Modelado (UML) proporciona un vocabulario y una regla para permitir una comunicación. En este caso, este lenguaje se centra en la representación gráfica de un sistema (11).

Los objetivos de UML son muchos pero se pueden sintetizar en sus funciones:

- Visualizar: UML permite expresar de una forma gráfica un sistema de forma que otro lo puede entender.
- Especificar: UML permite especificar cuáles son las características de un sistema antes de su construcción.
- Construir: A partir de los modelos especificados se pueden construir los sistemas diseñados.

CAPÍTULO 2: TENDENCIAS Y TECNOLOGÍAS ACTUALES A UTILIZAR PARA EL SISTEMA SISGIP

- Documentar: Los propios elementos gráficos sirven como documentación del sistema desarrollado que pueden servir para su futura revisión (11).

Un modelo UML está compuesto por tres clases de bloques de construcción:

- Elementos: Son abstracciones reales o ficticias (objetos, acciones).
- Relaciones: Relacionan los elementos entre sí.
- Diagramas: Son colecciones de elementos con sus relaciones.

UML resuelve de forma satisfactoria el viejo problema del desarrollo de software como es su modelado gráfico. Además ha llegado a una solución unificada basada en lo mejor que había hasta el momento, lo cual lo hace más excepcional (11).

2.4 Características de *Visual Paradigm* como herramienta CASE utilizada para la implementación del sistema SISGIP

Visual Paradigm es una herramienta CASE que utiliza UML como lenguaje de modelado. Está diseñada para una amplia gama de usuarios interesados en construir sistemas de *software* fiables con el uso del paradigma orientado a objetos, incluyendo actividades como ingeniería de *software*, análisis de sistemas y análisis de negocios (12).

Visual Paradigm es una herramienta que emplea las últimas notaciones de UML, ingeniería inversa, generación del código, importación de *Rational Rose*, exportación/importación XML e integración con el Visio. Además soporta aplicaciones *web*, genera código para el lenguaje Java y exporta en formato HTML, está disponible en varios idiomas, es fácil de instalar y fácil de actualizar. Por último, *Visual Paradigm* admite compatibilidad con las demás versiones (12).

2.5 Características de *Python* como lenguaje de programación para la implementación del componente SISGIP

2.5.1 Por qué utilizar *Python*

El componente SISGIP será capaz de gestionar información relacionada a la complejidad de pegadura de tuberías que ocurre durante la perforación de pozos de petróleo, en un futuro estará incluida en la plataforma que elabora la Universidad de las Ciencias Informáticas para

CAPÍTULO 2: TENDENCIAS Y TECNOLOGÍAS ACTUALES A UTILIZAR PARA EL SISTEMA SISGIP

el centro de investigaciones del petróleo (CEINPET), por tanto el sistema está elaborado siguiendo las políticas en cuanto a las tecnologías utilizadas por esta, para que sea factible y fácil de integrarse, ratificándose *Python* como lenguaje de programación a utilizar.

2.5.2 Características de *Python* como lenguaje de programación

Python es un lenguaje de programación creado por *Guido Van Rossum* a principios de los años 90 cuyo nombre está inspirado en el grupo de cómicos ingleses "*Monty Python*". Es un lenguaje similar a *Perl*, pero con una sintaxis muy limpia y que favorece un código legible. Se trata de un lenguaje interpretado o de *script*, con tipado dinámico, fuertemente tipado, multiplataforma y orientado a objetos (13).

Python tiene muchas de las características de los lenguajes compilados, por lo que se podría decir que es seminterpretado. En *Python*, como en *Java* y muchos otros lenguajes, el código fuente se traduce a un pseudocódigo máquina intermedio llamado *bytecode* la primera vez que se ejecuta, generando archivos *.pyc* o *.pyo* (*bytecode* optimizado), que son los que se ejecutarán en sucesivas ocasiones (13).

La orientación a objetos es un paradigma de programación en el que los conceptos del mundo real relevantes para el problema se trasladan a clases y objetos en el programa. La ejecución del mismo consiste en una serie de interacciones entre los objetos. *Python* también permite la programación imperativa, funcional y orientada a aspectos (13).

- Características generales de *Python*

- Lenguaje interpretado o de *script*.
- Tipado dinámico.
- Fuertemente tipado.
- Multiplataforma.
- Orientado a objeto.

2.6 Características de Eclipse como IDE utilizado para la implementación del sistema SISGIP

Eclipse es una plataforma universal para integrar herramientas de desarrollo, un entorno de desarrollo integrado de código abierto multiplataforma para desarrollar lo que el proyecto llama "Aplicaciones de Cliente Enriquecido", opuesto a las aplicaciones "Cliente-liviano" basadas en

CAPÍTULO 2: TENDENCIAS Y TECNOLOGÍAS ACTUALES A UTILIZAR PARA EL SISTEMA SISGIP

navegadores. El IDE de Eclipse emplea módulos (*plug-in*) para proporcionar toda su funcionalidad al frente de la plataforma de cliente rico, a diferencia de otros entornos monolíticos donde las funcionalidades están todas incluidas, las necesite el usuario o no. Este mecanismo de módulos es una plataforma ligera para componentes de software (14).

Un IDE es un programa compuesto por un conjunto de herramientas útiles para un desarrollador de software. Como elementos básicos, cuenta con un editor de código, un compilador/intérprete y un depurador. Eclipse sirve como IDE Java y cuenta con numerosas herramientas de desarrollo de software. También soporta otros lenguajes de programación, como son C/C++, *Cobol*, *Fortran*, PHP o *Python* (15).

Los principios que guían el desarrollo de la comunidad Eclipse siguen las siguientes líneas:

- Calidad. El *software* desarrollado en Eclipse debe seguir los patrones de calidad de la ingeniería del software.
- Evolución. La plataforma Eclipse, así como las herramientas alrededor de ella deben evolucionar dinámicamente acorde a los requisitos de los usuarios.
- Meritocracia. Cuánto más se contribuye, más responsabilidades se tienen.

La arquitectura de *plug-ins* permite integrar diversos lenguajes sobre un mismo IDE e introducir otras aplicaciones accesorias. Conservan el registro de las versiones, generan y mantienen la documentación de cada etapa del proyecto. Eclipse es soportado por los principales sistemas operativos (*Linux*, *Windows*, *Solaris 8 (SPARC/GTK 2)*, *Mac OSX – Mac/Carbon*) (15).

- **Características generales de Eclipse**

- Editor visual con sintaxis coloreada.
- Compilación incremental de código.
- Modifica e inspecciona valores de variables.
- Avisa de los errores cometidos mediante una ventana secundaria.
- Depura código que resida en una máquina remota.

2.7 Características de QT como Framework para desarrollar el sistema SIGIP

Las aplicaciones basadas en Qt tienen una buena respuesta y un uso aceptable de la memoria. El desarrollo con Qt es muy apropiado para proyectos software de larga escala, tanto comerciales como de libre distribución. El conjunto de herramientas Qt tiene un enfoque más eficiente para facilitar la tarea de gestión de memoria para sus programadores, cuando un objeto es suprimido, todos los objetos dependientes se eliminan automáticamente. El enfoque de Qt es no interferir con la libertad del programador para borrar manualmente cuando lo deseen. La biblioteca Qt está concebida como multiplataforma, permitiendo escribir código que se compilará y ejecutará en distintas plataformas, incluyendo *Unix, Linux, FreeBSD* o incluso *Windows* (16).

Qt utiliza el lenguaje de programación C++ de forma nativa, adicionalmente puede ser utilizado en varios otros lenguajes de programación a través de *bindings*. Funciona en todas las principales plataformas y tiene un amplio apoyo. El API de la biblioteca cuenta con métodos para acceder a bases de datos mediante SQL, así como uso de XML, gestión de hilos, soporte de red, una API multiplataforma unificada para la manipulación de archivos y una multitud de otros para el manejo de ficheros, además de estructuras de datos tradicionales (16).

- **Características *framework* Qt**

- Compatibilidad multiplataforma con un sólo código fuente.
- *Performance* de C++.
- Disponibilidad del código fuente.
- Diseñador de interfaces gráficas: Qt *Designer*.
- Sistema de compilación multiplataforma: *qmake*.
- Excelente documentación Qt *Assistant*.
- Herramienta de internacionalización de aplicaciones: Qt *Linguist*.
- Arquitectura MV Modelo-Vista.

CAPÍTULO 2: TENDENCIAS Y TECNOLOGÍAS ACTUALES A UTILIZAR PARA EL SISTEMA SISGIP

- Soporte para XML, conexión a bases de datos, SVG, *OpenGL*, programación para redes.
- Librerías para analizar la carga de las aplicaciones haciendo *benchmark* de las mismas.
- *Plugin* para Eclipse.

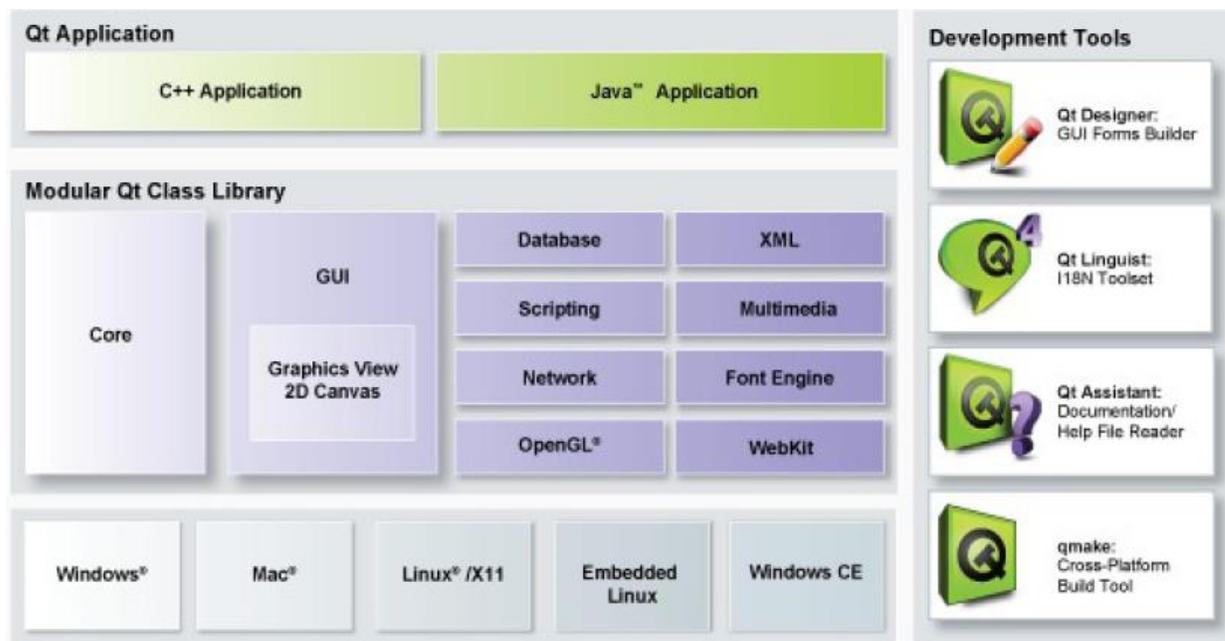


Figura 16 Arquitectura de Qt

2.8 Características de *SQLite*, como sistema gestor de base de datos (SGBD), para el desarrollo del sistema SISGIP

SQLite es un proyecto de dominio público, su creador es D. Richard Hipp, el cual implementa una pequeña librería de aproximadamente 500kb, programado en el lenguaje C, de dominio público, totalmente libre y que tiene con función hacer de un sistema de base de datos relacional (17).

Uno de las primeras diferencia entre los motores de bases de datos convencionales es su arquitectura cliente/servidor, pues *SQLite* es independiente, simplemente se realizan llamadas a subrutinas o funciones de las propias librerías de *SQLite*, lo cual reduce ampliamente la latencia en cuanto al acceso a las bases de datos. Con lo cual podemos decir que las base de datos compuesta por la definición de las tablas, índices y los propios datos son guardados por un solo fichero estándar y en un solo ordenador (17).

CAPÍTULO 2: TENDENCIAS Y TECNOLOGÍAS ACTUALES A UTILIZAR PARA EL SISTEMA SISGIP

- **Algunas razones para escoger SQLite :**

- Tamaño: SQLite tiene una pequeña memoria y una única biblioteca es necesaria para acceder a bases de datos, lo que lo hace ideal para aplicaciones de bases de datos incorporadas.
- Rendimiento de base de datos: SQLite realiza operaciones de manera eficiente y es más rápido que MySQL y PostgreSQL.
- Portabilidad: Se ejecuta en muchas plataformas y sus bases de datos pueden ser fácilmente portadas sin ninguna configuración o administración.
- Estabilidad: SQLite es compatible con ACID, reunión de los cuatro criterios de Atomicidad, Consistencia, Aislamiento y Durabilidad.
- SQL: Implementa un gran subconjunto de la ANSI – 92 SQL estándar, incluyendo subconsultas, generación de usuarios, vistas y *triggers*.

2.9 Características de la arquitectura en tres capas para el desarrollo del sistema SISGIP

La arquitectura tres capas consiste literalmente en separar un proyecto en Capa de Presentación, Capa de Negocio y Capa de Datos. Esto permite distribuir el trabajo de creación de una aplicación por niveles, de este modo, cada grupo de trabajo está totalmente abstraído del resto de niveles, de forma que basta con conocer la API que existe entre niveles (18).

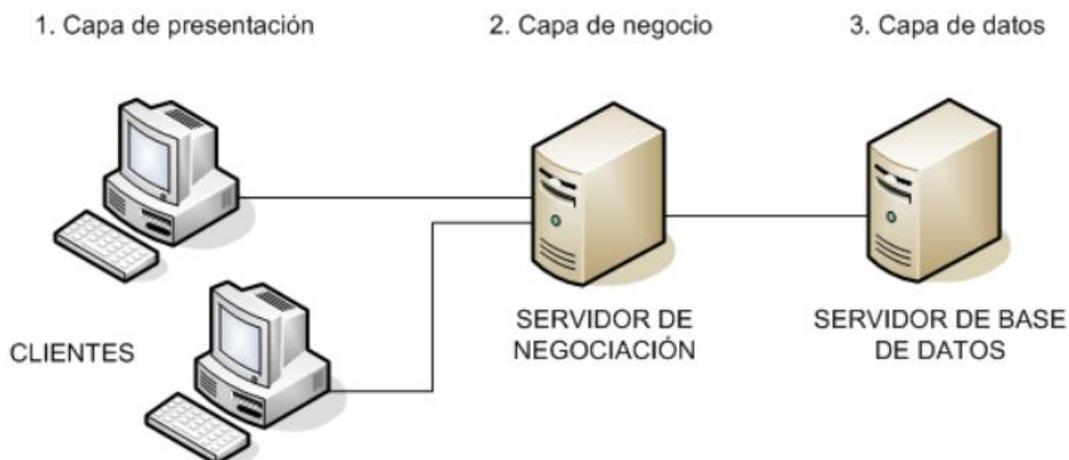


Figura 17 Representación de la arquitectura en tres capas

CAPÍTULO 2: TENDENCIAS Y TECNOLOGÍAS ACTUALES A UTILIZAR PARA EL SISTEMA SISGIP

- **Ventajas de esta Arquitectura**

- El desarrollo se puede llevar a cabo en varios niveles.
- Desarrollos paralelos (en cada capa).
- Aplicaciones más robustas debido al encapsulamiento.
- En caso de que sobrevenga algún cambio, sólo se ataca al nivel requerido sin tener que revisar entre código mezclado.
- Mantenimiento y soporte más sencillo (es más sencillo cambiar un componente que modificar una aplicación monolítica).
- Mayor flexibilidad (se pueden añadir nuevos módulos para dotar al sistema de nueva funcionalidad).
- Alta escalabilidad.

- **Capa de Presentación:** Esta es la parte que ve el usuario, las pantallas que se le muestra para que él interaccione con el sistema (también se le conoce como “capa de usuario”), comunicándole la información y recolectando la información suministrada por el usuario (realiza validaciones para comprobar que no hay errores de formato). Esta capa se comunica únicamente con la capa de negocio llevando y trayendo los datos o registros necesarios, es la interfaz gráfica del programa y debe ser lo más amena posible para una mejor comunicación con el usuario.

- **Capa de negocio:** Es donde residen los programas que se ejecutan, se reciben las peticiones del usuario y se envían las respuestas. Se denomina capa de negocio (e incluso de lógica del negocio) porque es aquí donde se establecen todos los procesos que deben realizarse.

- **Capa de datos:** Es donde residen los datos y es la encargada de acceder a los mismos. Está formada por uno o más gestores de bases de datos que realizan todo el almacenamiento de datos, reciben solicitudes de almacenamiento o recuperación de información desde la capa de negocio (18).

En una arquitectura de tres niveles, los términos “capas” y “niveles” no significan lo mismo ni son similares. El término “capa” hace referencia a la forma como una solución es segmentada desde el punto de vista lógico: Presentación/ Lógica de Negocio/ Datos. En cambio, el término

CAPÍTULO 2: TENDENCIAS Y TECNOLOGÍAS ACTUALES A UTILIZAR PARA EL SISTEMA SISGIP

“nivel” corresponde a la forma en que las capas lógicas se encuentran distribuidas de forma física (18).

2.10 Conclusiones

En el capítulo presentado se caracterizaron las herramientas y tecnologías a utilizar en la modelación e implementación del componente SISGIP, estudiando de cada una de ellas sus principales características y ventajas, que puedan ayudar en la construcción de la aplicación. Definiéndose finalmente como metodología de desarrollo RUP, IDE Eclipse, *framework* Qt, lenguaje de programación *Python*, herramienta *CASE Visual Paradigm*, lenguaje de modelado UML, arquitectura en tres capas y gestor de base de datos SQLite.

CAPÍTULO 3: PRESENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA PARA EL SISTEMA SIGGIP

3.1 Introducción

En el presente capítulo se realiza una descripción de la solución propuesta. Por no existir un negocio actual y al no poder identificar claramente la estructura de los procesos de negocio, se muestra por medio del modelo de dominio, los conceptos enmarcados en el entorno del problema, describiéndose cada una de las entidades identificadas. Se enumeran además los requisitos funcionales y no funcionales. Resultando de éstos el diagrama de caso de uso del sistema, mostrándose una descripción de los actores y la especificación de los casos de usos identificados.

3.2 Modelo de dominio

Por no existir un negocio real, y al no poder precisar la estructura de los procesos de negocio, se emplea un modelo de dominio o modelo conceptual. El modelo de dominio es una forma de mostrar al usuario los principales conceptos que se tratan en el entorno, logrando un mejor entendimiento del sistema, empleando además un glosario de términos para lograr una mejor concepción de los conceptos presentes.

3.3 Descripción general del modelo de dominio

Diariamente se recibe por medio de la DIPP un conjunto de reportes que caracterizan y dan seguimiento a cada una de las perforaciones de los pozos, entre ellos está el reporte de perforación específico para cada pozo. Además se obtienen por medio de la compañía CUBALOG, informes llamados historial de registros, los cuales contiene todo lo referente a la actividad de perforación en tiempo real por pozo. Por otro lado las compañías que son las empresas encargadas del mantenimiento y control del proceso de perforación generan un reporte de lodo. Tanto la DIPP, las compañías y CUBALOG envían los reportes antes mencionados al laboratorio de fluido de perforación y cementación del centro CEINPET en el cual el especialista encargado a partir de los datos contenidos en los reportes, elabora los informes de pegadura de tuberías que desee según el pozo que lo requiera.

CAPÍTULO 3: PRESENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA PARA EL SISTEMA SISGIP

3.3.1 Diagrama de clases del modelo de dominio del sistema SISGIP

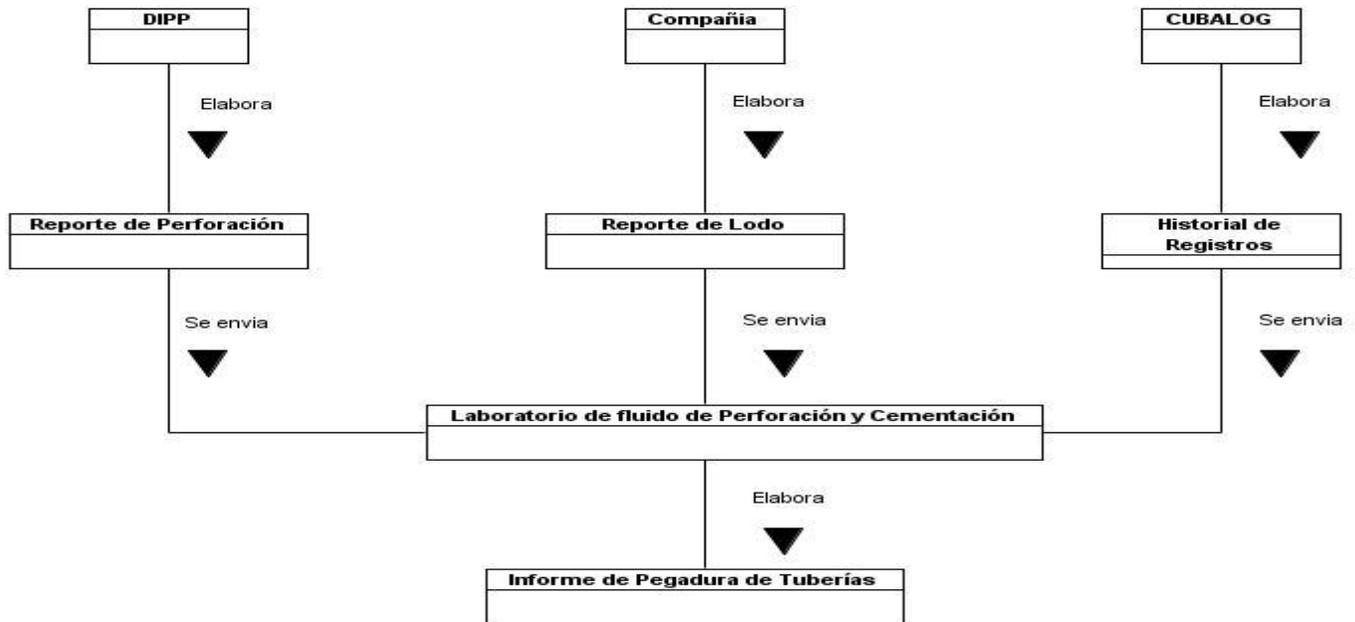


Figura 18 Modelo de dominio del sistema SISGIP

3.3.2 Descripción de las clases

DIPP: La Dirección Integrada de Proyecto de Perforación pertenece a la Empresa de Perforación y Extracción de Petróleo de Centro (EPEP Centro), es la encargada de la proyección, planificación y control de la perforación de pozos de petróleo en Cuba. En la misma trabaja el personal que controla y supervisa las operaciones de perforación, esta persona es la encargada de elaborar el Reporte de Perforación y el Reporte de Avería con todos los datos que se recogen durante la perforación.

Compañía: Es una empresa de servicios que se dedica a la elaboración, mantenimiento y control de los procesos de perforación durante la etapa de construcción del pozo.

CUBALOG: Compañía que se dedica a monitorear y registrar todos los parámetros de perforación de los pozos.

Reporte de Perforación: Informe en formato Excel que se emite diariamente con toda la información referida a la actividad de perforación. En él se incluyen los tiempos en cada operación, las operaciones, los parámetros mecánicos, las herramientas de perforación, la construcción del pozo y el control de gastos.

CAPÍTULO 3: PRESENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA PARA EL SISTEMA SISGIP

Reporte de Lodo: Informe en formato Excel que se emite diariamente y contiene todo lo relacionado a las propiedades físico-químicas, consumo de materiales, operaciones realizadas y datos generales del lodo.

Historial de Registros: Informe en formato Excel que se elabora a partir del control automático de los parámetros registrados durante la perforación. A tiempo real se puede obtener los datos en cualquier momento durante las fases de construcción del pozo.

Laboratorio de Fluido de Perforación y Cementación: Laboratorio perteneciente al CEINPET, que tiene como misión controlar y evaluar toda la información que le llega de las compañías y elaborar documentos parciales o finales del comportamiento de los servicios, sugerir modificaciones y dar su aprobación a los proyectos de perforación.

Informe de Pegadura de Tubería: Informe que se formula después de analizar y evaluar todos los factores que están influyendo en la pegadura de tuberías, su clasificación según las causas que la provocan así como posibles soluciones.

3.4 Especificación de los requerimientos funcionales para el sistema SISGIP

El flujo de trabajo de Requerimiento tiene como propósito establecer lo que debe hacer el sistema, que no es más que definir los requerimientos funcionales, además de especificar los requerimientos no funcionales que son propiedades o cualidades que el producto debe cumplir. Definiéndose de esta manera los límites del sistema.

3.4.1 Listado de los requerimientos funcionales para el sistema SISGIP

RF1. El sistema debe permitir modificar pegas de tuberías actualizando los valores de una pegadura ya almacenados: Debe modificar cualquiera de los parámetros definidos durante la inserción de una pegadura.

RF2. El sistema debe permitir eliminar una pega de tubería: Permitiendo en caso que se desee eliminar una pegadura de tubería ya almacenada.

RF3. El sistema debe permitir mostrar pegaduras de tuberías: Listando todas las pegaduras de tuberías que se hayan almacenado hasta ese momento.

RF4. El sistema debe permitir clasificar las pegaduras de tuberías para brindar soluciones según su definición: El sistema debe permitir clasificar cada una de las pegaduras de tuberías adicionadas en mecánica, por empaquetamiento de pozo/puentes, por

CAPÍTULO 3: PRESENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA PARA EL SISTEMA SISGIP

geometría del pozo o por presión diferencial, utilizando el método Amoco TRUE, según los valores que toman los siguientes parámetros: profundidad, carga al gancho, torque y caudal.

- RF5. El sistema debe permitir mostrar los parámetros que causan una pega de tubería: Debe permitir si así lo desea el usuario, mostrar el valor de cada uno de los parámetros de la pegadura de tuberías a la hora en que esta ocurre. Los parámetros que debe mostrar son los siguientes: Carga al gancho ,peso sobre la barrena, arrastre, altura del blok, SPP, emboladas/minutos, torque, RPM, velocidad de perforación, caudal, volumen en los tanques, gas total, profundidad.
- RF6. El sistema debe permitir adicionar soluciones de pegaduras de tuberías para brindar propuestas de soluciones y almacenarlas: Debe permitir adicionar una nueva solución de pegadura de tubería con los siguientes parámetros: Tipo de solución y descripción general de dicha solución.
- RF7. El sistema debe permitir modificar soluciones de pegaduras de tuberías actualizando los valores de una solución: Debe permitir modificar los parámetros de alguna de las soluciones de pegaduras de tuberías insertadas.
- RF8. El sistema debe permitir eliminar soluciones de pegaduras de tuberías: La solución que se desea eliminar debe haber sido almacenada anteriormente.
- RF9. El sistema debe permitir mostrar soluciones de pegaduras de tuberías: Mostrar todas las soluciones de pegaduras de tuberías que se hayan almacenado.
- RF10. El sistema debe permitir asignar soluciones a una pegadura de tubería: Mostrando las posibles soluciones de una pega y asignándole la que se desee.
- RF11. El sistema debe permitir marcar si una solución ha sido efectiva al aplicarla a una pegadura: Siempre que una solución asignada sea efectiva a una pegadura se incrementa la efectividad de la solución y varía el por ciento de efectividad de la misma.
- RF12. El sistema debe permitir calcular el por ciento de efectividad de las soluciones almacenadas: Calculando automáticamente el por ciento de efectividad de las soluciones basando en las veces que ha sido aplicada la solución y el número de veces que fue efectiva.

CAPÍTULO 3: PRESENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA PARA EL SISTEMA SISGIP

- RF13. El sistema debe permitir generar informe de pegadura de tubería: Generar un informe con los datos de una pegadura de tubería: Nombre del pozo, equipo, número de la barrena, diámetro de la barrena, tipo de barrena, número de serie, Jets, tiempo de maniobra para darle solución a la pegadura, hora en que ocurre la pega y fase de la barrena. Además de todos los parámetros que se encuentran en el historial de registro de esa pegadura referentes a la hora en que ocurrió la misma.
- RF14. El sistema debe permitir a partir de los tipos de soluciones, buscar soluciones de pegaduras: Listar las soluciones de pegadura según una clasificación especificada.
- RF15. El sistema debe permitir a partir de las clasificaciones de pegaduras de tuberías, buscar según su clasificación: Listar dada una clasificación todas las pegaduras de ese tipo que existen.
- RF16. El sistema debe permitir representar los valores de SPP de una pegadura especificada en función de la profundidad.
- RF17. El sistema debe permitir representar los valores de arrastre de una pegadura especificada en función de la profundidad.
- RF18. El sistema debe permitir representar los valores del torque de una pegadura especificada en función de la profundidad.
- RF19. El sistema debe permitir representar los valores de velocidad de perforación de una pegadura especificada en función de la profundidad.
- RF20. El sistema debe permitir representar los valores del caudal de una pegadura especificada en función de la profundidad.
- RF21. El sistema debe permitir representar los valores de RPM de una pegadura especificada en función de la profundidad.
- RF22. El sistema debe permitir representar los valores de SPP, arrastre, torque, velocidad de perforación, caudal, RPM en función de la profundidad.

CAPÍTULO 3: PRESENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA PARA EL SISTEMA SIGIP

3.4.2 Listado de requerimientos no funcionales para el sistema SIGIP

RNF 1. Seguridad

La información procesada por el sistema estará disponible todos los días. El sistema verificará en caso de acciones irreversibles (Ejemplo: Eliminar). Para la gestión de errores y la fuga de información asegurar que todas las llamadas a métodos/funciones que devuelven un valor tienen su control de errores y además se comprueba el valor devuelto.

RNF 2. Usabilidad

El sistema podrá ser utilizado por cualquier persona que se relacione con la información que se maneja. Se prevé que la usabilidad de este producto cuente con un alto nivel de aceptación por los usuarios finales.

RNF 3. Apariencia

La estructura de las interfaces será clara y bien distribuidas para que los usuarios sepan en cada momento qué acción realizar. Con colores pocos llamativos en el diseño de la interfaz, y letra visible que contrasten.

RNF 4. Hardware

Computadoras con: Un procesador: 300 MHz, Memoria: 128 MB, o un procesador: 1.8 GHz, Memoria RAM: 512 MB.

RNF 5. Software

Sistema operativo *Microsoft Windows XP* o Linux.

RNF 6. Portabilidad

El sistema es multiplataforma, permitiendo así que pueda ser utilizado desde cualquier sistema operativo.

RNF 7. Soporte.

El sistema debe ser factible para el mantenimiento, debe ser sencillo y asequible para los usuarios.

CAPÍTULO 3: PRESENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA PARA EL SISTEMA SIGIP

3.5 Descripción del sistema SIGIP

Haciendo uso de las ventajas que brinda el lenguaje de modelado UML, se representan los requerimientos funcionales enunciados anteriormente, por medio del diagrama de casos de uso del sistema. Donde cada uno de los requisitos abarca una serie de acciones del sistema, las cuales se llevan a cabo por medio de los actores. Los artefactos, actores, prototipo de interfaz de usuario, casos de uso y sus descripciones conforman el modelo del sistema.

3.5.1 Actores del sistema SIGIP

Un actor del sistema no es más que un conjunto de roles que los usuarios desempeñan cuando interactúan con los casos de uso. Definiéndose como actor del sistema el usuario de pegadura de tuberías.

3.5.2 Descripción general de los actores del sistema SIGIP

Actores	Justificación
Usuario de pegadura de tubería	Representa las personas encargadas de consultar, insertar, eliminar, modificar o mostrar la información que pueda existir de alguna pegadura de tubería y sus posibles soluciones. Puede también graficar según los parámetros y generar el informe de pegadura de tubería.

Tabla 1 Descripción general de los actores del sistema

CAPÍTULO 3: PRESENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA PARA EL SISTEMA SISGIP

3.5.3 Diagrama de Casos de Usos del sistema SISGIP

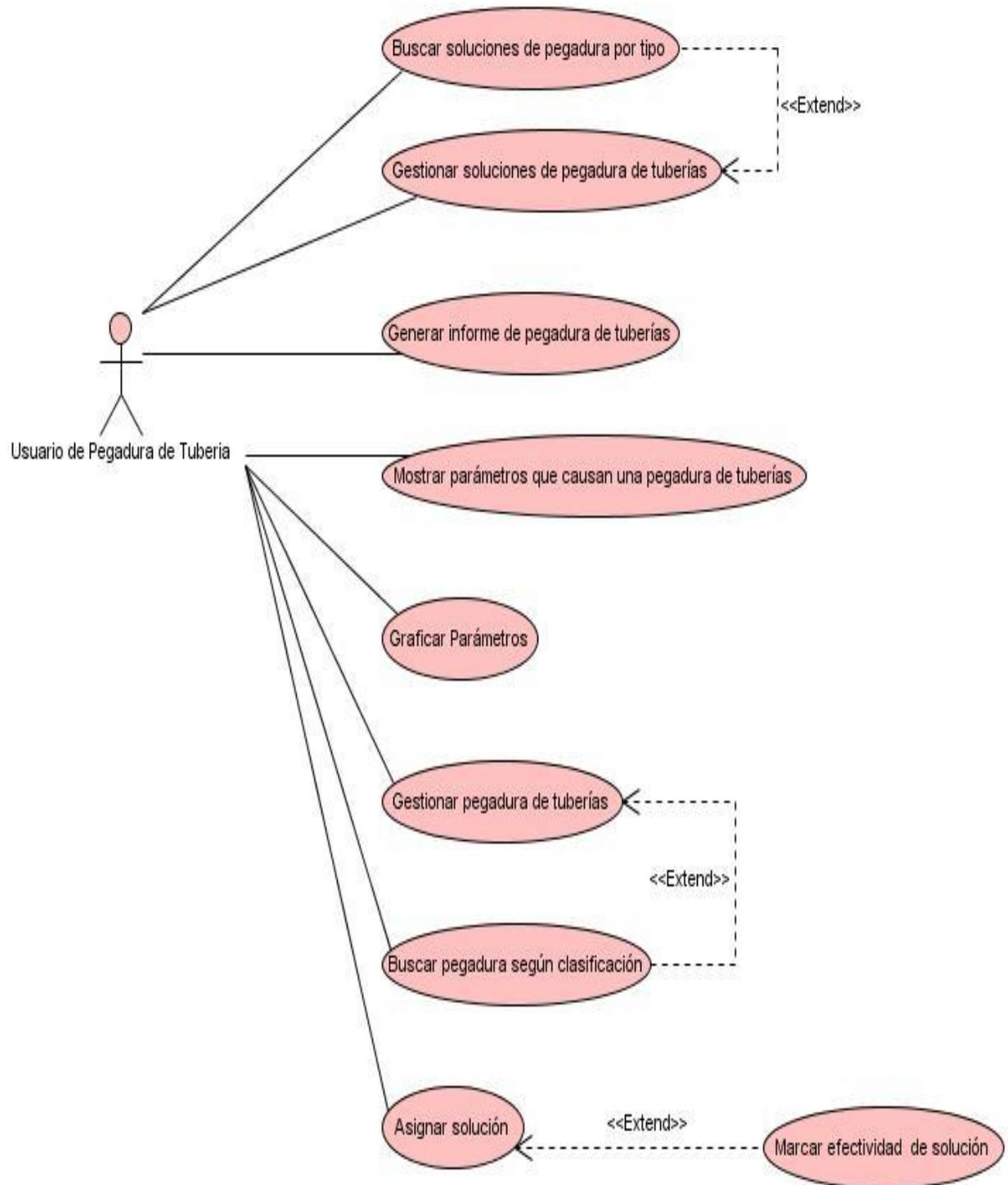


Figura 19 Diagrama de Caso de Uso del sistema SISGIP

CAPÍTULO 3: PRESENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA PARA EL SISTEMA SISGIP

3.5.4 Descripción textual de los principales casos de uso del sistema SISGIP

Caso de Uso:	Gestionar Pegadura de Tuberías
Actores:	Usuario de Pegadura de Tubería
Resumen:	El caso de uso se inicia cuando el usuario de pegadura de tubería desea modificar algunos de los parámetros de una pega ya existente o eliminar alguna específica de la lista. El sistema confirma los datos introducidos y actualiza la lista de pegaduras de tuberías inicialmente mostrada y finaliza el caso de uso.
Precondiciones:	El actor accedió a la funcionalidad de gestionar pegadura de tuberías.
Referencias	RF1, RF2, RF3, RF4
Prioridad	Crítico

Flujo Normal de Eventos

Acción del Actor	Respuesta del Sistema
1. El actor accede a la funcionalidad de gestionar pegadura de tuberías.	<p>1.1 El sistema clasifica la pegadura.</p> <p>1.2 El sistema busca en el historial de registro por el id de las pegaduras y la hora en que ocurrieron las pegaduras y los parámetros relacionados a ésta.</p> <p>1.3 Compara la profundidad del pozo a la hora en que ocurrió la pegadura, con la profundidad adquirida (por minutos) antes de que ocurriese la pega.</p> <p>Si la profundidad a la hora en que ocurrió la pegadura es menor que la profundidad adquirida minutos antes, el movimiento de la tubería antes de la pegadura es hacia arriba (empaquetamiento de pozo acumula 2 puntos, presión diferencial 0 puntos y geometría del pozo 2 puntos). De lo contrario ver flujo alterno 1.3a</p> <p>1.4. Compara la carga al gancho que tenía el</p>

CAPÍTULO 3: PRESENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA PARA EL SISTEMA SISGIP

pozo un minuto después de que ocurriera la pegadura con la carga al gancho a la hora en que ocurrió la pega.

Si la carga al gancho un minuto después de que ocurrió la pega es menor que la carga al gancho a la hora en que ocurrió la pegadura y la diferencia entre un valor y otro es un número muy pequeño o ambos valores son iguales, el movimiento descendente de la sarta después de la pegadura es libre (empaquetamiento de pozo suma 0 puntos, presión diferencial 0 puntos y geometría del pozo 2 puntos). De lo contrario ver flujo alterno 1.4a

1.5 Compara el torque del pozo a la hora que ocurrió la pegadura, con el torque del pozo un minuto después.

Si la diferencia entre ambos valores es un número muy pequeño o son iguales, la rotación después de la pegadura es libre (empaquetamiento de pozo suma 0 puntos, presión diferencial 0 puntos y geometría del pozo 2 puntos). De lo contrario ver flujo alterno 1.5a

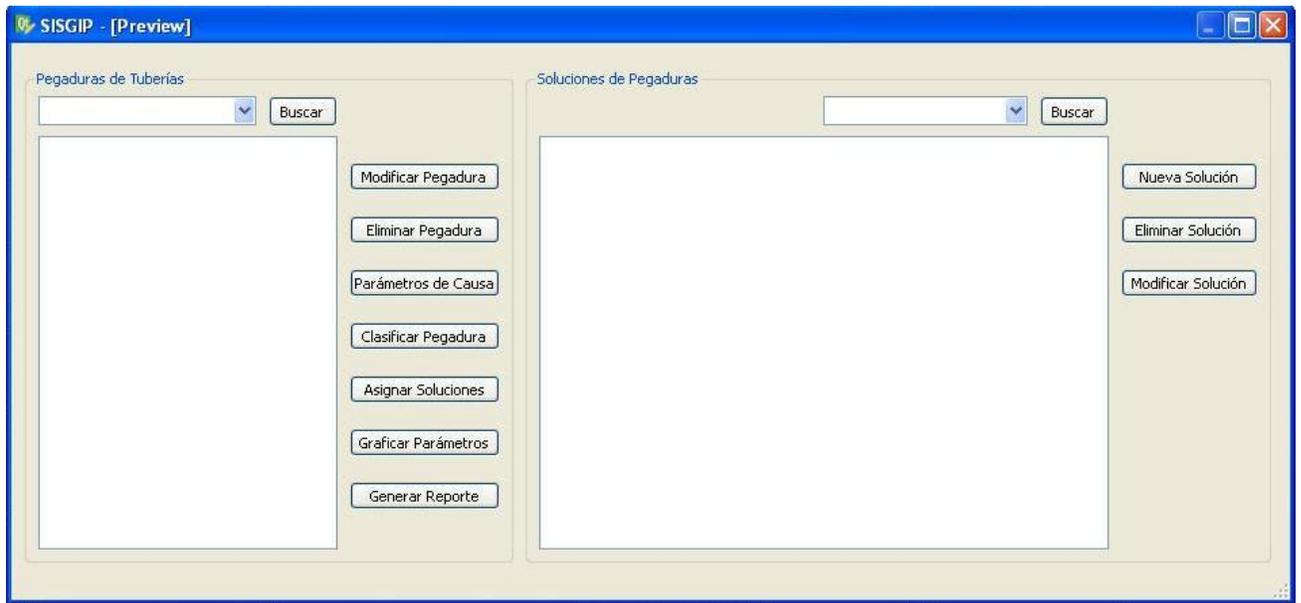
1.6 Compara el caudal del pozo a la hora en que ocurrió la pegadura con el caudal un minuto después.

Si el caudal un minuto después de la ocurrencia de la pegadura es mayor o igual al caudal en el momento en que ocurrió la pega, la circulación después de la pegadura es libre

CAPÍTULO 3: PRESENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA PARA EL SISTEMA SISGIP

	<p>(empaquetamiento de pozo suma 0 puntos, presión diferencial 2 puntos y geometría del pozo 2 puntos). De lo contrario ver flujo alterno 1.6a</p> <p>1.7 El sistema suma los puntos dados a empaquetamiento de pozo, presión diferencial y geometría del pozo. La variable que más puntos haya acumulado es la clasificación de la pegadura.</p> <p>1.8 El sistema lista las pegaduras almacenadas con su clasificación además de las opciones para eliminar y modificar una pegadura.</p>
<p>2. El actor selecciona una opción.</p> <p>Opciones:</p> <p>Eliminar Pegadura: ver sección “Eliminar Pegada de Tubería”.</p> <p>Modificar Pegadura: ver sección “Modificar Pega de Tubería”.</p>	

CAPÍTULO 3: PRESENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA PARA EL SISTEMA SISGIP



Flujo Alterno

Acción del Actor	Respuesta del Sistema
	1.3a Si la profundidad a la hora en que ocurrió la pegadura es mayor que la profundidad adquirida minutos antes, el movimiento de la tubería antes de la pegadura es hacia abajo (empaquetamiento de pozo acumula 1 puntos, presión diferencial 0 puntos y geometría del pozo 2 puntos). De lo contrario ver flujo alternativo 1.3b
	1.4a Si la carga al gancho un minuto después de que ocurrió la pega es menor que la carga al gancho de la hora en que ocurrió la pega y la diferencia entre un valor y otro es un número no pequeño, el movimiento descendente de la sarta después de la pegadura es con restricción (empaquetamiento de pozo suma 1 puntos, presión diferencial 0 puntos y geometría del pozo 2 puntos). De lo contrario ver flujo alternativo 1.4b

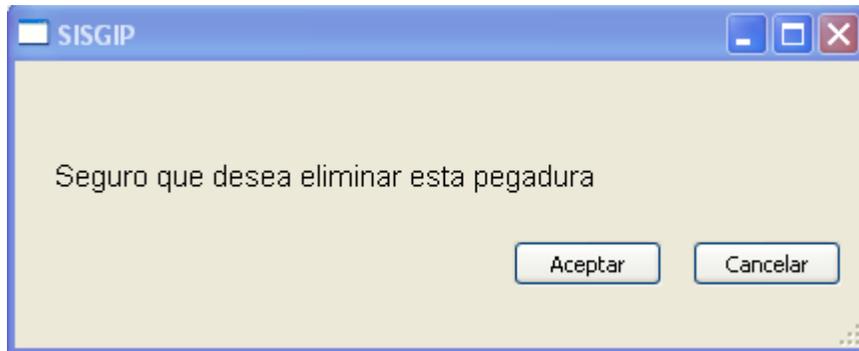
CAPÍTULO 3: PRESENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA PARA EL SISTEMA SISGIP

	1.5a Si la diferencia entre el valor del torque a la hora que ocurrió la pegadura y el valor del mismo un minuto después es un número no muy pequeño, la rotación después de la pegadura es con restricciones (empaquetamiento de pozo suma 2 puntos, presión diferencial 0 puntos y geometría del pozo 2 puntos). De lo contrario ver flujo alterno 1.5b
Flujo Alterno	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
	1.3b Si la profundidad a la hora en que ocurrió la pegadura es igual que la profundidad adquirida minutos antes, la tubería antes de la pegadura estaba estática (empaquetamiento de pozo acumula 2 puntos, presión diferencial 2 puntos y geometría del pozo 0 puntos).
	1.4b El movimiento descendente de la sarta después de la pegadura es imposible (empaquetamiento de pozo suma 0 puntos, presión diferencial 0 puntos y geometría del pozo 0 puntos).
	1.5b La rotación después de la pegadura es imposible (empaquetamiento de pozo suma 0 puntos, presión diferencial 0 puntos y geometría del pozo 0 puntos).
	1.6b La circulación después de la pegadura es imposible (empaquetamiento de pozo suma 2 puntos, presión diferencial 0 puntos y geometría del pozo 0 puntos).
Sección: “Eliminar pegadura de tuberías”	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
1. El actor elige una de las pegaduras de tuberías listadas y selecciona la opción “eliminar”	1.1. El sistema muestra un mensaje de confirmación de la operación.

CAPÍTULO 3: PRESENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA PARA EL SISTEMA SISGIP

2. El actor confirma la eliminación de la pegadura de tuberías.

2.1. El sistema elimina la pegadura de tuberías.



Sección: "Modificar pegadura de tuberías"

Acción del Actor	Respuesta del Sistema
1. El actor elige una pegadura de las mostradas y selecciona la opción de modificar los datos de esa pegadura de tubería.	1.2. El sistema muestra un formulario con los datos de la pegadura de tubería que se quiere modificar, permitiendo editarlos.
2. El actor introduce los cambios de los datos deseados y selecciona la opción "guardar".	2.1. El sistema verifica que todos los datos modificados sean correctos y guarda las modificaciones en el sistema.

A screenshot of a software window titled "SISGIP - [Preview]". The window contains a form with two main sections: "Datos Generales" and "Datos de la Barrena".

Datos Generales:

- Nombre del pozo:
- Equipo:
- Hora de pegadura: hrs
- Tiempo de maniobra: hrs

Datos de la Barrena:

- Número de barrena:
- Número de serie:
- Tipo de barrena:
- Diámetro de barrena: mm
- Jets: # x mm
- Fase:

At the bottom right of the form is a button labeled "Modificar Pegadura".

CAPÍTULO 3: PRESENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA PARA EL SISTEMA SISGIP

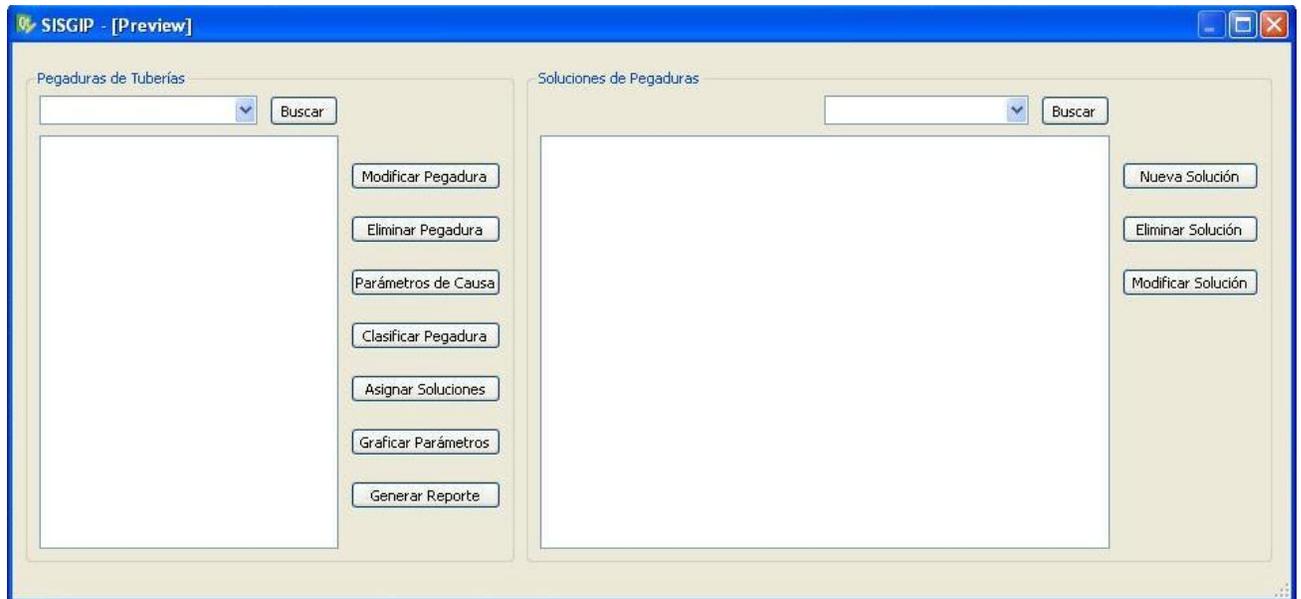
Flujo Alterno	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
Sección: “Modificar pegadura de tuberías” Acción 2.2	2.2 En caso de ser incorrectos los datos introducidos, el sistema muestra un mensaje de error informándolo.
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
1. El actor selecciona la opción buscar pegaduras según clasificación.	1.1 Ver caso de uso extendido <i>buscar pegaduras según clasificación</i> .
Pos condiciones	Se actualizaron los datos de las pegaduras de tuberías en el sistema.

Tabla 2 Descripción detallada del caso de uso "Gestionar pegadura de tuberías"

Caso de Uso:	Gestionar soluciones de pegadura de tuberías.
Actores:	Usuario de Pegadura de Tubería
Resumen:	El caso de uso se inicia cuando el Usuario de Pegadura desea adicionar una nueva solución de pega de tubería, modificar los datos de una ya existente o eliminar una específica, el sistema verifica los datos introducidos y los actualiza, finaliza el caso de uso.
Precondiciones:	Accedió a la funcionalidad gestionar soluciones de pegadura de tuberías.
Referencias	RF6, RF7, RF8, RF9
Prioridad	Crítico
Flujo Normal de Eventos	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
1. El actor accede a la funcionalidad gestionar soluciones de pegadura de tuberías.	1.1 El sistema muestra todas las soluciones existentes y las opciones para gestionar soluciones de pegadura de tuberías.
2. El actor selecciona una opción. Opciones: Adicionar solución: Ver sección “Adicionar solución de Pega de Tuberías “. Eliminar solución: Ver sección “Eliminar solución de Pegada de Tubería”.	

CAPÍTULO 3: PRESENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA PARA EL SISTEMA SISGIP

Modificar solución: Ver sección “Modificar solución de Pega de Tubería”.



Sección “Adicionar Solución de Pegadura de tubería”

Acción del Actor	Respuesta del Sistema
1. El actor ha seleccionado la opción de adicionar solución de pegadura de tuberías.	<p>1.1 El sistema muestra un formulario con los campos necesarios para adicionar una nueva solución.</p> <p>Datos de solución:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tipo de solución - Descripción general
2. El actor introduce los datos de la solución y selecciona la opción “Adicionar”.	<p>2.1 El sistema verifica los datos introducidos.</p> <p>2.2 En caso de estar correctos guarda los datos de la solución. En caso contrario ver flujo alternativo 2.2a</p>

CAPÍTULO 3: PRESENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA PARA EL SISTEMA SISGIP



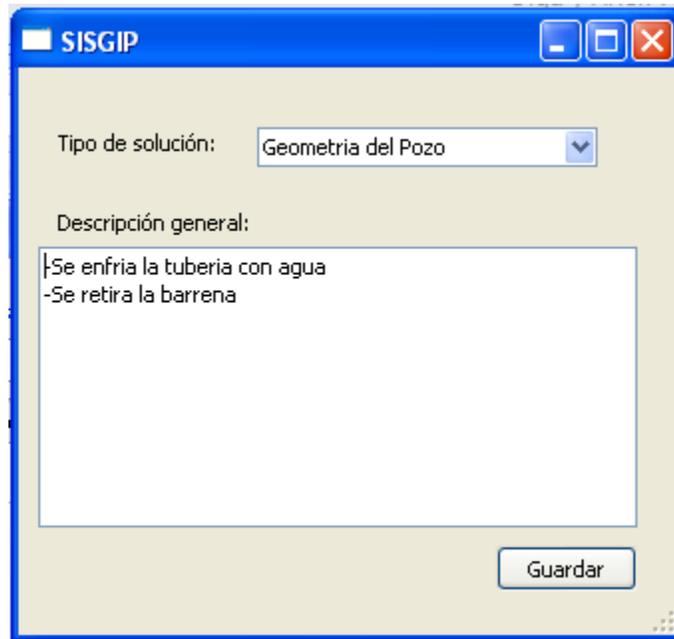
The screenshot shows a window titled "SISGIP - [Preview]". Inside the window, there is a form with the following elements:

- A label "Tipo de solución:" followed by a dropdown menu.
- A label "Descripción general:" followed by a large, empty text area.
- A button at the bottom right labeled "Adicionar Solución".

Sección "Modificar Solución de Pegadura de Tubería"

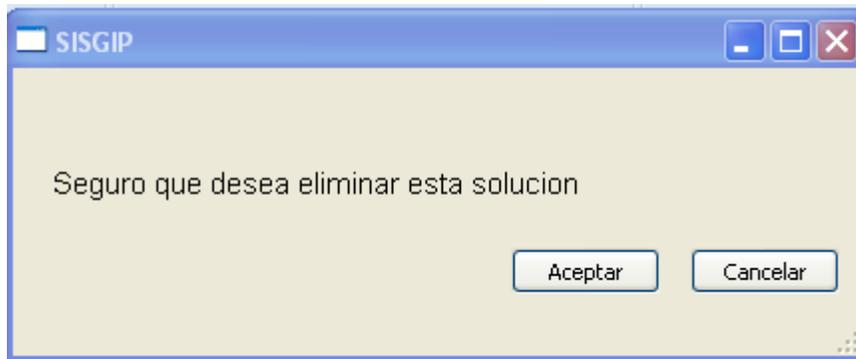
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
1. El actor ha seleccionado una de las soluciones mostradas y elige la opción de modificar los datos de esa solución de pegadura de tubería.	1.1. El sistema muestra un formulario con los datos de la solución que se quiere modificar, permitiendo editarlos.
2. El actor hace los cambios en los parámetros seleccionados y selecciona la opción "Guardar".	2.1. El sistema valida que los datos modificados sean correctos. 2.2. En caso de ser correctos guarda los datos modificados en el sistema. En caso contrario ver flujo alternativo 2.2a

CAPÍTULO 3: PRESENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA PARA EL SISTEMA SISGIP



Sección “Eliminar Solución de Pegadura de Tubería”

Acción del Actor	Respuesta del Sistema
1. El actor selecciona una solución de pegadura de tuberías y elige la opción eliminar.	1.1. El sistema muestra un mensaje confirmando si realmente desea eliminar la solución de pegadura de tuberías.
2. El actor confirma que desea eliminar solución.	2.1. El sistema elimina la solución seleccionada.



Flujos Alternos

Acción del Actor	Respuesta del Sistema
Sección “Adicionar Solución de Pegadura de tubería” Acción 2.2	2.2 a Si los datos introducidos son incorrectos el sistema muestra un mensaje informándolo.
Acción del Actor	Respuesta del Sistema

CAPÍTULO 3: PRESENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA PARA EL SISTEMA SISGIP

Sección "Modificar Solución de Pegadura de Tubería" Acción 2.2	2.2 a Si los datos introducidos son incorrectos el sistema muestra un mensaje informándolo.
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
3. El actor selecciona la opción <i>buscar soluciones por tipo</i> .	1.1 Ver caso de uso extendido <i>buscar soluciones por tipo</i> .
Pos condiciones	Se actualizaron las soluciones de pegadura de tubería en el sistema.

Tabla 3 Descripción detallada del caso de uso "Gestionar soluciones de pegadura de tuberías"

Caso de Uso:	Mostrar parámetros que causan una pegadura de tubería
Actores:	Usuario de Pegadura de Tubería
Resumen:	El caso de uso se inicia cuando el usuario desea observar los parámetros que causaron una pegadura, selecciona la opción consultar parámetros, y el sistema muestra todos los parámetros a la hora que ocurrió la pegadura, finaliza el caso de uso.
Precondiciones:	Existen pegaduras almacenadas y el actor ha seleccionado una pegadura de tubería.
Referencias	RF5
Prioridad	Crítico
Flujo Normal de Eventos	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
1. El actor selecciona una pegadura de tuberías de las ya listadas y elige la opción mostrar parámetros que causan una pegadura de tubería.	1.1 El sistema busca a partir de la pegadura seleccionada por el id de la pegadura y la hora en que ocurrió la pegadura en el historial de registros y muestra todos los parámetros relacionados a la hora en que ocurrió la pegadura seleccionada.

CAPÍTULO 3: PRESENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA PARA EL SISTEMA SIGGIP

	Parametros	Valores
1	Carga al gancho	76.2
2	Peso sobre la barrena	305.0
3	Arrastre	40.0
4	Altura del blok	5.0
5	SPP	45.0
6	Emboladas/min	5.0
7	Torque	10.2
8	RPM	905.0
9	Velocidad de perforacion	781.0
10	Caudal	18.3
11	Volumen en tanques	5.0
12	Gas total	5.0
13	Profundidad	64.0

Pos condiciones Se mostraron los parámetros que causaron una pegadura de tubería seleccionada.

Tabla 4 Descripción detallada del caso de uso “Mostrar parámetros de causan una pegadura de tuberías”

Caso de Uso:	Generar informe de pegadura de tubería
Actores:	Usuario de Pegadura de Tubería
Resumen:	El caso de uso se inicia cuando el usuario pulsa el botón generar informe de pegadura de tubería, el sistema permite que el usuario escoja la dirección donde desea guardar el informe con los datos de la pegadura seleccionada y los parámetros que la causaron, finaliza el caso de uso.
Precondiciones:	Existen pegaduras de tuberías almacenadas en el sistema y ha seleccionado una de ellas.

CAPÍTULO 3: PRESENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA PARA EL SISTEMA SISGIP

Referencias	RF 13
Prioridad	Crítico
Flujo Normal de Eventos	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
1. El actor selecciona una pegadura de tuberías de las ya listadas y elige la opción Generar informe de pegadura de tubería.	1.1 El sistema solicita al usuario que seleccione la dirección donde desea se guarde el informe de pegadura.
2. El usuario selecciona la dirección donde desea se guarde el informe de pegadura.	<p>2.1 El sistema guarda el informe de pegadura de tubería.</p> <p>Datos de informe de pegadura:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nombre del pozo. - Equipo. - Número de la barrena. - Diámetro de la barrena. - Tipo de barrena. - Número de serie. - Jets - Tiempo de maniobra. - Hora en que ocurre la pega. - Fase de la barrena. <p>Además de todos los parámetros que se encuentran en el historial de registro de esa pegadura referentes a la hora en que ocurrió la misma.</p>
Pos condiciones	Se creó un informe de pegadura de tuberías.

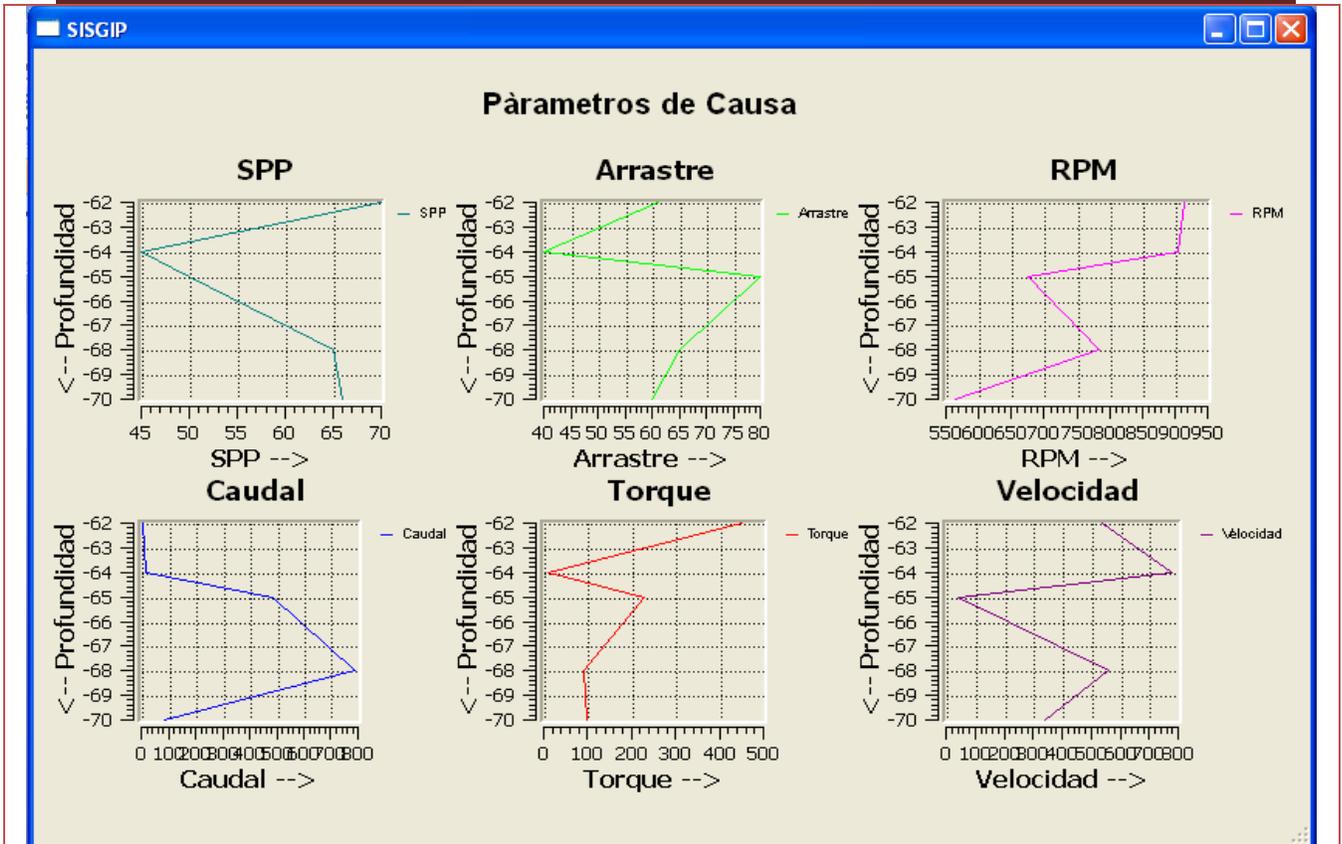
Tabla 5 Descripción detallada del caso de uso "Generar informe de pegadura de tuberías"

Caso de Uso:	Graficar parámetros
Actores:	Usuario de Pegadura de Tubería
Resumen:	El caso de uso se inicia cuando el usuario de pegadura de tubería selecciona la opción graficar, y el sistema muestra las gráficas de los parámetros SPP, arrastre, torque, velocidad de perforación, RPM y caudal en función de la profundidad del pozo, finalizando así el caso de uso.

CAPÍTULO 3: PRESENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA PARA EL SISTEMA SISGIP

Precondiciones:	Existen pegaduras de tuberías almacenadas en el sistema y ha sido seleccionada una de ellas.	
Referencias	RF 16, RF 17, RF 18, RF 19, RF 20, RF 21	
Prioridad	Crítico	
Flujo Normal de Eventos		
Acción del Actor	Respuesta del Sistema	
1. El actor selecciona una pegadura de tuberías de las ya listadas y elige la opción Graficar parámetros de pegadura de tubería.	1.1.	<p>El sistema muestra las gráficas de :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Profundidad en función de la SPP. - Profundidad en función de la RPM. - Profundidad en función del arrastre. - Profundidad en función del torque. - Profundidad en función de la velocidad de perforación. - Profundidad en función del caudal.

CAPÍTULO 3: PRESENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA PARA EL SISTEMA SISGIP



Pos condiciones

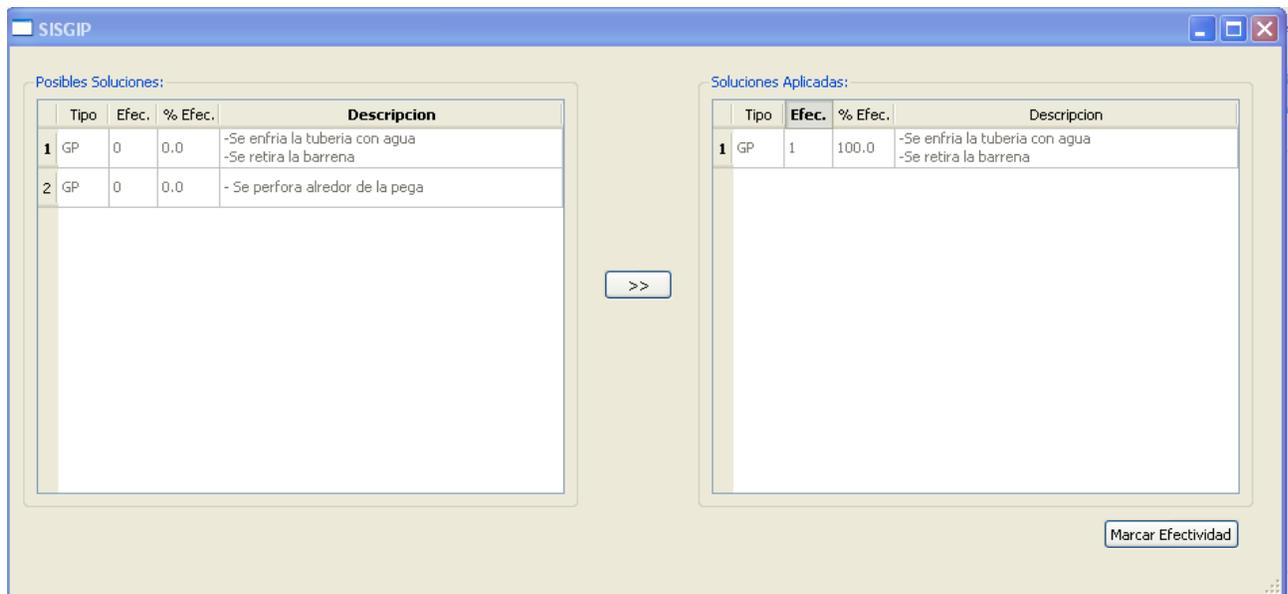
Se mostraron las gráficas de profundidad en función de SPP, RPM, arrastre, torque, velocidad de perforación y caudal.

Tabla 6 Descripción detallada del caso de uso "Graficar parámetros"

Caso de Uso:	Asignar solución
Actores:	Usuario de Pegadura de Tubería
Resumen:	El caso de uso se inicia cuando el usuario de pegadura de tubería selecciona la opción asignar soluciones, y el sistema muestra un listado de las posibles soluciones, permitiendo asignar cualquiera de las soluciones listadas, finalizando así el caso de uso.
Precondiciones:	Existen pegaduras de tuberías almacenadas en el sistema y ha sido seleccionada una de ellas.
Referencias	RF 10, RF 11, RF 12
Prioridad	Crítico
Flujo Normal de Eventos	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
1. El actor selecciona una pegadura de tuberías	1.1 El sistema busca todas las soluciones donde

CAPÍTULO 3: PRESENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA PARA EL SISTEMA SISGIP

de las ya listadas y elige la opción Asignar Soluciones.	el tipo sea igual a la clasificación de la pegadura seleccionada.
2. El usuario escoge una de las posibles soluciones y selecciona la opción “Asignar”.	<p>2.1 El sistema si la solución no ha sido asignada a la pegadura seleccionada, la asigna. En caso contrario ver flujo alterno 2.1a</p> <p>2.2 El sistema actualiza la efectividad de la solución y el por ciento de efectividad de la misma.</p>



Flujo Alterno

Acción del Actor	Respuesta del Sistema
Acción 2	2.1a. El sistema muestra un mensaje de error informando que la posible solución seleccionada ya ha sido asignada a esa pegadura.
2. El actor desea marcar la efectividad de una de las soluciones aplicadas a una pegadura.	2.1 Ver Caso de Uso Extendido <i>Marcar efectividad de solución.</i>
Pos condiciones	Se mostraron las posibles soluciones de la pegadura seleccionada.

Tabla 7 Descripción detallada del caso de uso "Asignar solución"

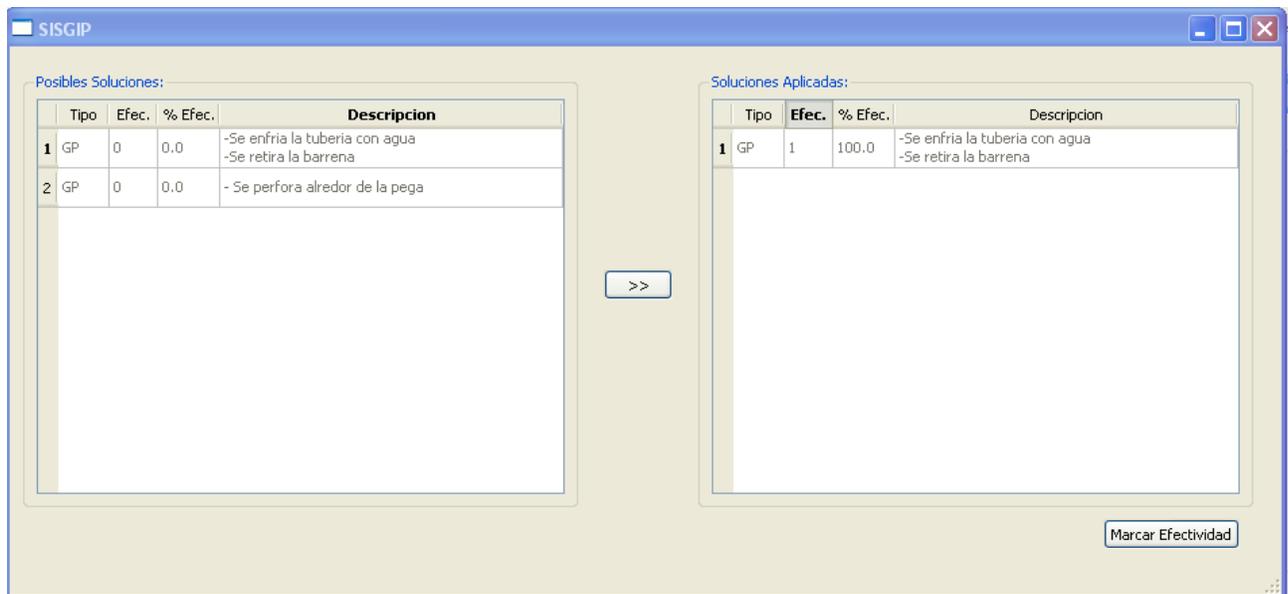
Caso de Uso:	Marcar efectividad de solución
---------------------	--------------------------------

CAPÍTULO 3: PRESENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA PARA EL SISTEMA SISGIP

Actores:	Usuario de Pegadura de Tubería
Resumen:	El caso de uso se inicia cuando el usuario de pegadura de tubería selecciona la opción marcar efectividad de una de las soluciones aplicadas, el sistema incrementa la efectividad de la solución y el por ciento de efectividad de la misma, finalizando así el caso de uso.
Precondiciones:	Existen soluciones aplicadas y ha sido seleccionada una de ellas.
Referencias	RF 11, RF 12
Prioridad	Crítico

Flujo Normal de Eventos

Acción del Actor	Respuesta del Sistema
1. El actor selecciona una de las soluciones asignadas a una pegadura y selecciona la opción marcar efectividad.	1.1. El sistema, si la efectividad de la solución seleccionada, no ha sido marcada para esta pegadura, incrementa la efectividad de la solución en uno y varía el por ciento de efectividad de la misma. En caso contrario ver flujo alterno 1.1a



Flujo Alterno

Acción del Actor	Respuesta del Sistema
Acción 1	1.1a. El sistema muestra un mensaje de error informando que para esa pegadura la efectividad

CAPÍTULO 3: PRESENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA PARA EL SISTEMA SISGIP

	de la solución seleccionada ya ha sido marcada.
Pos condiciones	Se incrementa la efectividad de la solución y varía el por ciento de efectividad de la misma.

Tabla 8 Descripción detallada del caso de uso "Marcar efectividad"

3.6 Conclusiones

En este capítulo se ha descrito la propuesta al problema inicialmente planteado. Realizándose un modelo de domino para una mejor comprensión del entorno donde coexiste el problema, definiéndose a partir de este modelo, conceptos, entidades y sus relaciones. Se identificaron además los requerimientos que el sistema debe cumplir, clasificándolo en funcionales y no funcionales. De la identificación de los requerimientos funcionales se derivaron los casos de uso y el actor del sistema, quedando plasmado en un diagrama de caso de uso del sistema, finalmente se describen los casos de uso críticos para el sistema.

CAPÍTULO 4: CONSTRUCCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA PARA EL SISTEMA SISGIP

4.1 Introducción

Luego de analizar en el capítulo anterior las funcionalidades que el sistema SISGIP debe cumplir y siguiendo el flujo de trabajo de la metodología RUP se realizará el diseño y seguidamente la implementación del sistema en el presente capítulo. Describiéndose la construcción de la aplicación, las principales características del patrón arquitectónico a utilizar, así como también de los patrones de diseños empleados, los diagramas de clases del diseño y el diseño de la base de datos.

4.2 Patrón arquitectónico utilizado para la construcción del sistema SISGIP

La arquitectura de software es la organización fundamental de un sistema, las relaciones entre sus componentes, el ambiente, los principios que orientan su diseño y su evolución. A grandes rasgos según Paul Clements en 1996, “la arquitectura de software es una vista del sistema que incluye los componentes principales del mismo, la conducta de esos componentes según se le percibe desde el resto del sistema y las formas en que los componentes interactúan y se coordinan para alcanzar la misión del sistema. La vista arquitectónica es una vista abstracta, aportando el más alto nivel de comprensión y la supresión o diferimiento del detalle inherente a la mayor parte de las abstracciones”.

La arquitectura es una vista estructural de alto nivel, que define estilo o combinación de estilos para una solución. Se puede decir que la arquitectura es esencial para el éxito o fracaso de un proyecto. Además la arquitectura de un software es necesaria para comprender el sistema, organizar el desarrollo del mismo, fomentar la reutilización y controlar la evolución del proyecto (19).

Los estilos arquitectónicos se utilizan para simplificar las estructuras de las soluciones. Definen los posibles patrones a utilizar en los sistemas, permitiendo evaluar arquitecturas alternativas según sus ventajas y desventajas conocidas con anterioridad, escogiendo finalmente la que más se ajuste a los requerimientos funcionales y no funcionales previamente definidos.

CAPÍTULO 4: CONSTRUCCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA PARA EL SISTEMA SISGIP

Para la construcción del sistema SISGIP se utiliza el estilo arquitectónico de llamada-respuesta y dentro de este, el patrón arquitectónico en capas, específicamente en tres capas (capa de presentación, lógica de negocio y acceso a datos). Lo que permite distribuir el trabajo por niveles donde cada nivel o capa provee de servicios a los niveles superiores del sistema SISGIP. Algunos especialistas definen el estilo en capas como “una organización jerárquica tal que cada capa proporciona servicios a la capa inmediatamente superior y se sirve de las prestaciones que le brinda la inmediatamente inferior”.

Al basarse el sistema en la arquitectura tres-capas facilita el desarrollo en varios niveles al mismo tiempo, lo que garantiza una aplicación robusta debido al encapsulamiento, soportando la evolución del sistema de forma sencilla, pues los cambios en el futuro solo afectan a la capa en cuestión.

Según Pressman, en su libro “Ingeniería de Software. Un enfoque práctico”: “la arquitectura de tres capas permite aislar a la tecnología que implementa la base de datos, de forma que sea fácil cambiar esta tecnología. Utiliza mucho código lejos del cliente y los cambios de mantenimiento ocurren de forma centralizada. La idea de las tres capas encaja con las prácticas orientadas a objetos de hoy en día: todo el procesamiento tiene lugar por medio de los mensajes que se envían a los objetos y no mediante trozos de código asociados a cada objeto.”

4.2.1 Diagrama de clases del diseño del sistema SISGIP

Seguidamente se muestra el diagrama de clases del diseño del sistema SISGIP que se encuentra distribuido en tres capas: La capa de presentación, lógica de negocio y acceso a datos. La capa de presentación está compuesta por una interfaz principal, la cual tendrá su propia clase controladora, que será capaz de comunicarse con todas las clases controladoras del resto de las interfaces que responden a las necesidades de los casos de usos diseñados anteriormente, estas clases controladoras brindan la información necesaria a la capa de lógica de negocio para acceder a la base de datos del sistema. Este funcionamiento está basado en la arquitectura de programación del lenguaje y *framework* utilizado, siendo *Python* y *QT*.

CAPÍTULO 4: CONSTRUCCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA PARA EL SISTEMA SISGIP

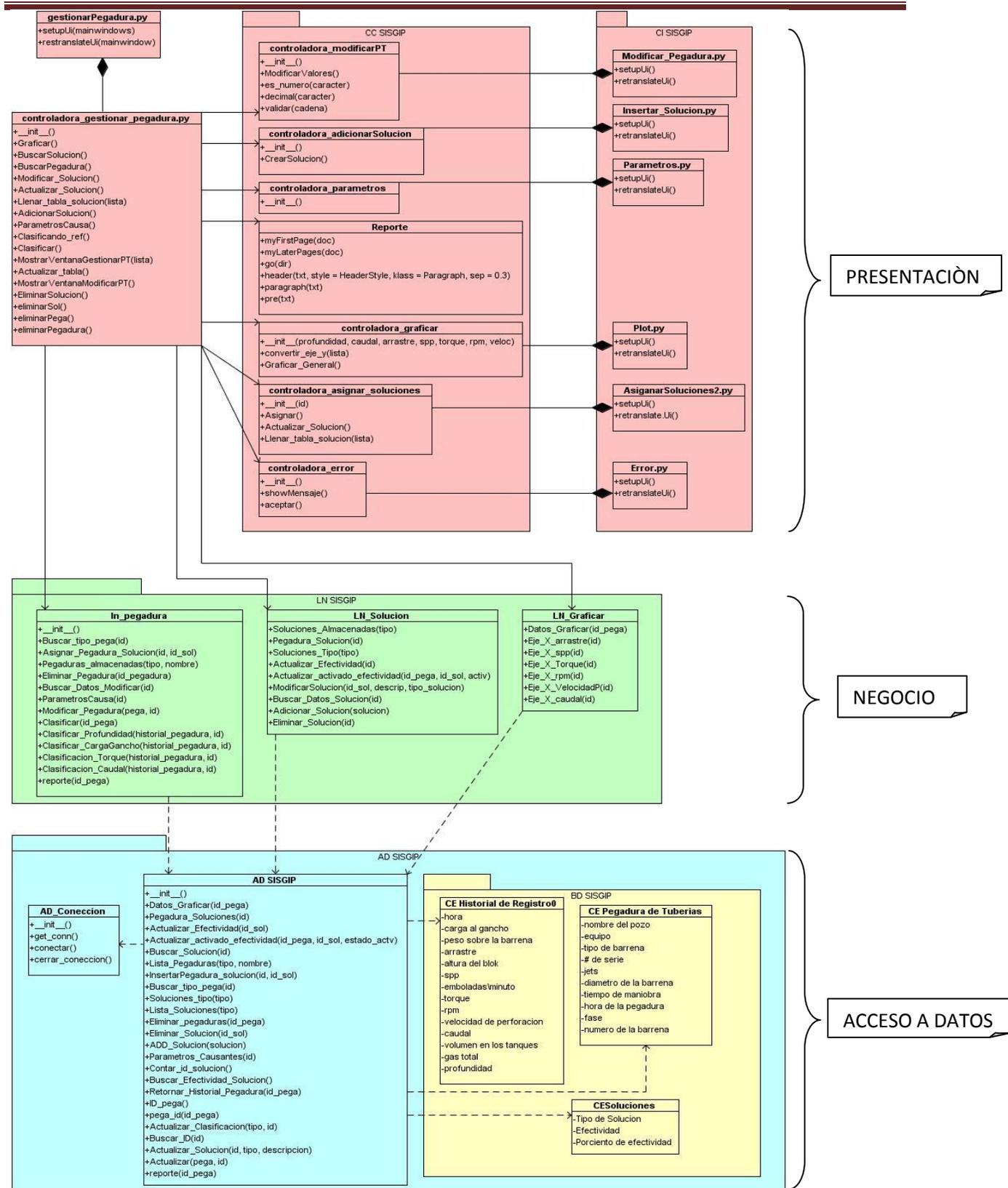


Figura 20 Diagrama de diseño del sistema SISGIP

CAPÍTULO 4: CONSTRUCCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA PARA EL SISTEMA SISGIP

4.3 Diagrama entidad-relación de la base de datos del sistema SISGIP

Para realizar el diseño de la base de datos, se modeló el diagrama de clases persistentes el cual se obtuvo del modelo de dominio mostrado en el capítulo anterior. Definiéndose en este diagrama la persistencia como la capacidad que tiene un objeto de mantener su valor en el espacio y en el tiempo. Después de realizado este diagrama se obtuvo el modelo de datos detallando la estructura física y lógica de los datos persistentes, quedando la base de datos del sistema SISGIP normalizada hasta la tercera forma normal.

4.3.1 Diagrama de clases persistentes del sistema SISGIP

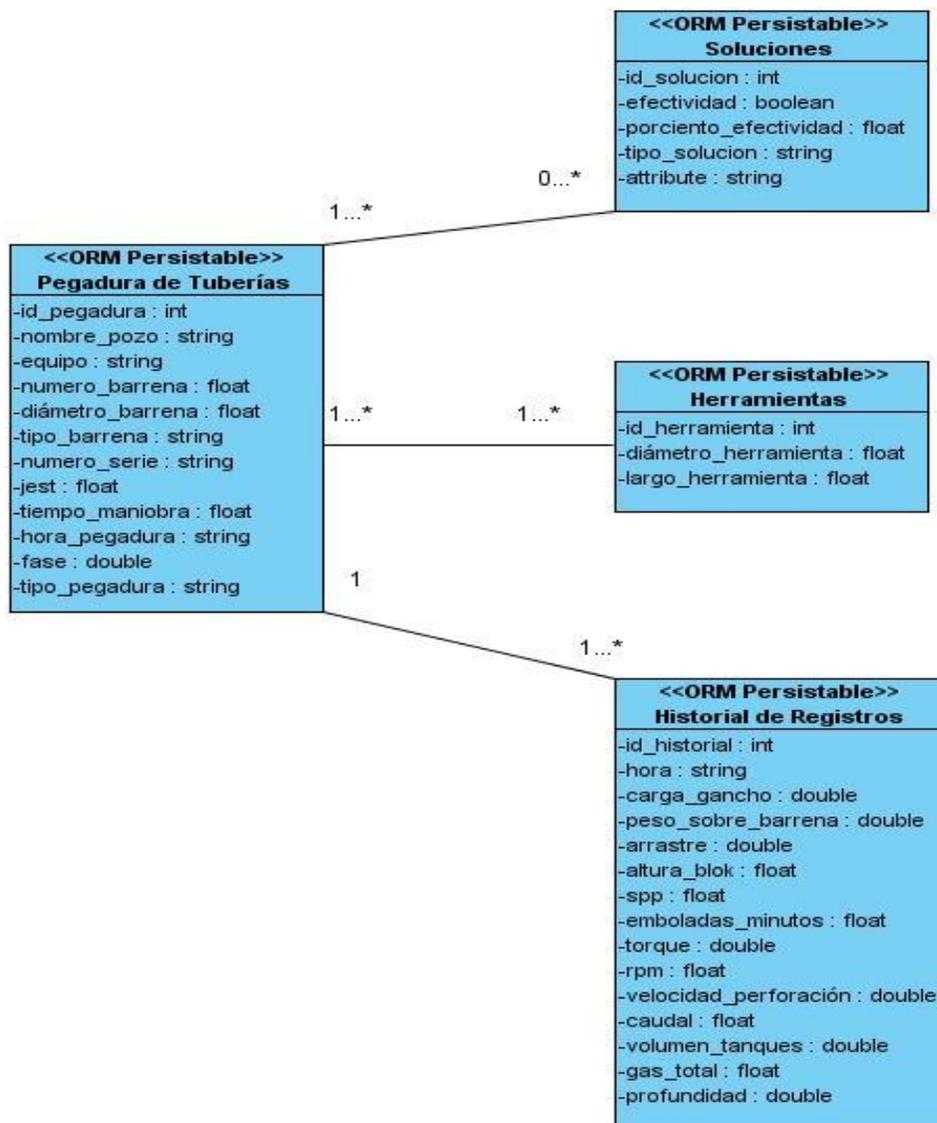


Figura 21 Diagrama de clases persistentes del sistema SISGIP

CAPÍTULO 4: CONSTRUCCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA PARA EL SISTEMA SISGIP

4.3.2 Modelo de datos del sistema SISGIP

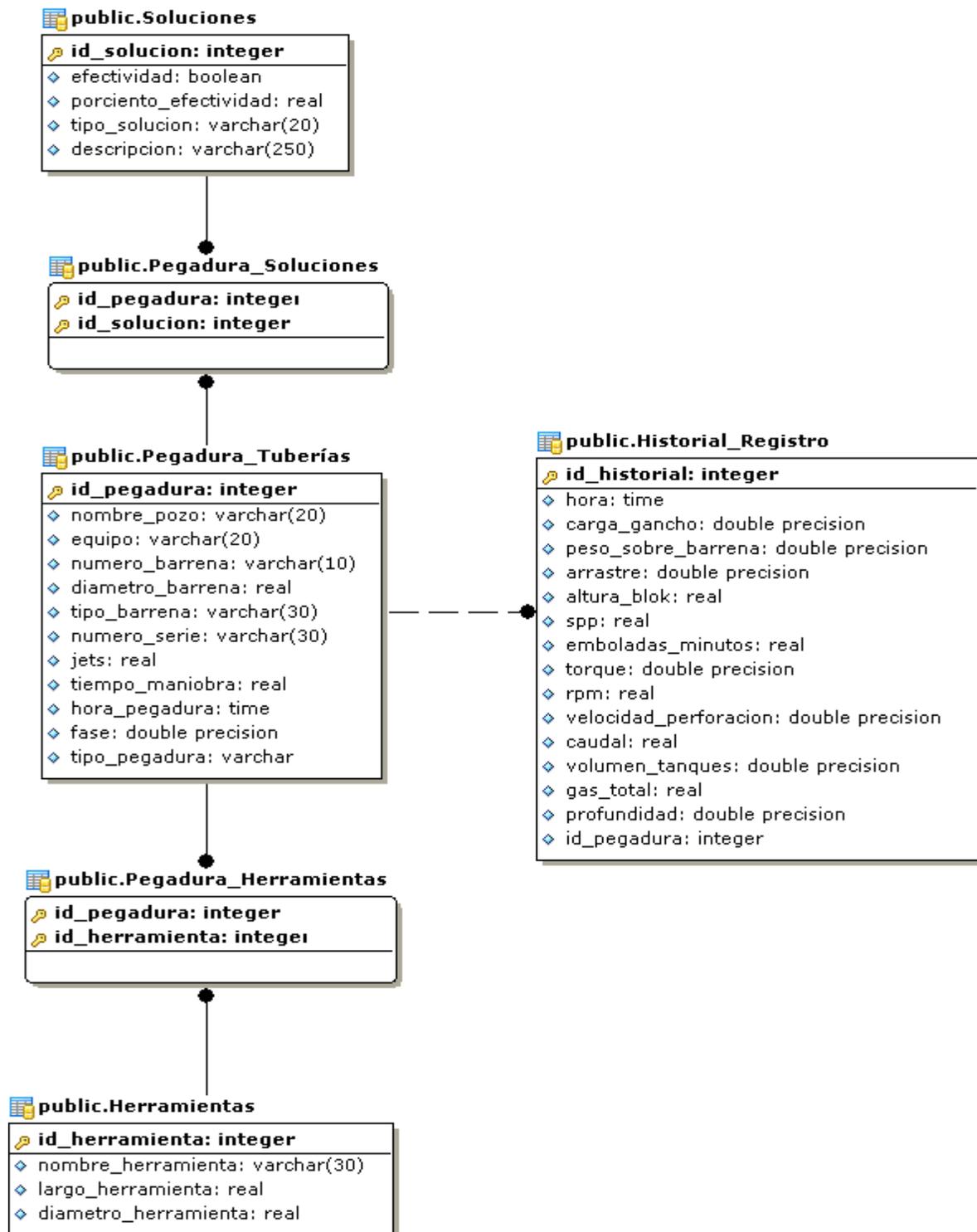


Figura 22 Modelo de datos del sistema SISGIP

CAPÍTULO 4: CONSTRUCCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA PARA EL SISTEMA SISGIP

4.4 Descripción de las tablas de la base de datos del sistema SISGIP

Nombre	Herramientas	
Descripción:	En esta tabla se almacenan las herramientas utilizadas en una pegadura de tuberías	
Atributos	Tipo	Descripción
id_herramienta	intger(autoincrement)	Es el campo que identifica una herramienta utilizada en una pegadura, es la llave primaria de la tabla.
Nombre Herramientas	text	Es el campo que guarda el nombre de la herramienta utilizada en una pegadura.
Largo	float	Es el campo donde se guarda el valor del largo de la herramienta.
Diámetro	float	Es el campo donde se guarda el valor del diámetro de la herramienta utilizada.

Tabla 9 Descripción de la tabla "Herramientas" de la BD del sistema SISGIP

Nombre:	Historial	
Descripción:	En esta tabla se guardan los datos por minutos de un pozo	
Atributos	Tipo	Descripción
id_registro	intiger(autoincrement)	Es el campo que identifica un historial de registro de una pegadura, es la llave primaria de la tabla.
id_pegadura	intiger	Es el campo que identifica a la pegadura de tubería a la que pertenece uno o varios historiales de registros, es llave foránea de la tabla.
Hora	time	Es el campo que guarda la hora en que cada parámetro de la tabla toma su valor.
Carga al gancho	float	Es el campo que guarda el valor de la carga al gancho del pozo.
Peso sobre la barrena	float	Es el campo que guarda el valor del peso de la barrena del pozo.
Arrastre	float	Es el campo que guarda el valor del arrastre del

CAPÍTULO 4: CONSTRUCCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA PARA EL SISTEMA SISGIP

		pozo.
Altura del blok	float	Es el campo que guarda el valor de la altura del blok en el pozo.
SPP	float	Es el campo que guarda el valor de la presión en la tubería vertical en el pozo.
Emboladas/minuto	float	Es el campo que guarda el valor de las emboladas/minutos en el pozo.
Torque	float	Es el campo que guarda el valor del torque en el pozo.
RPM	float	Es el campo que guarda el valor de las revoluciones por minutos en el pozo.
Velocidad Perforacion	float	Es el campo que guarda el valor de la velocidad de perforación del pozo.
Caudal	float	Es el campo que guarda el valor del caudal del pozo.
Volumen en los tanques	float	Es el campo que guarda el valor del volumen de los tanques en el pozo.
Gas total	float	Es el campo que guarda el valor del gas total en el pozo.
Profundidad	float	Es el campo que guarda el valor de la profundidad del pozo.

Tabla 10 Descripción de la tabla "Historial de Registro" de la BD del sistema SISGIP

Nombre:	Pegadura de Tuberías	
Descripción:	En esta tabla se guardan los valores referente a una pegadura de tubería	
Atributos	Tipo	Descripción
id_pegadura	intger(autoincrement)	Es el campo que identifica un historial de registro de una pegadura, es la llave primaria de la tabla.
Nombre_Pozo	text	Es el campo que guarda el nombre del pozo.
Equipo	text	Es el campo que guarda el equipo encargado de la perforación.

CAPÍTULO 4: CONSTRUCCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA PARA EL SISTEMA SISGIP

No. barrena	text	Es el campo que guarda el número de la barrena utilizada en el pozo.
Ø mm_barrena	float	Es el campo que guarda el diámetro de la barrena en el pozo.
Tipo_barrena	text	Es el campo que guarda el tipo de barrena utilizada en la perforación del pozo.
Num_serie	text	Es el campo que guarda el número de serie de la barrena utilizado en el pozo.
Jets (# x mm)	float	Es el campo que guarda el valor Jest en el pozo.
tiempo _maniobra	float	Es el campo que guarda el tiempo durante el cual se ha estado maniobrado para solucionar la pegadura.
hora_pega	time	Es el campo que guarda la hora en que ocurrió la pegadura.
Fase	float	Es el campo que guarda la fase.
Tipo de Pegadura	text	Es el campo que guarda la clasificación de la pegadura, su tipo.

Tabla 11 Descripción de la tabla "Pegadura de Tuberías" de la BD del sistema SISGIP

Nombre:	Soluciones	
Descripción:	En esta tabla se guardan los datos referentes a las posibles soluciones de una pegadura de tubería	
Atributos	Tipo	Descripción
id_solucion	intger(autoincrement)	Es el campo que identifica una solución de pegadura, es la llave primaria de la tabla.
efectividad	float	Es el campo que guarda si la solución fue efectiva o no.
porciento_efectividad	float	Es el campo que guarda el por ciento de efectividad de dicha solución.
tipo_solucion	text	Es el campo que guarda el tipo de pegadura de una solución.
descripción	text	Es el campo que guarda la descripción general

CAPÍTULO 4: CONSTRUCCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA PARA EL SISTEMA SISGIP

		de la solución.
--	--	-----------------

Tabla 12 Descripción de la tabla "Soluciones" de la BD del sistema SISGIP

Nombre:	Pegadura_Soluciones	
Descripción:	En esta tabla se guardan los identificadores de una solución para una pegadura de tubería.	
Atributos	Tipo	Descripción
id_solcuion	intger	Es el campo que identifica una solución de pegadura, es llave primaria de la tabla.
id_pegadura	intger	Es el campo que identifica una pegadura, es llave primaria de la tabla.
activa_efectividad	text	Este campo indica si la solución fue efectiva o no, para la pegadura indicada.

Tabla 13 Descripción de la tabla "Pegadura_Soluciones" de la BD del sistema SISGIP

Nombre:	Pegadura_Herramientas	
Descripción:	En esta tabla se guardan los identificadores de una herramienta para una pegadura de tubería.	
Atributos	Tipo	Descripción
id_herramienta	intger	Es el campo que identifica una herramienta utilizada para liberar una pegadura, es llave primaria de la tabla.
id_pegadura	intger	Es el campo que identifica una pegadura, es llave primaria de la tabla.

Tabla 14 Descripción de la tabla "Pegadura_Herramientas" de la BD del sistema SISGIP

4.5 Modelo de despliegue del sistema SISGIP

En el modelo de despliegue se muestran las conexiones entre los elementos de configuración, este modelo es utilizado para visualizar los componentes de software en nodos físicos. En el diagrama que se muestra a continuación del sistema SISGIP se presentan dos nodos, uno de los cuales representa los ordenadores de los usuarios en los cuales estará la aplicación y una impresora para imprimir el informe de pegadura de tuberías.

CAPÍTULO 4: CONSTRUCCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA PARA EL SISTEMA SISGIP



Figura 23 Modelo de Despliegue del Sistema SISGIP

4.6 Diagrama de componentes del sistema SISGIP

En el diagrama de componentes que se muestra a continuación se observan las relaciones que existen entre los ficheros utilizados en la construcción del sistema SISGIP. Seguidamente se describen los componentes más importantes para el sistema.

LN_Solucion: Es el componente que contiene todas las funcionalidades necesarias para gestionar las soluciones de pegaduras.

In_pegadura: Es el componente que contiene todas las funcionalidades para gestionar una pegadura y clasificarlas.

LN_Graficar: Este componente contiene todas las funcionalidades que permiten graficar los parámetros de SPP, RPM, velocidad de perforación, caudal, arrastre y torque en función de la profundidad de una pegadura.

Dato: Es el componente que contiene la clase encargada de las consultas a la base de datos, brindando la información solicitada por la capa superior a ella.

Qwtplot: Esta librería es la utilizada para hacer gráficas en el sistema.

SQLite3: Esta librería es utilizada para acceder a la base de datos embebida en el sistema.

CAPÍTULO 4: CONSTRUCCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA PARA EL SISTEMA SISGIP

4.7 Conclusiones

Como resultado de este capítulo se presentaron los diagramas de clases de diseño, se definieron de igual forma el diseño de la base de datos construida por medio del diagrama de clases persistentes, el modelo de datos y las descripciones de las tablas de la base de datos. Se describieron además los principios de diseños seguidos para el sistema propuesto. Finalmente se mostró el modelo de despliegue y el diagrama de componentes del sistema SISGIP permitiendo un mejor entendimiento de la distribución física y lógica del sistema.

CONCLUSIONES GENERALES

Mediante el presente trabajo se logro dar cumplimiento al objetivo general de la investigación el cual consistía en desarrollar un modulo que fuera capaz de gestionar la información referente a las pegaduras de tuberías. Por lo antes expuesto en la investigación se demuestra que una pegadura de tuberías constituye un evento de la vida cotidiana la cual se solucionaba a la apreciación del perforador. Sin embargo a medida que se perfora se generan una serie de reportes de comportamiento del pozo a los cuales no se les da tratamiento. Dándole utilidad a estos datos y con un correcto procedimiento se pueden clasificar las pegaduras, con una pegadura clasificada resulta más cómodo el trabajo pues se le asignan a esta pegadura sus posibles soluciones. Las cuales después de un exhaustivo análisis se concluyo que esta podía tener una efectividad de solución ante la pegadura pues esta podía ser efectiva o no después de aplicada.

Finalmente se logró desarrollar un nuevo módulo totalmente libre, que puede ser distribuido fácilmente y soluciona el problema identificado, a partir de la situación problemática existente en el CEINPET. Este componente será integrado a la plataforma del CEINPET, facilitando con ello el trabajo de los técnicos asociados al proceso. Los mismos con tan solo introducir los datos que necesita el componente podrán obtener una pegadura de tubería, la cual se clasificará según el método ACOMO TRUE, y ya con una pegadura identificada y clasificada pues podrán asignarle soluciones de las almacenadas o crear nuevas que serán introducidas para asignaciones futuras.

El uso de este componente mejora la visión del comportamiento del pozo mediante la graficación de los valores más importantes en la perforación dando la posibilidad de evitar otras pegaduras u otras complejidades asociadas al proceso. Constituye interesante mencionar la exportación de datos mediante informes que reflejan todo el comportamiento del pozo a la hora de la pegadura lo que constituye una ventaja pues puede servir de métodos comparativos para atacar futuros problemas.

RECOMENDACIONES

A partir del trabajo realizado se hacen las siguientes recomendaciones:

- Integrar el sistema SIGGIP a la plataforma que se está elaborando para el centro CEINPET.
- Crear un módulo en la plataforma a la que se integre el sistema SIGGIP, que gestione los usuarios, garantizando el acceso de las personas autorizadas.
- Crear otros módulos que gestionen información referente a otras complejidades presentes durante el proceso de perforación.
- Realizar un componente en la plataforma que sea capaz de introducir las pegaduras de tuberías y sus datos correspondientes al sistema.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

BHA: Conjunto de Fondo.

Caudal: Es la cantidad de fluido (petróleo) que avanza en una unidad de tiempo.

CIENPET: Es el instituto perteneciente a la Unión CUPET del Ministerio de la Industria Básica, dedicado a la investigación aplicada en la Industria del Petróleo Cubana.

CUPET: Cuba Petróleo, empresa cubana productora de petróleo perteneciente a la Industria Básica.

DIPP: Dirección Integrada de Proyectos de Perforación.

Lutita: Roca sedimentaria en condiciones de yacencias, compuestas principalmente por arcilla.

Oleoducto: Tubería e instalaciones conexas utilizadas para el transporte de petróleo y sus derivados a grandes distancias. La excepción es el gas natural, el cual, a pesar de ser derivado del petróleo, se le denominan gasoductos a sus tuberías por estar en estado gaseoso a temperatura ambiente.

Pata de perro: Cambio brusco de ángulo en la trayectoria del pozo petrolero.

Plugins: Programas desarrollados por terceros fabricantes estrechamente unidos al navegador, permitiéndole ver documentos o hacer cosas que de otro modo no podría hacer.

Profundidad: Distancia que hay desde el punto tomado como referencia (parte más alta, entrada, borde, etc.) hasta el fondo de una cosa o de un lugar.

Programación Orientada a Objetos: Paradigma de programación que usa objetos y sus interacciones para diseñar aplicaciones y programas de computadora. Está basado en varias técnicas, incluyendo herencia, modularidad, polimorfismo y encapsulamiento.

ROP: Perforación a Velocidades de Penetración.

RPM: Resoluciones por minutos.

SPP: Presión en la tubería vertical.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

Torres, Andres Estevéz. El Petróleo. *El Petróleo*. [En línea] [Citado el: 15 de 11 de 2009.] http://www.portalplanetasedna.com.ar/el_petroleo.htm.

Suárez, Elizabeth Sánchez y García Fernández, Angel. *Sistema para la Gestion de Informacion de Pérdida de Circulacion durante la perforacion de Pozos Petroleros*. Habana : s.n., 2009.

Rivera, Prof. Dr. José Rodriguez de. *Complejidad*. Univ. Politécnica de Madrid, Univ. Alcalá de Henares : s.n.

Diccionario de la Real Academia Española. 2001.

Manual de fluidos. MI Drilling Fluid.USA : s.n., 1998.

Aja, Lic. Lourdes Quiroga. *Gestión de información, gestión del conocimiento y gestión de la calidad en las organizaciones*. 2002.

Faga, Roberto. *Como profundizar en el análisis de sus costos para tomar mejores decisiones empresariales*. Buenos Aires : s.n., 2000.

La gestión de información como herramienta fundamental en el desarrollo de los centros toxicológicos. **Capote Marrero, Lic. Belina, González Machín, Dr. Diego y Rodríguez Durán, Lic. Emma**. 2003.

Dartle, Phil. *INFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN*. 2009.

CHACÓN, JULIO CÉSAR RUEDA. *APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA RUP PARA EL ESTÁNDAR J2EE*. Guatemala : s.n., marzo de 2006.

Orallo, Enrique Hernández. *El Lenguaje Unificado de Modelado (UML)*.

Carrera, Dna Sara Carrera. *Adquisicion semi-automtica del conocimiento: una arquitectura preliminar*. 2007.

Duque, Raúl González. *Python para todos*.

14. **FRANCO, JAIRO ALFONSO SILVA y RIVERO OLARTE, RAÚL FERNANDO.** *SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA APOYAR EL CONTROL PRENATAL*. 2009.

Sanz, Laura Bermejo y Gómez Monreal, Enrique. *Eclipse como IDE*.

Sande, Martín. *Programación en C++ con Qt bajo Entorno GNU/Linux*. 2004.

Maldonado, Daniel Martin. *SQLite, el motor de base de datos ágil y robusto*. 2008.

BIBLIOGRAFÍA

García, Fernando. *Arquitectura 3 capas.* 2009.

Pressman, Roger. *Ingeniería de Software. Un enfoque práctico. Vol I, vol II.* La Habana, Cuba : Editorial Félix Varela, 2004.

El diseño metodológico de la investigación científica. **Martinto, MSc. Pedro Carlos Pérez.** 2009.

La Observación. **Martinto, MSc. Pedro Carlos Pérez.** 2009.

jacobson, booch y rumbaugh. *El proceso unificado de desarrollo de software.* 2000.